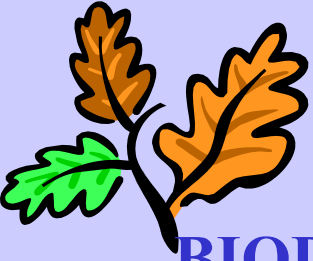




## BIODIVERSITA', DISTRIBUZIONE E CARATTERIZZAZIONE DELLE SOSTANZE NATURALI NEL REGNO VEGETALE

Un'area di biodiversità è rappresentata da quella dei metaboliti secondari che superano le **100.000** strutture molecolari note. Le specie vegetali che popolano il nostro pianeta sono stimate tra **250.000 e 300.000** delle quali circa **33.000** (12,5%) sono minacciate di estinzione. Le piante presenti in 370 famiglie sono distribuite in tutto il mondo, di queste il 91% è concentrato in un solo paese.



## BIODIVERSITA': DISTRIBUZIONE delle specie vegetali

Delle **250.000** specie di piante identificate, **30.000** sono commestibili mentre **7.000** sono state coltivate o raccolte come alimenti. Meno di **20** specie maggiori però coprono più del 90% della produzione alimentare globale. Solo 3 colture –riso, grano e granturco (cioè quelle derivate dalla rivoluzione verde)- forniscono più del 60% dell'energia ricavata dalle piante presenti nella dieta degli esseri umani. Negli ultimi decenni sono diminuiti il numero di genotipi utilizzati e i metodi per produrli.

Una conseguenza della rivoluzione verde è stata il calo della diversità delle specie coltivate e dei sistemi di coltivazione e la sostituzione di specie indigene con specie esotiche più apprezzate.

250.000 specie di piante identificate

```
graph TD; A([250.000 specie di piante identificate]) --> B([30.000 sono commestibili]); A --> C([7.000 coltivate o raccolte come alimenti]);
```

30.000 sono commestibili

7.000 coltivate o raccolte  
come alimenti

**20 specie maggiori = 90% produzione alimentare globale**

60% dell'energia ricavata dalle piante presenti nella dieta degli esseri umani proviene da riso, grano e mais.



# BIODIVERSITA'

Quanto influisce l'azione dell'uomo sugli ecosistemi e sulla biodiversità?

In condizioni ottimali le risorse utilizzate dall'uomo hanno il pregio di essere rinnovabili, ma molto spesso l'abuso o l'uso non corretto di queste risorse può portare alla loro estinzione.

L'uomo è stata una delle principali cause di estinzione per migliaia di anni.

Solo negli ultimi **400** anni si stima che più di **600** specie vegetali si siano estinte a causa dell'intervento dell'uomo.



## BIODIVERSITA'

L'uomo fonda la maggior parte delle sue attività sulla biotecnologia. Una medicina su quattro prescritte dai medici contiene estratti vegetali e le industrie farmaceutiche e biotecnologiche sono all'affannosa ricerca di zone in cui vi sia la massima espressione della biodiversità. La ditta Merck sta pagando diritti di proprietà in Costa Rica perché siano preservate alcune aree tropicali a serio rischio di estinzione.

I diritti pagati per la ricerca di sostanze naturali con azione farmacologica vanno da 24 \$ l'ettaro nell'Ecuador occidentale a 6 \$ l'ettaro nelle Filippine fino a raggiungere 1 \$ per ettaro nell'Himalaya orientale.

L'aumento della popolazione e la ricerca continua di suolo da coltivare porta alla progressiva e inarrestabile distruzione della biodiversità



# BIODIVERSITA'

**Cosa sta facendo l'uomo per impedire il depauperamento progressivo della diversità biologica?**

**CONVENZIONE SULLA DIVERSITA' BIOLOGICA**, stipulata durante la conferenza delle NAZIONI UNITE sull'ambiente tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992 e divenuta effettiva il 29/12/1993.

Obiettivi:

- *Conservazione della biodiversità*
- *Uso sostenibile delle sue componenti*
- *Compartecipazione reale dei benefici provenienti dallo sfruttamento delle risorse genetiche, compreso l'accesso a tali risorse e il trasferimento di tecnologie di rilievo*

Le risorse genetiche di uno stato restano sotto la sua assoluta giurisdizione e queste sono soggette a legislazione nazionale.

Gli stati membri dovranno vigilare su ecosistemi e habitat che contengono elevata densità, elevato numero di specie endemiche o a rischio, di importanza sociale, economica, culturale e scientifica o che sono rappresentative, uniche o associate a processi evolutivi o di altro interesse biologico.



## BIODIVERSITA' e SOSTENIBILITA'

In generale il termine sostenibilità racchiude gli impegni che la popolazione dovrà mantenere per far sì che le risorse attualmente utilizzate siano sfruttate nel miglior modo possibile, garantendo alle generazioni future la possibilità di poter soddisfare le proprie esigenze



## AGENTI INFESTANTI E PATOGENI

Molte piante che producono metaboliti secondari di interesse applicativo sono colpite da un numero determinato di malattie causate da patogeni di diversa natura.

Oltre ai patogeni anche le piante infestanti hanno un effetto negativo sulla produzione di composti fitochimici riducendo la disponibilità di azoto e di acqua.

La lotta contro le malattie e le erbe infestanti è stata combattuta con l'utilizzo di pesticidi e tramite l'introduzione di varietà resistenti ai patogeni.

La varietà di menta “**Murray Mitcham**” è stata impiegata per la sua nota resistenza al **Verticillium dahliae**.

Nonostante gli sforzi che vengono fatti per selezionare e introdurre nuove varietà resistenti si presenta il problema di un nuovo patogeno con capacità distruttive e il ciclo ricomincia:

### *Co-evoluzione*

In questi patosistemi interagenti vi è una relazione genica di tipo gene-per-gene di geni definiti di resistenza o geni R presenti nella pianta ospite con geni *avr* presenti nel patogeno.





## AGENTI INFESTANTI E PATOGENI

**Bacillus thuringiensis (Bt)** rappresenta il 90% del mercato mondiale di biopesticidi.

**(Bt)** è un batterio del suolo Gram positivo in grado di produrre un'inclusione proteica parasporale di tipo cristallino definita  $\delta$ -endotossina (ICP). Se ingerita da una larva d'insetto reagisce con l'epitelio ciliato delle cellule dell'apparato gastrico inducendo uno sbilancio ionico sufficiente a causare la paralisi e la morte.

**Approccio biotecnologico:**

- Aumento della produttività delle colture e della resa dei fitochimici
- Aumento della resistenza alle malattie e ai parassiti
- Aumento della resistenza agli stress di natura abiotica.

## **BIODIVERSITA' FITOCHIMICA**

**Nelle piante il metabolismo primario è sostanzialmente omogeneo e caratterizzato da una serie di molecole che sono identiche nelle diverse specie. Al contrario il metabolismo secondario è caratterizzato da un innumerevole numero di molecole chimiche che differiscono tra specie e specie e, nell'ambito della stessa specie, fra cv diverse.**

**Il metabolismo secondario rappresenta uno strumento fondamentale attraverso il quale le piante fanno fronte alle avversità che caratterizzano l'ambiente in cui esse vivono. Tutti i prodotti naturali possono presentare diversi effetti. Molte piante tropicali producono sostanze che sono deterrenti per gli erbivori**

La scoperta di composti medicinali nelle specie selvatiche ha un enorme impatto.

Circa  $1/4$  di tutti i medicinali derivano dalle piante o sono una versione chimicamente modificata delle sostanze naturali appartenenti al metabolismo secondario e più di metà di queste sono composti di sintesi che hanno come modello molecole naturali. Alcuni esempi sono: morfina, codeina, chinino, atropina e digitale.

Gli indiani del Perù utilizzavano per la malaria un estratto della corteccia dell'albero di *Chincona* e questo ha portato alla scoperta del chinino.

La *pervinca* era utilizzata a Cuba, nelle Filippine e in Sud Africa per il trattamento delle infiammazioni, dei reumatismi e del diabete. Alla fine degli anni 50 sono state isolate in questa specie la vinblastina e la vincristina (alcaloidi) importanti per le patologie cancerose.

Un altro esempio è il taxolo terpenoide presente nella corteccia di *Taxus brevifolia* che è un potente antitumorale.

La scoperta della pennicillina e delle saponine della *Dioscorea*, usate per la sintesi degli steroidi, dei contraccettivi orali, ha cambiato la scienza e pertanto anche la società.

- ❖ il fagiolo *Calabar* era utilizzato come veleno nell'Africa occidentale. Gli studi su questa linea hanno portato allo sviluppo degli insetticidi a base di *metil carbammato*.
- ❖ Il *Chrysanthemum cinerariaefolium* è stato utilizzato per la prima volta 100 anni fa contro i pidocchi, questo ha portato allo sviluppo degli insetticidi a base di *piretro*
- ❖ In Sud America i nativi utilizzano un estratto vegetale per stordire i pesci, che ha portato alla scoperta del *rotenone*, un insetticida naturale biodegradabile.
- ❖ Il *bacillus thuringiensis* produce proteine tossiche che uccidono certi insetti che sono apparentemente innocue per l'uomo, questo ha portato alla scoperta dei biopesticidi.

**BIODIVERSITA' FITOCHIMICA E PROPRIETA'  
SALUTISTICHE DEGLI ALIMENTI**

## BIODIVERSITA' FITOCHIMICA e qualità del cibo

I due emisferi NORD e SUD del mondo hanno aspettative nettamente differenti nei riguardi del cibo. Nei paesi occidentali :

- i gusti e le attese dei consumatori si sono rivolte verso gli aspetti della qualità connessi con le proprietà nutrizionali e salutistiche degli alimenti.
- si dà sempre più importanza all'apporto di nutrienti minori rispetto ai glucidi, le proteine e i lipidi come la presenza di fitochimici bioattivi che non sono classificati come nutrienti ma che hanno un'importanza fondamentale per il loro apporto benefico alla salute umana. Il cibo in questi paesi ha assunto lo status di cibo funzionale (*functional food*) che fornisce benefici fisiologici aggiuntivi come la prevenzione di malattie croniche così come il soddisfacimento della richiesta di principi nutrizionali

Al contrario nei paesi del Terzo mondo la ricerca prioritaria è la ricerca del cibo. Nel 1996 i malnutriti al mondo sono stati stimati a circa 840 milioni di cui 9 milioni muoiono ogni anno. Tuttavia anche in questi paesi attenzione deve essere posta alla qualità del cibo perché la presenza di determinati fitochimici tossici può determinare un abbattimento della qualità sino a renderlo addirittura tossico.

## FATTORI CHE AGISCONO SULLA BIODIVERSITA'

**Quando l'agricoltura ha lo scopo di soddisfare il fabbisogno alimentare primario diviene indispensabile spingere la produzione verso l'ottenimento di rese unitarie massime ottimizzando con elevati imput energetici l'ambiente nel quale le piante vengono coltivate.**

**Questo sfruttamento spinto del sistema suolo-pianta che ha caratterizzato in Europa l'agricoltura dal dopoguerra fino a pochi anni fa ha presentato riflessi negativi sull'ambiente e sul mantenimento della biodiversità.**

**Perdere biodiversità non significa soltanto perdere varietà e specie potenzialmente utili per la produzione di alimenti in ambienti difficili, ma perdere la potenzialità di specie e varietà di produrre attraverso il metabolismo secondario sostanze utili per la nutrizione e la salute, la cui funzione in molti casi è ancora da scoprire.**

**Il rischio è che si perdano capacità di biosintetizzare fitochimici prima ancora che se ne conosca l'utilità.**



Solo una piccola parte delle piante presenti sulla Terra vengono utilizzate su larga scala a fini alimentari.

Circa **10-50000** sono le specie vegetali considerate edibili, ma soltanto **150** sono quelle utilizzate come fonte alimentare. L'uomo ha infatti concentrato la sua attenzione solo su poche specie e oggi il 90% del cibo proviene da solo 15 specie. Tre di queste *grano*, *mais* e *riso* forniscono i 2/3 di questa quantità totale. L'enorme rischio che giace dietro l'utilizzazione alimentare di un ristretto numero di specie viene esemplificato dagli eventi verificatisi in Irlanda intorno al 1845.



**Le specie selvatiche rappresentano un'importante sorgente di geni che possono conferire caratteristiche positive nelle specie coltivate presentando normalmente una maggiore variabilità genetica cosicché possono essere selezionate, attraverso l'incrocio con altre specie, discendenze diverse.**



In Perù una specie selvatica di *patata*, se incrociata con le specie coltivate, determina in queste ultime la resistenza alla ruggine della patata

Una varietà selvatica di *orzo* in Etiopia presenta un gene che conferisce resistenza a una malattia virale.

Il *riso* coltivato in Asia è immune a quattro importanti malattie di questa specie attraverso l'ibridazione con un selvatico proveniente dall'India.

In India e in Africa la produzione di *tapioca*, una delle specie vegetali più importanti coltivata ai tropici, è aumentata di 18 volte in quanto più resistente alle malattie perché incrociata con un selvatico proveniente dal Brasile.



**La rivoluzione verde ha portato al raddoppio (a volte il triplo) della produzione alimentare dell'inizio degli anni sessanta, ma lo sviluppo demografico ha consentito solo l'aumento di  $\frac{1}{4}$  della disponibilità alimentare pro-capite anche se ha ridotto di  $\frac{3}{4}$  il numero di persone che si nutrono di meno di 2100 calorie.**

**Le stime fornite da organi di ricerca mondiale riportano che per il 2020 la richiesta globale di alimenti aumenterà del 40%.**

**Anche con l'aiuto dell'ingegneria genetica potrebbe non esserci acqua a sufficienza per far crescere le nuove colture o essere obbligati ad utilizzare dosi massicce di fertilizzanti e pesticidi da danneggiare irreversibilmente l'ambiente.**

**L'irrigazione insieme all'introduzione dei pesticidi e fertilizzanti è stata una delle conquiste maggiori ma anche causa di perdite di territorio a seguito del deposito di sali in suoli poco drenati.**

**Nel 2025 più di 39 nazioni comprese Cina, India e molti stati dell'Africa avranno così poca disponibilità di acqua da essere costrette a ridurre l'irrigazione.**



**La biodiversità potrebbe rappresentare uno dei mezzi per la riduzione della fame nel mondo. La sostituzione della monocoltura che necessita di notevoli input chimici con la coltivazione di specie diverse determina già una riduzione del rischio che deriva dall'utilizzazione di questa tecnica agronomica. Inoltre la biodiversità oltre a essere economicamente sostenibile attenua anche i rischi del cambiamento climatico, della siccità, delle malattie e diventa il concetto centrale di ogni strategia delle specie animali e vegetali sulla terra.**

## ALIMENTI e SALUTE



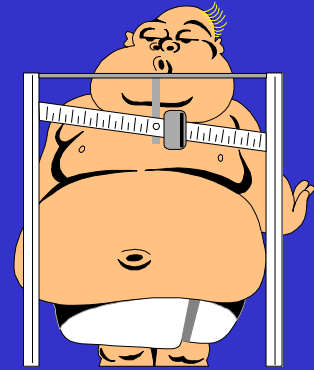
Nei paesi del SUD del mondo l'attenzione è sempre rivolta alle malattie dovute alla carenza di cibo e di conseguenza alle carenze nutrizionali e alle principali classi di nutrienti



Nei paesi del NORD del mondo l'attenzione è sempre più rivolta ai problemi connessi con una alimentazione eccessiva e alla presenza nel cibo di sostanze connesse con la prevenzione e/o cura di alcune malattie degenerative tra le quali quelle cardiovascolari, il cancro e l'invecchiamento.



# CIBO

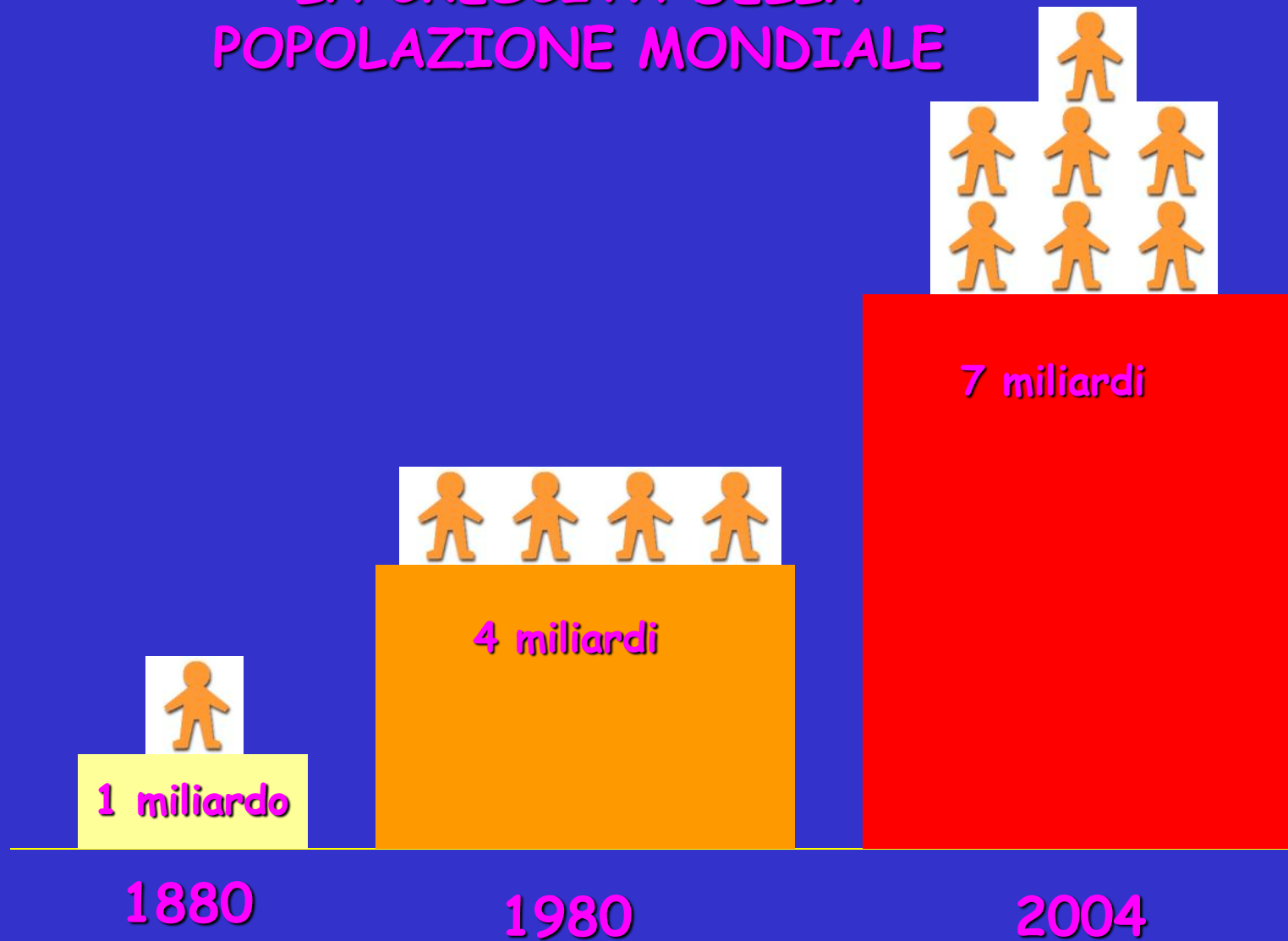


Carenze nutrizionali  
Malattie infettive  
Mortalità infantile

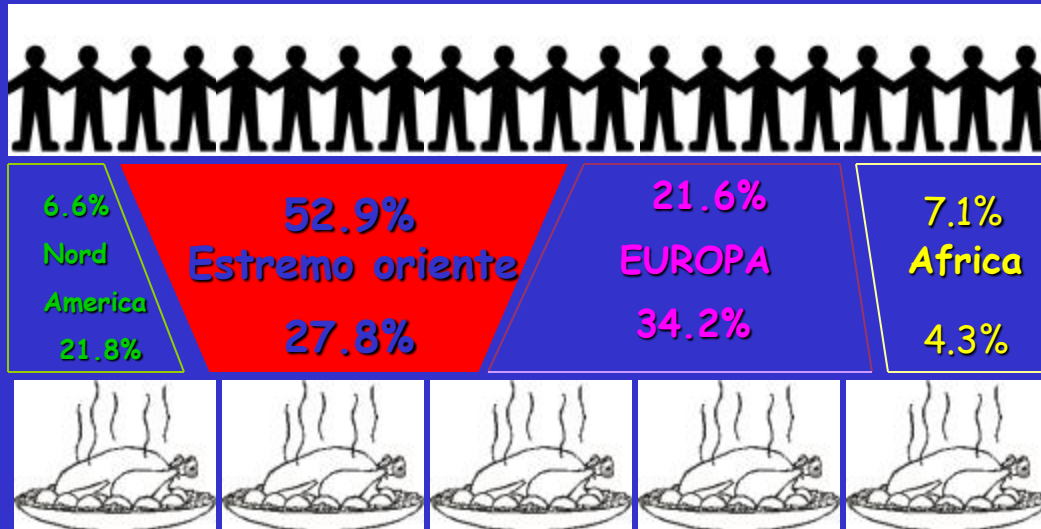
Malattie croniche  
Malattie degenerative  
Disturbi del  
comportamento alimentare



# LA CRESCITA DELLA POPOLAZIONE MONDIALE









# POPOLAZIONE



# DISPONIBILITA' ALIMENTARI





	Popolazione	Alimenti	Disponibilità pro-capite di cibo
Paesi in via di sviluppo	 + 2.21% all'anno	 + 2.1% all'anno	 - 0.1% all'anno
Paesi industrializzati	 + 0.67% all'anno	 + 2.5% all'anno	 + 1.8% all'anno



## ALIMENTI FUNZIONALI

Sono quegli alimenti progettati specificatamente per apportare benefici fisiologici tali da regolare le funzioni dell'organismo e prevenire o ritardare alcune malattie degenerative: disturbi cardiovascolari, ipertensione, cancro, diabete e osteoporosi.


In base a ciò si possono distinguere gli alimenti in 4 classi distinte:

- ✓ alimenti che hanno funzioni superiori ad altri;
- ✓ alimenti trasformati
- ✓ alimenti con ingredienti aggiunti (per esempio la ormai famosa patata al selenio)
- ✓ alimenti nuovi ottenuti attraverso le biotecnologie


## Current "Buzzwords" in Nutrition

**Chemioprevenzione** – L'uso di una o di diversi composti chimici per prevenire, o bloccare o far retrocedere lo sviluppo del cancro.

**Designer Food** -- alimenti trattati che sono supplementati con ingredienti di alimenti naturalmente ricchi in sostanze *disease-preventing*.




**Functional Food** – qualsiasi alimento modificato o ingredienti di alimenti che possono provocare benefici alla salute oltre ai tradizionali nutrienti che contiene.



**Nutraceutical** -- Specifici componenti chimici negli alimenti includendo vitamine e additivi, che possono aiutare nel prevenire malattie.

**Pharmafood** – Alimenti o nutrienti che presentano benefici medici o per la salute includendo la prevenzione e il trattamento delle malattie.



**Phytochemical** –Composti chimici vegetali non nutrienti che contengono composti protettivi *disease-preventing*.

## **Cosa si intende per qualità di un alimento?**

**...l'insieme delle proprietà e delle caratteristiche di un prodotto o di un servizio che conferiscono ad esso le capacità di soddisfare esigenze espresse od implicite del consumatore o del fruitore del servizio.  
(Peri 1994)**

**... il grado con cui un insieme di caratteristiche intrinseche soddisfa i requisiti. (direttiva UNI EN ISO 9000:2000 relativa ai sistemi di gestione della qualità)**

## LA PIRAMIDE ALIMENTARE TOSCANA

Studi scientifici dimostrano l'importanza dell'alimentazione per il mantenimento e il miglioramento dello stato di salute, a tutte le età.

La Piramide Alimentare Toscana propone un modello di alimentazione equilibrata. A ogni livello della piramide sono stati inseriti alcuni prodotti tradizionali toscani. Gli alimenti tipici della nostra regione infatti, oltre a costituire un patrimonio culturale di notevole importanza, sono vari di elevata qualità e, se acquistati localmente, permettono di ridurre la distanza tra la terra e la tavola con tanti vantaggi per la salute, per l'ambiente e per il mantenimento della biodiversità.

La Piramide Alimentare Toscana va letta a partire dal gradino più basso, dove sono presenti gli alimenti da consumare più frequentemente per una corretta alimentazione. Man mano che si sale si trovano alimenti che, per le loro caratteristiche nutrizionali, devono essere consumati con minor frequenza.

In generale, comunque, l'alimentazione deve essere varia ed è raccomandabile cambiare spesso il tipo di alimenti, senza escludere nulla. Insomma, la parola d'ordine è: consumare tutto, ma con moderazione!

È poi molto importante ridurre il consumo di sale e di cibi salati. In presenza di situazioni particolari o di patologie, la dieta va sempre personalizzata con il consiglio di un medico o di un dietista.



### VINO

Bere vino durante i pasti e con moderazione (al massimo un bicchiere al giorno per le donne e due bicchieri per gli uomini), non comporta particolari controindicazioni, anzi il vino contiene anche alcune sostanze antiossidanti.

Comunque, chi non ha l'abitudine di bere vino, non dovrebbe essere incoraggiato a consumarlo.

6

### CARNI ROSSE • SALUMI • DOLCI

Bistecca alla fiorentina

Salame toscano • finocchiona toscana • prosciutto toscano

Schiacciata alla fiorentina • schiacciata con l'uva • candi • zuccherini • frittelle di San Giuseppe



5

### FORMAGGIO • UOVA • PATATE

Pacoretto toscano • pacorini • latte crudo • ricotta toscana • ravagjoli

Patata rossa di Cortica



4

### PESCE • POLLAME

Palamita • trota farlo appenninica

Pollo del Valdarno



3

### LEGUMI • FRUTTA SECCA • LATTE

Fagiolo cannellino • fagiolo zolfino • fagiolo di Sorana • ceci piccini del Valdarno • ceci rugosi della Maremma • cecina • fava lunga della Cascina

Castagna del monte Amiata • marmone del Mugello • farina dolce di castagne del Pratomagno • farina di nocco della Garfagnana • pinoli del parco di Migliarino-San Rossore • noca aretina



2

### CEREALI • OLIO EXTRAVERGINE D'OLIVA

Pane toscano • lievitazione naturale • bozza di Prato • pane di Montagemoli • pane di Vinca • farro della Garfagnana • riso della Maremma

Olio extravergine di oliva Toscano • olio extravergine di oliva Teme di Siena • olio extravergine di oliva Lucca • olio extravergine di oliva • Olivetti Classico



1

### FRUTTA • VERDURA

Mela rugginosa della Valdichiana (golden) • mela stayman anetha • mela robala della Lunigiana • uva Sangiovese Morellino, Colorino • mirtillo nero della Montagna Pistolesa • ciliegie di Lari • pesca cotogna toscana • pesca regina di Londa • melone della Val di Coma

Cavolo nero riccio di Toscana • cavolfiore fiorentino • pomodoro costoluto fiorentino • pomodoro canastriano • pomodoro pisanello • pomodoro tondino liscio da serbo toscano • lattuga quattro stagioni (vinate) • spinaci della Val di Cornia • cardo viola toscano • zuccina tonda fiorentina • zuccina lunga fiorentina • zuccina mora pisana • zucca invernale toscana • cipolla rossa toscana • cipolla di Corticella • cipolla di Trischietto



### L'ATTIVITÀ FISICA

L'attività fisica svolge un ruolo importante per la nostra salute!

Le persone che adottano uno stile di vita attivo hanno meno probabilità di sviluppare malattie croniche (malattie cardiovascolari, tumori, diabete ecc.). Con una vita attiva è più facile mantenere il peso corporeo nella norma, ed è noto che obesità e sovrappeso sono tra i principali fattori di rischio per molte di queste malattie.

Senza troppa fatica, è sufficiente svolgere regolarmente l'attività fisica allivelli moderati di intensità: una passeggiata di 30 minuti tutti i giorni migliorerà il nostro benessere fisico e psicofisico! E poi si consiglia di andare a piedi o in bicicletta anche per le attività di tutti i giorni: fare la spesa, portare fuori il cane, sbrigare commissioni ecc. È una ogni volta alla settimana, almeno un'ora di attività più intensa!



### ACQUA

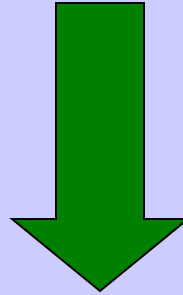
Medici, nutrizionisti e dietisti consigliano di bere almeno uno o due litri d'acqua al giorno: questo perché sono circa due litri il liquido che fisiologicamente eliminiamo ogni giorno.

L'organismo non possiede riserve d'acqua e per questo è necessario rifornire il nostro corpo bevendo tanto e mangiando frutta e verdura. È ancora più importante bere durante e dopo l'attività fisica o nella stagione calda, per reintegrare i liquidi persi.

Anche l'acqua del rubinetto va bene: costa poco ed è sicura e controllata.



# QUALITA' DEI PRODOTTI DESTINATI ALL' ALIMENTAZIONE



## REQUISITI

- nutrizionali



- organolettici



- igienico-sanitari



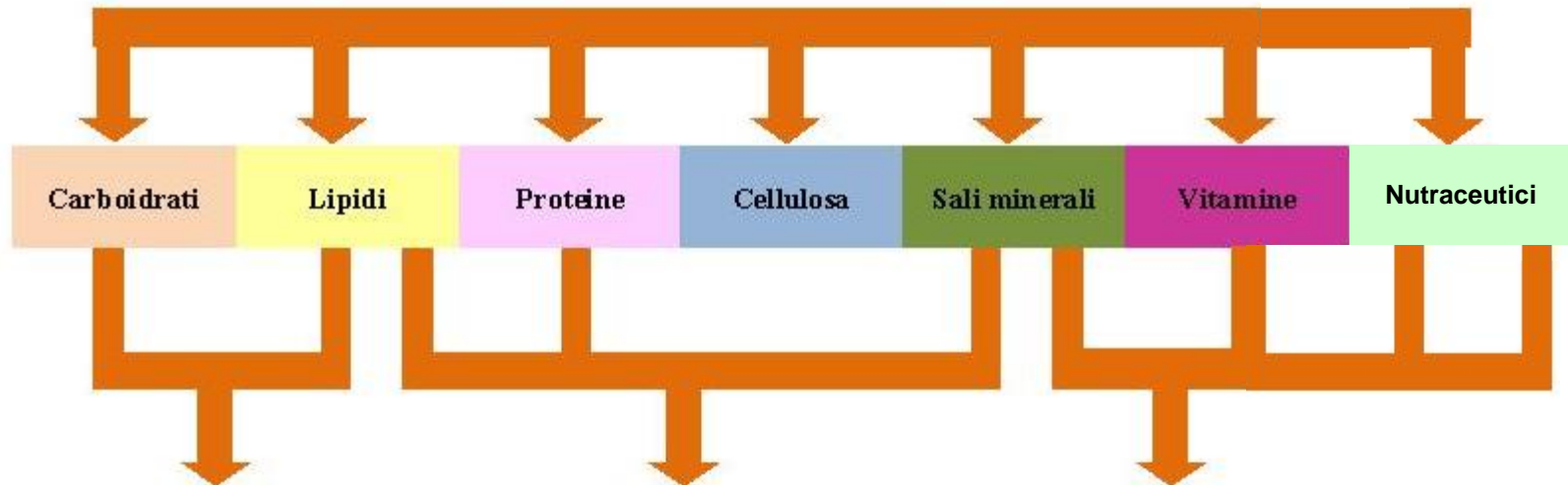
**Nell'emisfero occidentale le principali cause di morte sono da attribuirsi a molte forme di tumore e patologie di natura cardio-vascolare la cui insorgenza è legata non solo a fattori ereditari e all'età, ma anche al tipo di dieta abituale.**

**E' stato stimato che almeno il 20% delle patologie coronariche, il 40-60% dell'incidenza del cancro e il 35 % delle morti da cancro sono attribuibili all'uso di una dieta non bilanciata e priva di principi chimici essenziali (National Research Council, 1989)**

Un alimento non è più valutato soltanto in base alla sua capacità di fornire energia connessa al contenuto in *glucidi*, *lipidi* e *proteine* ma viene attribuita un'importanza sempre maggiore all'apporto di nutrienti minori quali sali e vitamine e di altre sostanze non classificabili a rigore fra i nutrienti i cosiddetti fitochimici ma che possono avere benefici effetti sulla salute per la loro azione antiossidante.



## PRINCIPI NUTRITIVI



### FUNZIONE ENERGETICA



### FUNZIONE COSTRUTTIVA



### FUNZIONE PROTETTIVA



# COMPOSTI BIOPROTETTIVI

PIGMENTI  
VEGETALI

Polifenoli  
*flavonoidi*  
carotenoidi

VITAMINE

Vitamina A  
Vitamina C  
Vitamina E...

MICRONUTRIENTI

Selenio, Rame, Zinco,  
Calcio, Potassio,  
Fosforo, Ferro

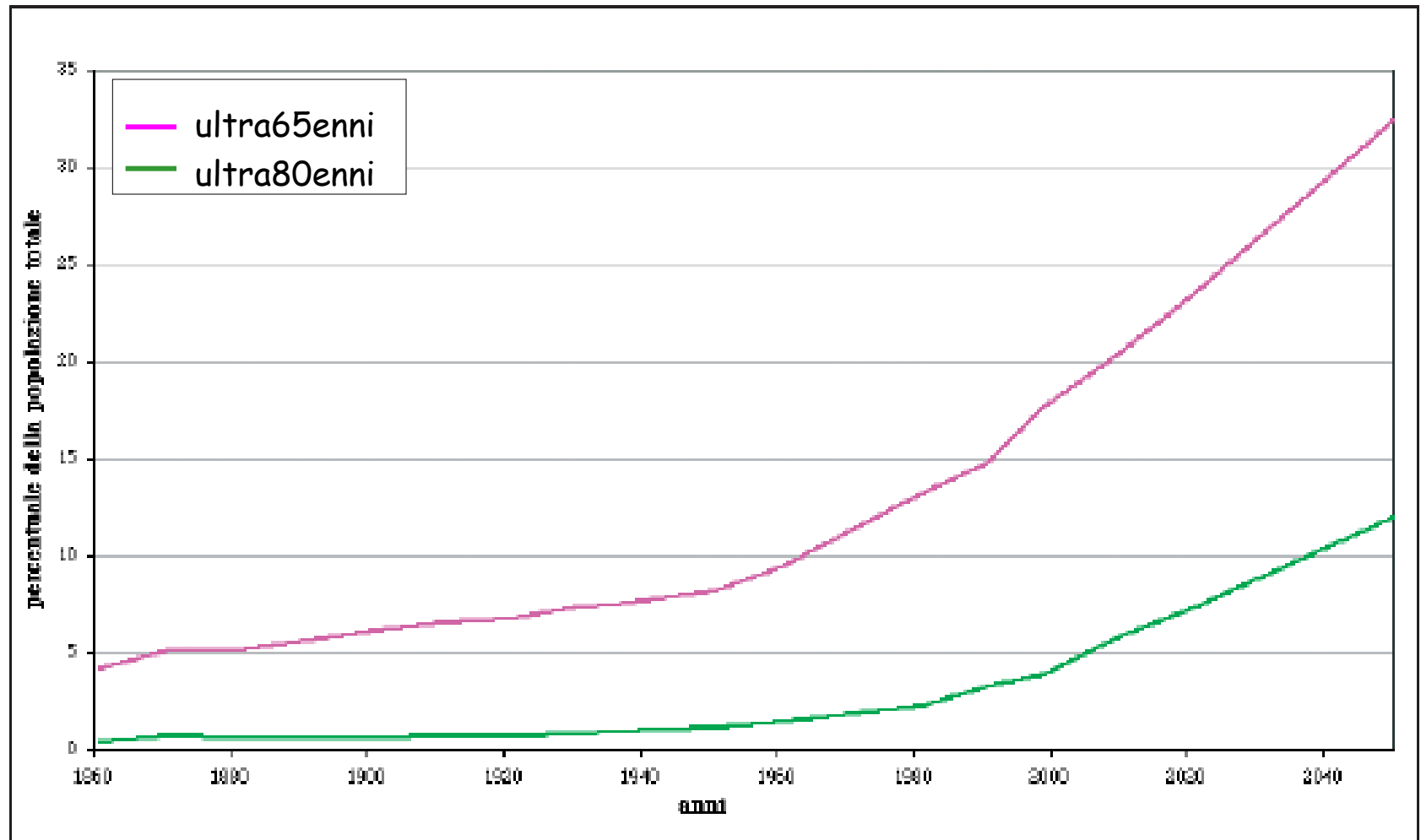


<b>Alimento</b>	<b>Fitochimici</b>	<b>Possibile Azione</b>
Aglione, cipolla, erba cipollina, porro	Solfuri diallilici	Funzioni antitumorali
Crucifere: Broccoli, cavolfiore, cavolo, kale, cavoletti di Bruxelles, rapa, bok choy, kohlrabi	Indoli, glucosinolati, Isotiocianati/tiocianati, tioli, indoli, glucosinolati, Isotiocianati/tiocianati, tioli	Stimolazione della produzione di enzimi che degradano gli agenti cancerogeni
Solanacee: pomodori, peperone	Carotenoidi (Licopene)	Classe di carotenoidi protettivi nei confronti del cancro alla prostata ed altri tipi di cancro
Umbrellifere: carote, sedano, prezzemolo, pastinaca,	Carotenoidi, Ftalidi, Poliacetileni	Funzioni antitumorali
Piante composite (carciofo)	Silimarina (flavolignani)	Epatoprotettore
Arance, limoni, pompelmo	Carotenoidi, monoterpeni (limonene)	Può detossificare molecole promotrici del cancro
Altri frutti (uva, ciliegie, fragole, mele, anguria, melagrana)	Acido ellagico, fenoli, flavonoidi (quercetina)	Funzioni antitumorali
Grani, semi: Grano, fagioli, soia, orzo, avena, lino, brown rice inibitori delle proteasi	Flavonoidi (isoflavoni) acido fitico Saponine	Bloccano i recettori per gli ormoni che promuovono il cancro
Erbe, spezie (ginger, menta, rosmarino, timo, origano, salvia, basilico, tumeric, cumino, finocchio)	Gingerols Flavonoidi Monoterpeni (limonene)	Aiutano l'attività di enzimi protettivi
Radici di Licorizia tea verde	Saponine triterpenoidiche Catechine	Antiossidanti correlati alla bassa incidenza di tumori all'apparato gastrointestinale



... UN PAESE CHE STA  
INVECCHIANDO...

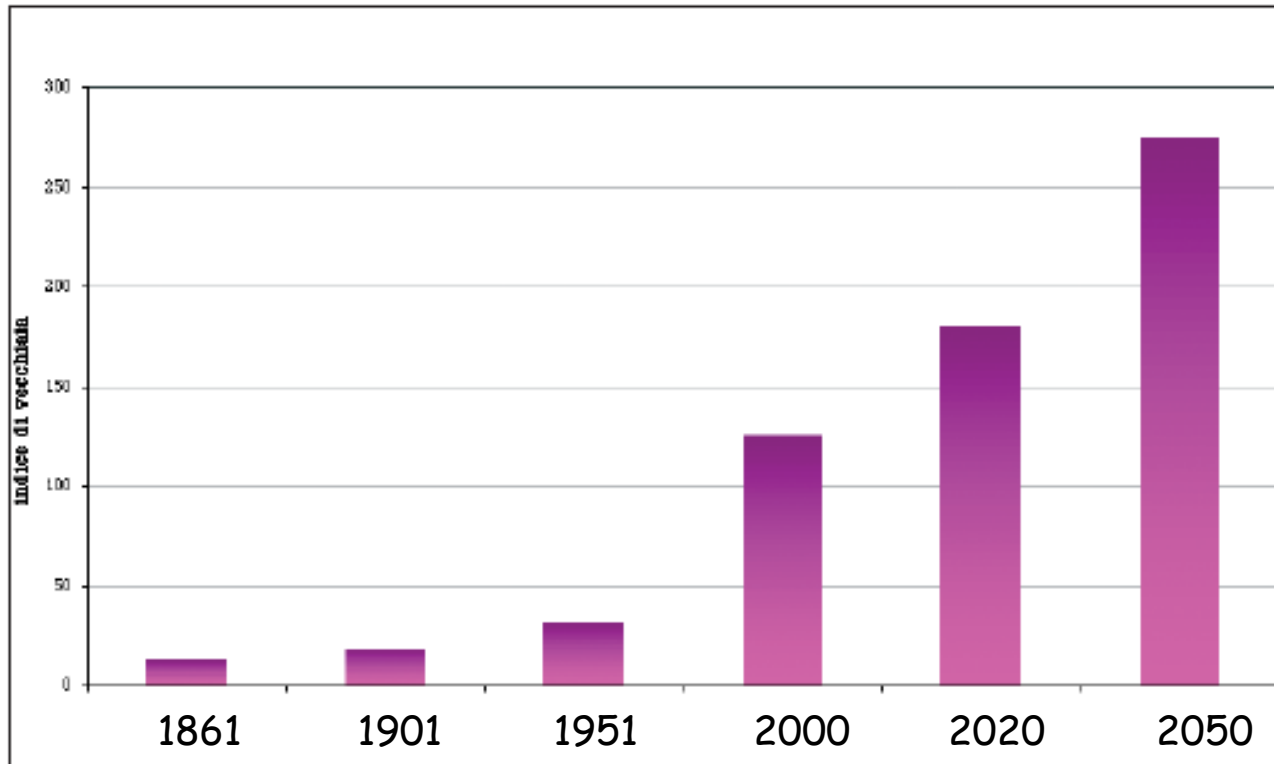
## Invecchiamento della popolazione



*Figura 5. Percentuale di ultra65enni e ultra80enni nella popolazione italiana dal 1861 al 2050 (Dati ISTAT).*

## INDICE DI VECCHIAIA

Rapporto tra la popolazione ultra-65enne e la popolazione fino a 14 anni di età, per 100



*Figura 6. Indice di vecchiaia della popolazione italiana nel 1861, 1901, 1951, 2000, e proiezioni 2020, 2050 (ipotesi centrale) (Dati ISTAT).*

**Tabella n.1 Spesa sanitaria corrente dal 1995 al 2005**

Regioni	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Piemonte	3.560.314	3.833.759	4.286.551	4.605.767	4.919.755	5.502.615	5.805.400	5.924.701	6.193.704	6.678.336	7.056.684
V. Aosta	103.610	115.064	139.822	134.543	148.781	169.221	179.206	186.220	192.883	208.387	223.802
Lombardia	7.737.698	8.512.979	9.074.829	9.410.082	10.007.806	10.748.127	11.998.636	12.749.731	12.686.554	13.307.022	14.260.678
P.A.Bolzano	444.959	505.636	554.821	631.153	678.057	735.068	776.156	823.114	865.843	911.874	950.720
P.A.Trento	418.475	445.027	506.523	548.629	573.787	625.133	677.437	722.022	777.489	816.665	844.135
Veneto	3.826.907	4.099.762	4.504.554	4.845.821	5.027.925	5.627.698	6.084.012	6.306.798	6.573.162	6.921.347	7.266.883
Friuli V. Giulia	1.034.198	1.098.940	1.242.538	1.256.330	1.335.796	1.421.540	1.539.158	1.606.959	1.692.315	1.834.648	1.924.225
Liguria	1.592.481	1.701.259	1.805.078	1.857.693	1.958.622	2.175.199	2.337.756	2.390.754	2.473.331	2.715.244	2.878.402
Emilia Romagna	3.823.877	4.216.344	4.341.433	4.448.336	4.687.442	5.115.020	5.569.395	5.964.938	6.139.343	6.584.245	6.904.248
Toscana	3.143.013	3.378.802	3.560.653	3.666.033	3.894.411	4.366.368	4.821.436	5.045.061	5.164.897	5.580.973	5.875.571
Umbria	711.564	751.967	847.090	873.691	924.371	1.035.308	1.103.324	1.173.998	1.224.162	1.284.549	1.338.234
Marche	1.277.129	1.346.070	1.481.749	1.494.917	1.608.334	1.790.947	1.917.300	2.006.858	2.035.414	2.162.142	2.281.636
Lazio	4.624.589	5.004.437	5.472.114	5.598.379	5.933.538	6.783.011	7.276.521	7.488.537	7.907.763	8.931.072	9.796.256
Abruzzo	964.220	1.097.709	1.195.245	1.237.118	1.382.354	1.601.024	1.688.756	1.809.424	1.876.782	1.942.866	2.094.535
Molise	257.705	281.190	311.813	317.100	338.187	379.668	436.280	443.747	486.005	511.683	572.957
Campania	4.267.375	4.668.207	5.438.063	5.521.643	5.858.700	6.627.692	7.289.301	7.509.960	7.754.531	8.439.579	9.022.292
Puglia	3.191.727	3.484.143	3.611.074	3.929.937	4.147.072	4.437.296	4.815.355	4.947.590	4.934.173	5.340.881	5.762.690
Basilicata	431.980	462.309	491.545	567.505	550.625	639.380	694.477	719.934	752.272	809.965	848.766
Calabria	1.497.786	1.654.802	1.838.493	1.917.283	2.020.804	2.257.089	2.489.817	2.539.788	2.552.282	2.652.473	2.848.370
Sicilia	3.799.099	4.069.195	4.296.472	4.720.598	4.973.732	5.360.950	6.239.834	6.436.091	6.561.139	7.195.244	7.564.036
Sardegna	1.427.280	1.452.404	1.561.649	1.589.444	1.686.161	1.881.195	2.078.356	2.197.947	2.260.656	2.403.967	2.488.954
<b>Italia</b>	<b>48.135.987</b>	<b>52.180.005</b>	<b>56.562.109</b>	<b>59.172.000</b>	<b>62.656.262</b>	<b>69.279.550</b>	<b>75.817.912</b>	<b>78.994.172</b>	<b>81.104.700</b>	<b>87.233.167</b>	<b>92.804.074</b>

I valori sono espressi in migliaia di euro



**Nel decennio 1995-2005 la spesa sanitaria è raddoppiata**

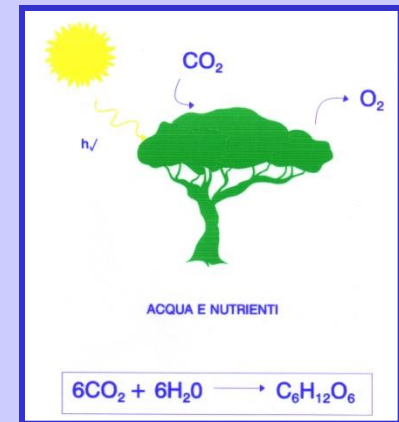
## Unità ORAC\* apportate per porzione di alcuni cibi

\* *Oxygen Radical Absorbance Capacity*: unità di misura del potere antiossidante dei vegetali

ALIMENTO	PORZIONE	UNITA' ORAC
Albicocche	3	172
Cavolfiore cotto	1 tazza	400
Pesca	1	248
Mela	1	301
Melanzana	1	326
Pomodori	1	116
Fagiolini cotti	1 tazza	404
Pompelmo rosa	1	1188
Avocado	1	571
Kiwi	1	458
Cavolini di Bruxelles cotti	1 tazza	1384
Peperone	1	529
Succo d'arancia	1 bicchiere	1142
Succo di pompelmo	1 bicchiere	1274
Uva bianca	1 grappolo	357
Fragole	1 tazza	1170
Prugne nere	3	1454
Arancia	1	983
Mirtilli	1 tazza	3480
Spinaci cotti	1 tazza	2042
Succo di uva nera	1 bicchiere	5216
More	1 tazza	1466
Cavolo verde cotto	1 tazza	2048



# IL DILEMMA DELLE PIANTE: CRESCERE O DIFENDERSI



## ACCRESIMENTO

$$\text{RGR} = \text{NAR} \times \text{LAR}$$

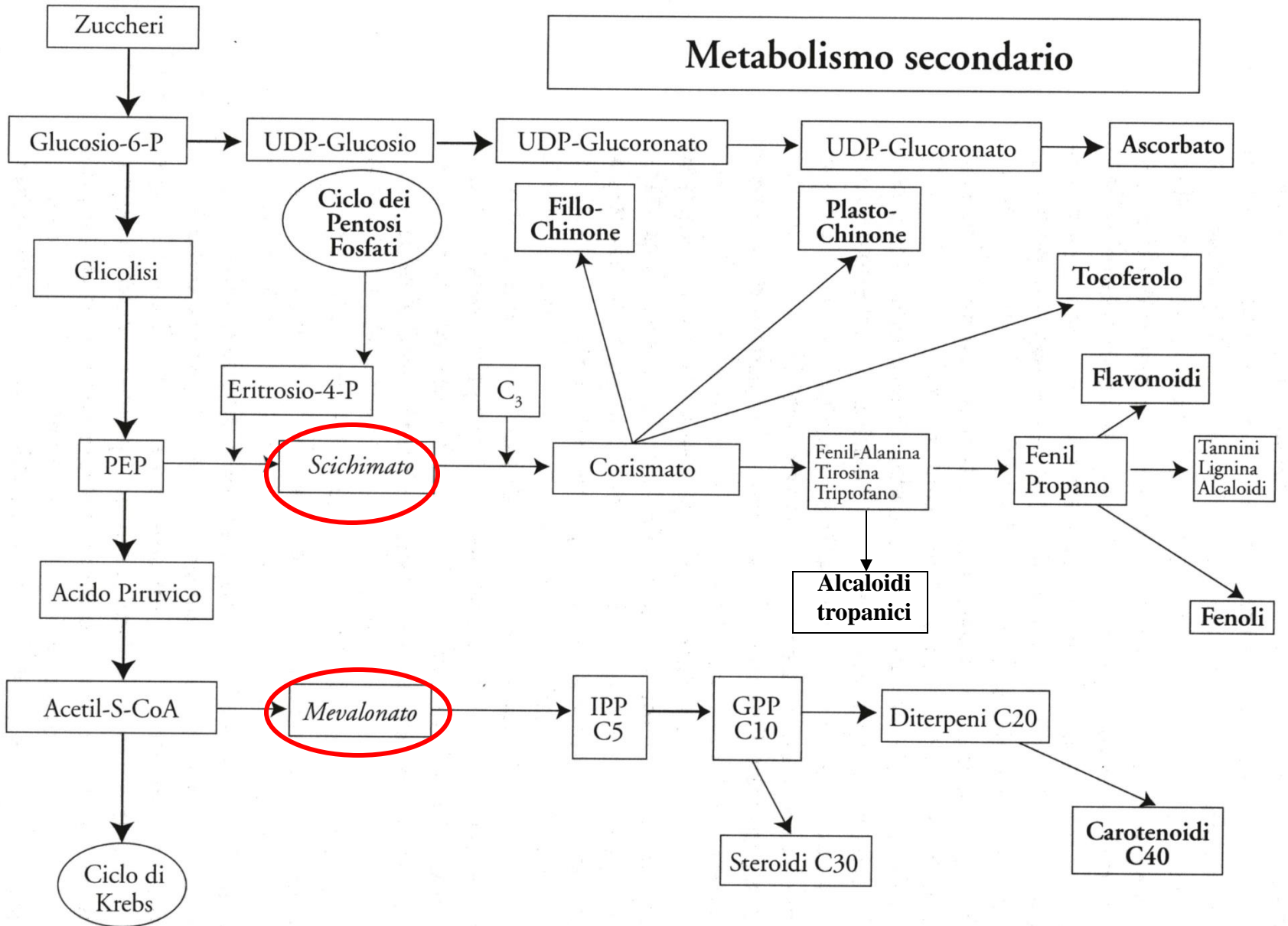
(relative growth rate) (net assimilation rate) (leaf area rate)

## Ripartizione degli ASSIMILATI

**metabolismo primario**  
(nuove cellule, tessuti, foglie)

**metabolismo secondario**  
(difesa da stress, parassiti, erbivori)

# Metabolismo secondario



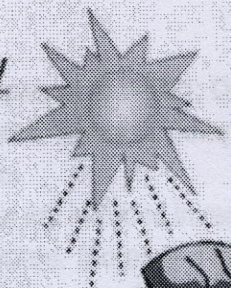
## IL DILEMMA DELLE PIANTE: CRESCERE O DIFENDERSI

### Scopi del metabolismo secondario:

- funzioni di difesa contro patogeni (flavonoidi, fitoalessine, isotiocianati)
- attrazione nei confronti degli insetti impollinatori (*antociani e flavonoidi*)
- difesa dai raggi UV (*composti fenolici, antociani e flavonoidi*)
- supporto strutturale (*lignina e tannini*)
- riserva temporanea di nutrienti (*alcaloidi e glicosidi cianogenetici*)
- regolazione mediante fitormoni (*flavonoidi e altre sostanze fenoliche semplici*)
- resistenza allo stress idrico
- facilitazione dell'assorbimento di nutrienti (*acidi fenolici*)
- protezione delle radici da ambienti acidi e riducenti (*tannini*)
- mediazione nei rapporti simbiotici con batteri azotofissatori (*flavonoidi*)

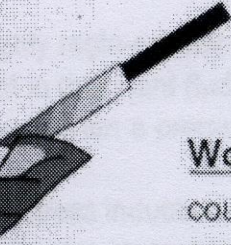
**High light/UV**

anthocyanins  
flavones  
sinapyl esters  
isoflavonoids  
psoralens



**Wounding**

coumestrol  
coumarin  
psoralens  
chlorogenic acid  
ferulate esters  
wall bound phenolic acids  
lignin, suberin



**Pathogen attack**

pterocarpan  
isoflavans  
prenylated isoflavonoids  
stilbenes  
coumarins  
furanocoumarins  
3-deoxyanthocyanidins  
flavonols  
aurones

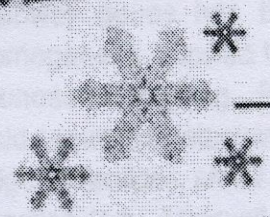
**Signaling**

salicylic acid ?



**Low temperature**

anthocyanins



**Low nitrogen**

flavonoids, isoflavonoids



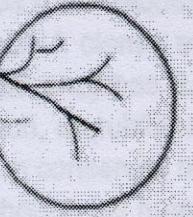
**Low phosphate**

anthocyanins



**Low iron**

phenolic acids



**PROOSSIDANTI / ANTIOSSIDANTI**

# PROOSSIDANTI

Molecole altamente reattive che, alla ricerca della stabilità, sono in grado di reagire e di danneggiare tutte le biomolecole dell'organismo umano.

La maggior parte sono molecole radicaliche.

Le sostanze proossidanti possono avere sia origine esogena che endogena.

## FORMAZIONE DI SPECIE ATTIVE DELL'OSSIGENO NEGLI ORGANISMI VEGETALI E ANIMALI

Gli organismi aerobi rispetto all' $O_2$  si trovano in una situazione paradossale:

- ✓ Devono utilizzarlo per la respirazione
- ✓ Devono attrezzarsi per evitare gli effetti dannosi dell' $O_2$  stesso e dei radicali che il metabolismo aerobio produce

I radicali liberi sono specie chimiche molto reattive per la presenza di uno o più elettroni spaiati: nei sistemi viventi sono numerose le specie radicaliche che possono formarsi spontaneamente. I radicali di maggiore interesse biologico sono quelli dell' $O_2$  (ROI o ROS) quelli cioè nei quali l'elettrone spaiato si trova sull' $O_2$  come i radicali superossido ( $O_2^{\cdot-}$ ) e idrossile ( $\cdot OH$ )

Fra i radicali rientrano anche il radicale perossilico ( $ROO\cdot$ ) e quello alcossilico ( $RO\cdot$ ).

# RADICALE LIBERO

DEFINIZIONE: molecola che contiene uno o più elettroni spaiati nell'orbitale di legame.

I radicali reagiscono con altre molecole allo scopo di catturare gli elettroni necessari al raggiungimento della stabilità.

Alcune specie radicaliche sono estremamente reattive mentre altre risultano relativamente inerti.



# ROS: REACTIVE OXYGEN SPECIES

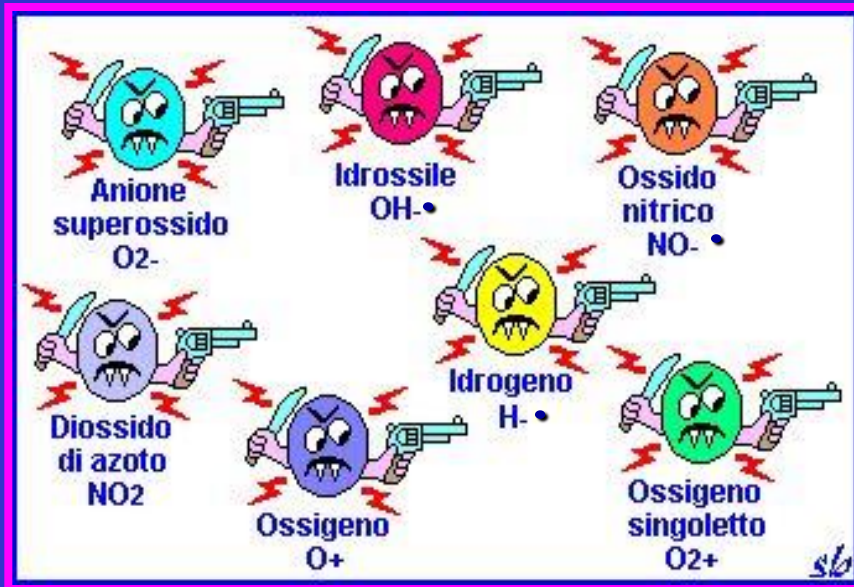
Radicaliche e non radicaliche

	ORBITALI		radi cale	ossidanti
	$\pi$	$\sigma$		
OSSIGENO TRIPLETTO $O_2$	$\uparrow$ $\uparrow$		SI	NO
ANIONE SUPEROSSIDO $O_2^{\cdot-}$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow$		SI	SI
PEROSSIDO D'IDROGENO $H_2O_2$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$		NO	SI
RADICALE IDROSSILICO $HO^{\cdot}$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	SI	SI
ACQUA $H_2O$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	NO	NO
OSSIGENO SINGOLETTO $^1O_2$	$\uparrow\downarrow$		NO	SI

# STRUTTURA MOLECOLARE DELLE SPECIE REATTIVE DELL'OSSIGENO (ROS)

Compound	Shorthand notation(s)	Structural representation(s)	Sources
Molecular oxygen (triplet ground state)	$O_2; ^3\Sigma$	$\cdot\ddot{O}=\ddot{O}\cdot$ $1s^2 2s^2 (\sigma_s)^2 (\sigma_s^*)^2 (\sigma_x)^2 (\pi_y)^2 (\pi_z)^2 (\pi_y^*)^1 (\pi_z^*)^1$	Most common form of dioxygen gas
Singlet oxygen (first excited singlet state)	$^1O_2; ^1\Delta$	$\cdot\ddot{O}=\ddot{O}\cdot$ $1s^2 2s^2 (\sigma_s)^2 (\sigma_s^*)^2 (\sigma_x)^2 (\pi_y)^2 (\pi_z)^2 (\pi_y^*)^2$	UV irradiation, photoinhibition, photosystem II $e^-$ transfer reactions (chloroplasts)
Superoxide anion	$O_2^-$	$[\cdot\ddot{O}=\ddot{O}]^-$	Mitochondrial $e^-$ transfer reactions, Mehler reaction in chloroplasts (reduction of $O_2$ by iron-sulfur center $F_x$ of Photosystem I), glyoxysomal photorespiration, peroxisome activity, plasma membrane, oxidation of paraquat, nitrogen fixation, defense against pathogens, reaction of $O_3$ and $OH^-$ in apoplasmic space
Hydrogen peroxide	$H_2O_2$	$H-\ddot{O}-\ddot{O}-H$	Photorespiration, $\beta$ -oxidation, proton-induced decomposition of $O_2^{\cdot-}$ , defense against pathogens
Hydroxyl radical	$OH^\cdot$	$\cdot\ddot{O}-H$	Decomposition of $O_3$ in presence of protons in apoplasmic space, defense against pathogens
Perhydroxyl radical	$O_2H^\cdot$	$\cdot\ddot{O}=\ddot{O}-H$ 	Reaction of $O_3$ and $OH^-$ in apoplasmic space
Ozone	$O_3$		Electrical discharge or UV radiation in stratosphere, reactions involving combustion products of fossil fuels and UV radiation in troposphere

# Radicali liberi



metabolismo cellulare

ossidazione di  $O_2$   
a scopo energetico

radicali liberi

SOD

trasformati in  
perossido di idrogeno  $H_2O_2$

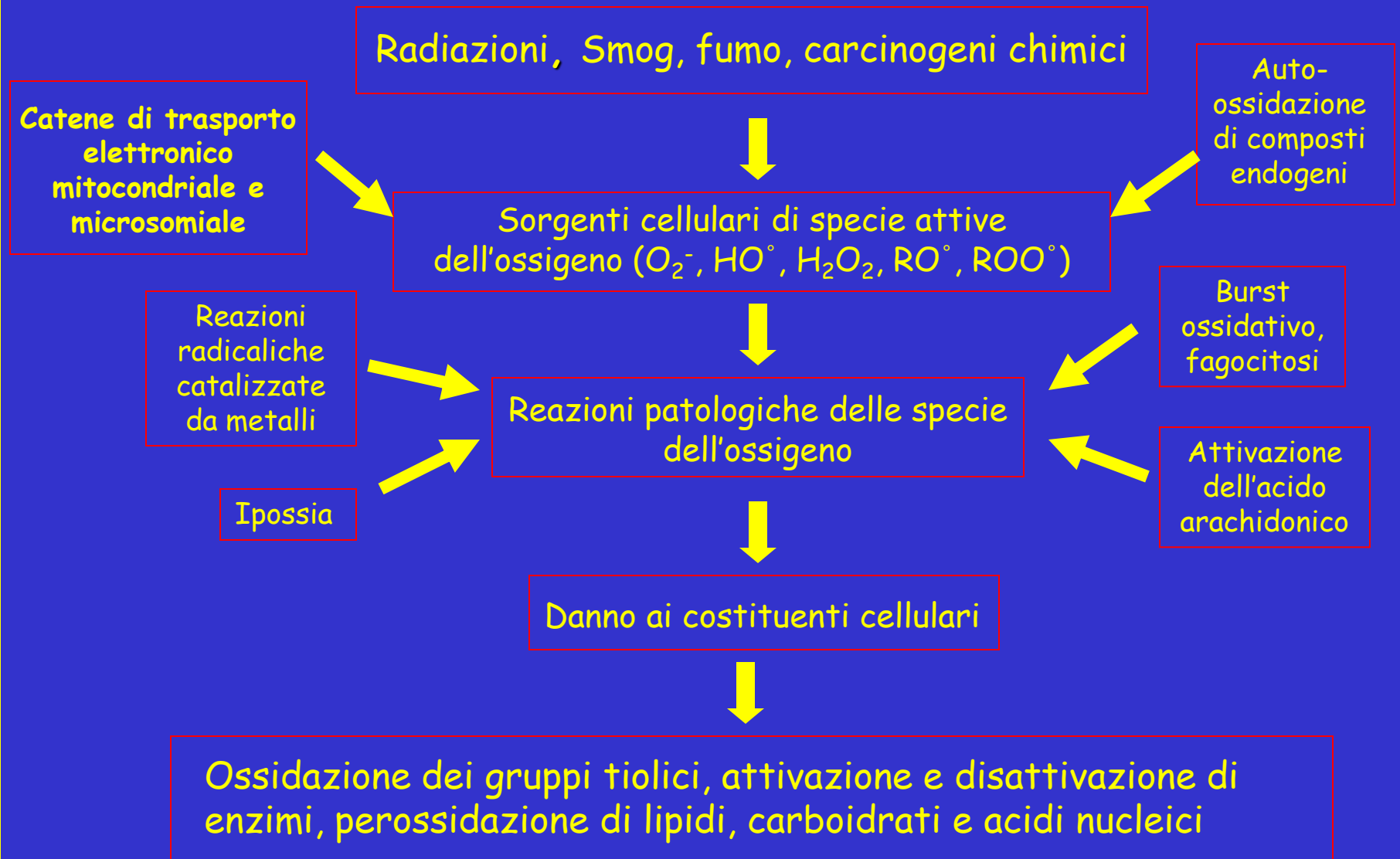
enzima catalasi  
e  
glutazione perossidasi

$O_2$  e  $H_2O$

liberazione di  $OH^-$   
e  $O_2^-$



# Origini delle specie attive dell'O<sub>2</sub> (ROS) e danni ai costituenti cellulari



# EFFETTO SULLE BIOMOLECOLE

## PROTEINE:

ossidazione gruppi -SH ( $\text{NO}\cdot$ ,  $\text{HO}\cdot$ ,  $\text{ONOO}^-$ )

ossidazione di alcuni AA (HIS, ARG, LYS, PRO)

liberazione del Fe per degradazione degli anelli porfirinici ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )



perdita di funzionalità

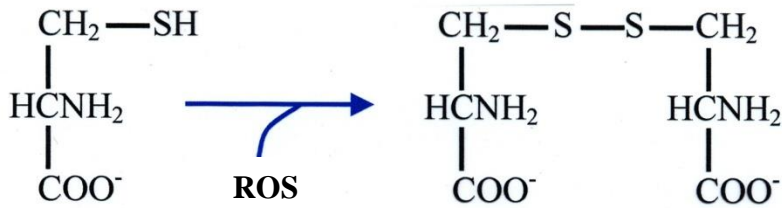
## CARBOIDRATI:

Sottrazione di un H da un C sulla catena polisaccaridica con formazione di un radicale ( $\text{HO}\cdot$ )



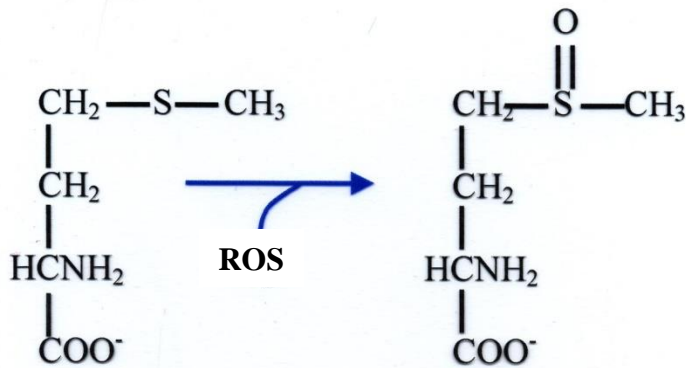
frammentazione e depolimerizzazione

## Alcuni esempi.....



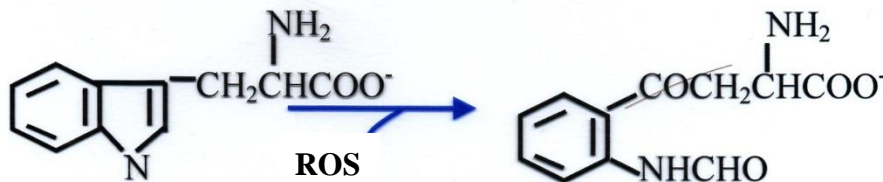
CYSTEINE

CYSTINE



METHIONINE

L-METHIONINE SULPHOXIDE



TRYPTOPHANE

N-FORMYL KYNURENINE

**Alcuni gruppi degli aminoacidi sono particolarmente sensibili all'ossidazione da parte delle ROS.**

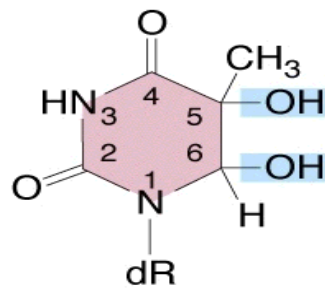
**Tra questi i residui sulfidrilici della cisteina, che formano ponti disolfuro, o gli atomi di zolfo della metionina, che possono essere ossidati a sulfossidi, mentre il triptofano è molto sensibile all'apertura dell'anello pirrolico.**

**Tutte queste modificazioni possono interessare sia gli aminoacidi liberi che quelli incorporati nelle proteine. In quest'ultimo caso il danno causato è maggiore.**

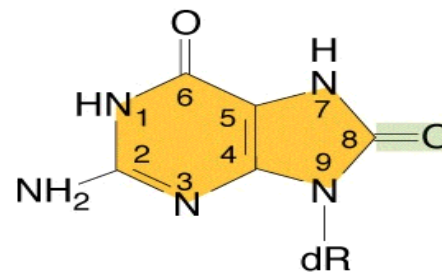
# EFFETTO SULLE BIOMOLECOLE

## ACIDI NUCLEICI:

Idrossilazione delle basi per addizione del radicale  $\text{OH}\cdot$  o sottrazione di un H dalla molecola saccaridica.



Thymidine glycol



8-Oxo-7-hydrodeoxyguanosine  
(8-oxodG)

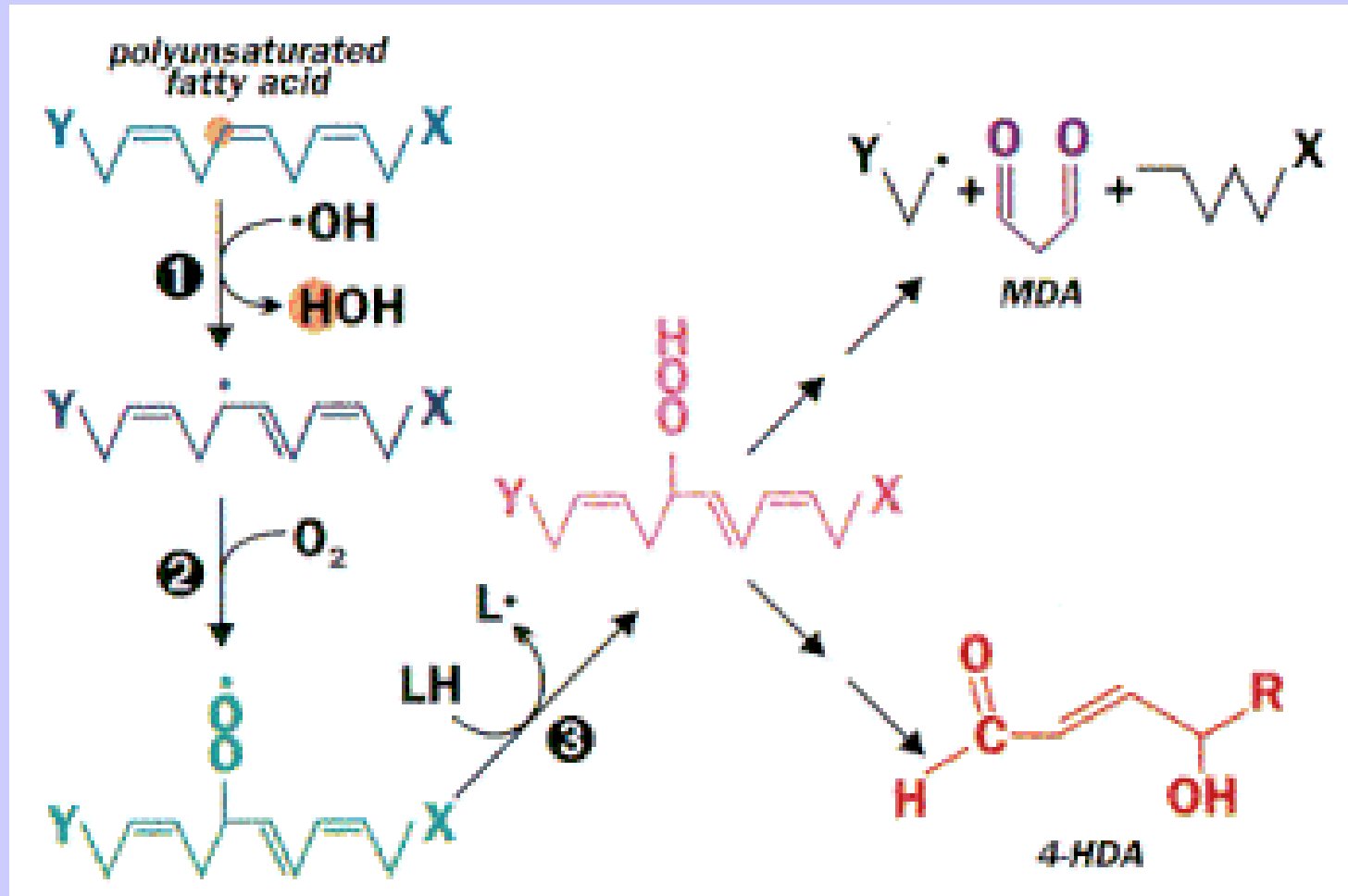
# EFFETTO SULLE BIOMOLECOLE

## PEROSSIDAZIONE LIPIDICA

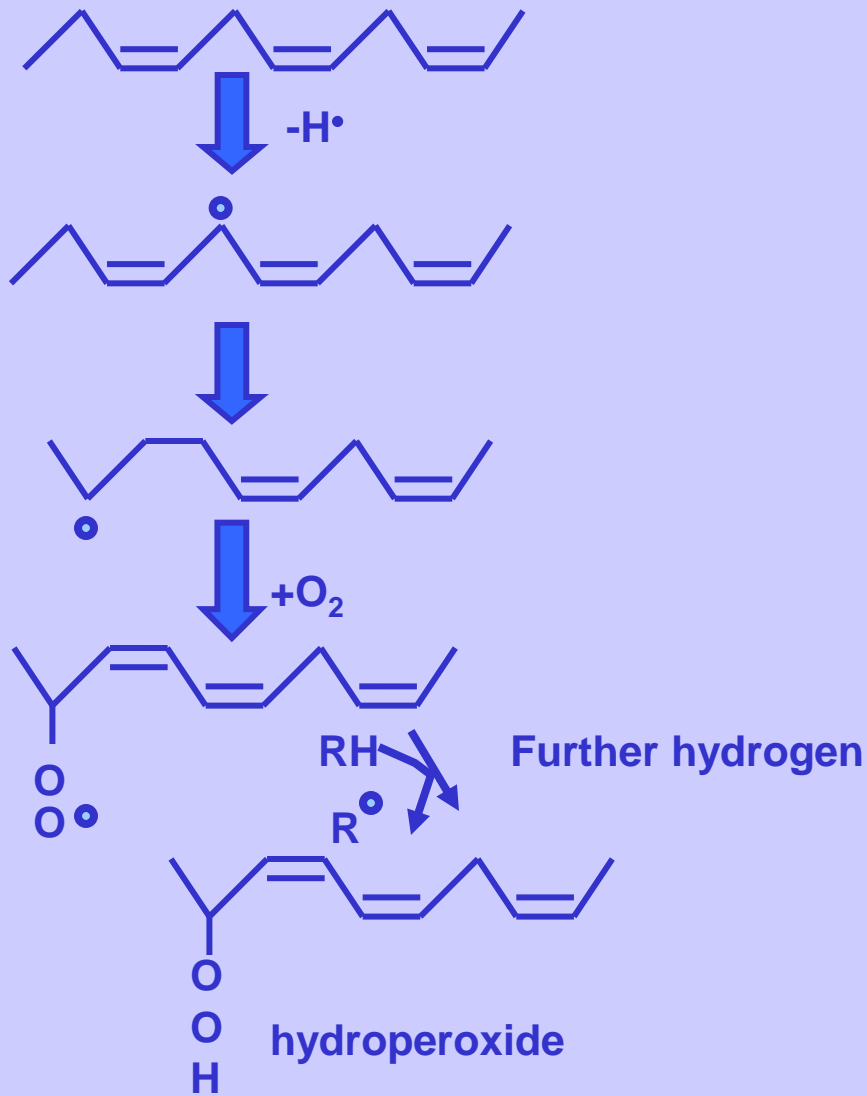
- E' la classe di biomolecole più suscettibile all'attacco dei radicali
- L'autossidazione avviene a carico degli acidi grassi presenti nelle membrane cellulari o nelle lipoproteine
- La suscettibilità aumenta all'aumentare dei doppi legami
- I cicli di propagazione nella membrana sono di solito non più di 2-3
- La reazione di perossidazione porta alla formazione di prodotti secondari tossici o cancerogeni come aldeidi, chetoni, ....
- L'iniziatore principale è  $\text{HO}\cdot$
- Markers di perossidazione: MDA e 4-idrossinonenale



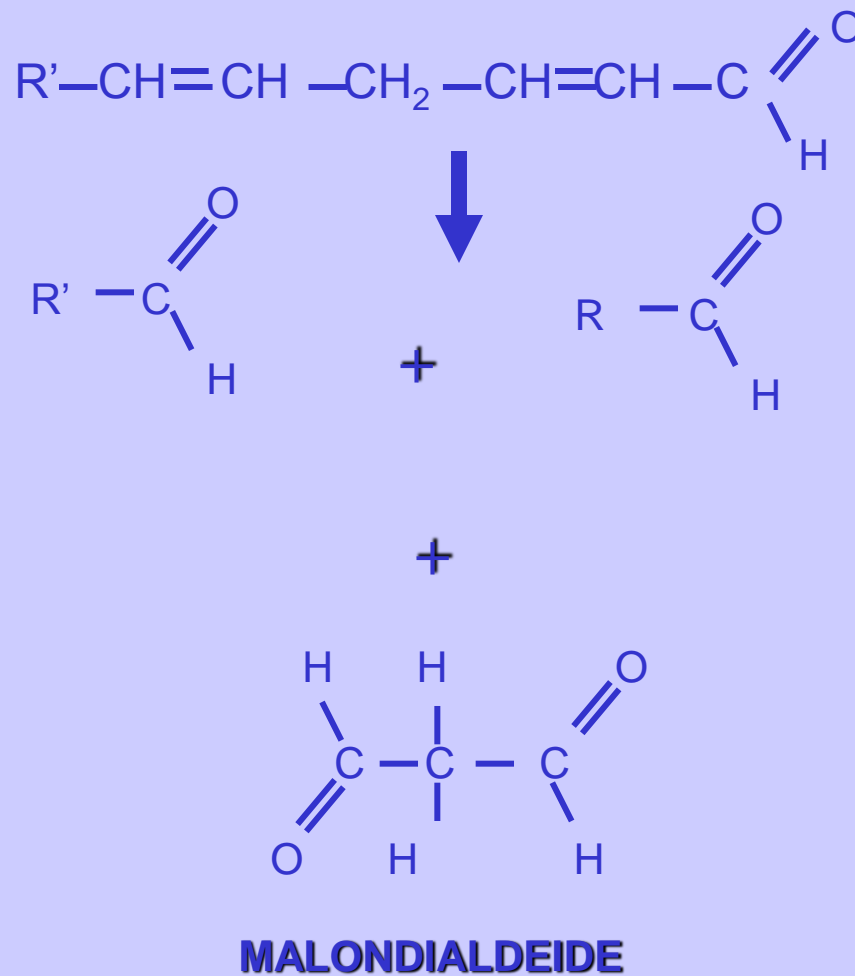
# PEROSSIDAZIONE LIPIDICA



# FREE RADICAL-LIPID INTERACTIONS



Initiation and propagation of lipid peroxidation by free radicals



# ANTIOSSIDANTI NATURALI

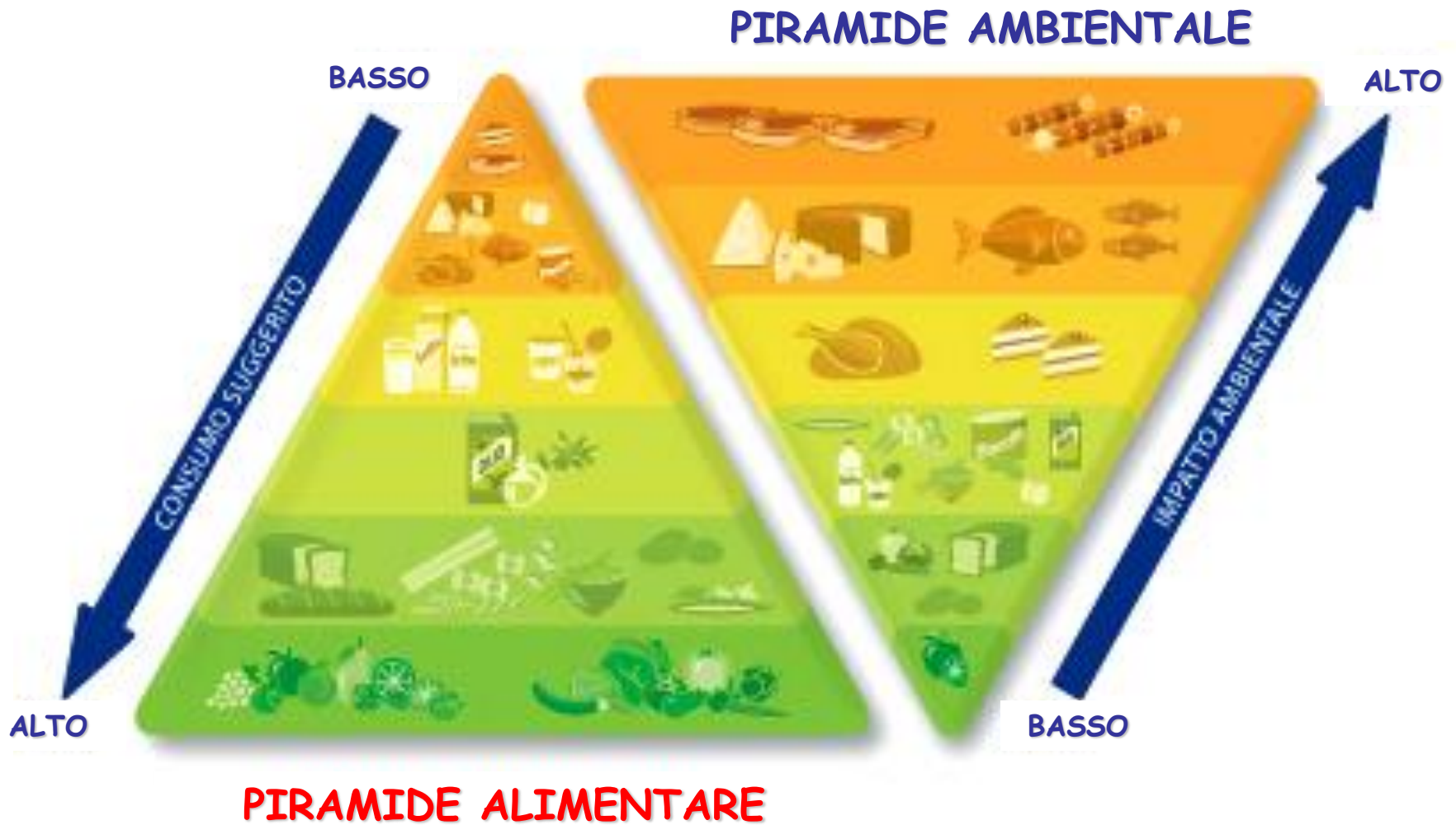
- I. Sono sostanze di origine vegetale che possono dar luogo a reazioni di ossidoriduzione.
- II. Per il loro elevato Potenziale REDOX molto negativo hanno una grande tendenza ad ossidarsi, cioè a cedere elettroni ad altre sostanze che verranno quindi ridotte \*.
- III. Per la loro caratteristica di ossidarsi facilmente gli antiossidanti sono un bersaglio preferenziale di ossidanti e radicali liberi ossidanti. Proteggono le cellule da stress di tipo ossidativo.
- IV. La loro predisposizione all'ossidazione rende gli antiossidanti instabili, poco conservabili e facilmente disattivabili durante i processi tecnologici di trasformazione e confezionamento degli alimenti.

\* La maggior parte dei processi biochimici coinvolgono reazioni redox. Tali reazioni possono essere favorite cioè spontanee quando il trasferimento di e- avviene da una coppia redox con Pot. meno negativo ( $\Delta G^\circ < 0$ )



**... IMPATTO AMBIENTALE**

# LA DOPPIA PIRAMIDE



Fonte: Barilla Center for Food & Nutrition

Circa un quarto delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate allo stile di vita occidentale proviene dalla produzione alimentare, principalmente dagli allevamenti intensivi di bovini



Alcune catene di supermercati inglesi e francesi, e il governo svedese, hanno adottato nuove norme che prevedono l'indicazione della quantità di emissioni di anidride carbonica nelle etichette alimentari

Secondo un'analisi della Coldiretti, 8 italiani su 10 ritengono necessario riportare in etichetta una sorta di "contatore ecologico" che misuri le emissioni di gas ad effetto serra (CO<sub>2</sub>)

## L'IMPRONTA ECOLOGICA

Misura la quantità di terra (o di acqua) biologicamente produttiva necessaria sia a fornire le risorse consumate, sia ad assorbire i rifiuti prodotti.

ALIMENTO	IMP. ECOLOGICA (m <sup>2</sup> /100g)	ALIMENTO	IMP. ECOLOGICA (m <sup>2</sup> /100g)
Patate-patate bollite	2-7	Olio d'oliva	14,6
Frutta	3	Biscotti	16
Ortaggi di stagione	5	Legumi-legumi bolliti	16-21
Ortaggi di stagione bolliti	9	Dolci	30
Pane	6,7	Carne bianca	33
Ortaggi in serra	9	Carne bianca cotta	46
Ortaggi in serra bolliti	14	Pesce-pesce cotto	56-69
Uova-uova bollite	9-14	Formaggio	75
Riso-riso bollito	9-14	Carne rossa	92
Pasta-pasta bollita	12-7	Carne rossa cotta	105



## DIETA NORDAMERICANA

consumo prevalente di carne, dolci e alimenti ad elevato contenuto di grassi



impronta ecologica:  $26,8 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$        $\text{CO}_2$  emessa: circa  $5,4 \text{ kg g}^{-1}$

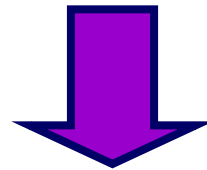


## DIETA MEDITERRANEA

consumo prevalente di carboidrati, frutta e verdura



impronta ecologica:  $12,3 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$        $\text{CO}_2$  emessa: circa  $2,2 \text{ kg g}^{-1}$



coincidenza, in un unico modello, di due obiettivi diversi ma altrettanto rilevanti:

**salute e tutela ambientale**