

Fondamenti della **Sicurezza alimentare**

Laura Toti

**Dipartimento di Sanità Pubblica Veterinaria e Sicurezza
Alimentare**

Istituto Superiore di Sanità
Reparto Pericoli Microbiologici

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



La vita degli organismi, è caratterizzata da continui processi di costruzione e demolizione di molecole organiche: quando il ciclo vitale giunge al termine, le macromolecole vengono scisse in molecole sempre più piccole, che ritornano nell'ambiente (suolo, aria, acqua.)

Nell'alternarsi dei processi di *organicazione* (dalle sostanze inorganiche a quelle organiche) e di *mineralizzazione* (da organiche a inorganiche) la materia, intesa come insieme di atomi e molecole, resta inalterata e non viene consumata: quindi viene costantemente riciclata.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



La parola "*microrganismi*" viene spesso associata, a qualcosa di negativo e di pericoloso.

In realtà, come abbiamo visto, questo concetto va equilibratamente rivisto, perché dobbiamo tener presente che nel mondo in cui viviamo, i microrganismi sono estremamente diffusi a cominciare da quelli presenti nel nostro corpo, negli alimenti che mangiamo e negli ambienti che frequentiamo.

Da un punto di vista biologico i microrganismi costituiscono infatti la massa vivente principale: anche se considerati singolarmente sono talmente minuscoli da non essere visibili, ma il loro insieme, cioè la loro massa, costituisce l'entità biologica più rilevante del nostro pianeta.

Questo ci sottolinea l'importanza che essi rivestono nel condizionare tutte le funzioni vitali che si svolgono in qualunque ambiente terrestre.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



In questo ciclo i microrganismi hanno un ruolo fondamentale poichè sono i responsabili di innumerevoli processi di trasformazione della materia e presiedono all'essenziale fenomeno della *decomposizione*.

Senza questo fenomeno, infatti, la materia organica si accumulerebbe a dismisura, con conseguenti limitazioni dello spazio vitale; soprattutto non sarebbe continuamente disponibile il magazzino di materie prime indispensabile per assicurare il mantenimento del normale ritmo della vita.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Il metabolismo microbico è responsabile di molti processi di trasformazione.

I prodotti che ne derivano, possono essere utili o dannosi per l'uomo: nel primo caso l'uomo ha messo a punto tecniche per promuovere o guidare questi processi, nel secondo caso l'obiettivo è stato di prevenire o arrestare le trasformazioni indesiderate.

Molti dei cibi che consumiamo sono il risultato di una trasformazione microbica o possono subirla loro malgrado.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Caratteristiche dei microrganismi

Sono costituiti da una o poche cellule.

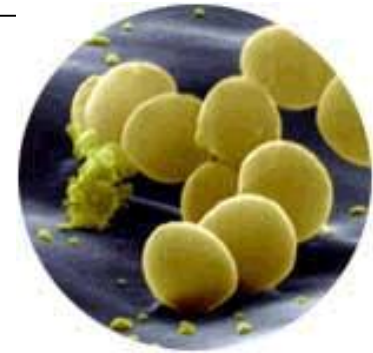
Hanno forme allungate dritte, ricurve, spiralate, irregolari, oppure sferiche.

Sono di dimensioni microscopiche: pochi micron

Spesso non incidono sull'odore e sul gusto dell'alimento .

Hanno un'elevata capacità di riproduzione.

Possono essere **Batteri**, **Virus**, **Lieviti**, **Muffe**.



DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Caratteristiche dei microrganismi

Possono essere aerobi o anaerobi, questi ultimi possono o devono vivere senza l'ossigeno. I primi ottengono l'energia necessaria per l'espletamento delle funzioni vitali dalla respirazione, mentre alcuni degli anaerobi traggono energia mediante un diverso processo metabolico, la fermentazione del substrato, che in genere è di natura zuccherina.

Alcuni batteri per vivere prediligono od esigono "alte" temperature, (*batteri termofili*). Il freddo invece non uccide i batteri ed alcuni possono vivere anche a 4° C , la maggior parte può comunque sopravvivere, anche a lunghi soggiorni a -80° C.

Altri batteri preferiscono od esigono ambienti acidi, mentre taluni prediligono o esigono, ambienti ricchi di sale (*alofili*) o di zucchero (*osmofili*). Altri ancora resistono alle alte pressioni, anche di diverse centinaia di atmosfere (*barofili*).

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Relazioni tra batteri e organismi



L'interazione dei microbi con gli altri organismi è sempre indispensabile e vitale.

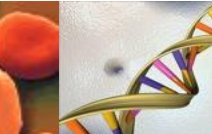
A seconda del loro tipo di interrelazione con gli altri organismi.

I microrganismi si possono dividere in, **autotrofi**, quando sono in grado di provvedere a se stessi autonomamente, cioè di sintetizzare i composti del carbonio direttamente dall'anidride carbonica dell'aria.

I **simbionti** hanno invece un rapporto di scambio e di reciproco vantaggio con i loro ospiti, mentre i **parassiti** vivono totalmente a loro carico.

I **saprofiti** vivono invece su animali e vegetali morti, decomponendoli.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Ambienti di crescita



I microrganismi popolano tutti gli ambienti della terra:
Suolo, aria, acqua e organismi viventi

Piante, animali e l'uomo stesso veicolano e ospitano molti microrganismi, che vivono sia sulle superfici esterne che nell'intestino; le masse muscolari sono invece sterili.

In molti casi, durante la vita, possono pervenire microrganismi che sono causa di malattia e che alterano lo stato fisiologico normale dell'ospite

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Flora microbica (1)

Nella microbiologia alimentare la flora microbica viene divisa in tre grandi gruppi a seconda del significato igienico-sanitario che riveste.

Il primo gruppo è costituito dalla cosiddetta ***flora microbica saprofitaria*** che è quella propria dell'alimento e che è costituita da microrganismi che non creano pericoli per la salute del consumatore ma che si riproducono nell'alimento e a lungo andare ne possono causare il deterioramento.

Per arginare quest'ultimo, si adottano vari tipi di trattamenti come la cottura, la salagione, l'essiccamento o, più recentemente, l'irraggiamento, per aumentare quella che si chiama la *shelf-life* del prodotto, in modo tale che questo possa essere conservato il più a lungo possibile e quindi possa essere consumato anche non nell'immediato.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Flora microbica (2)

Il secondo gruppo è quello dei *patogeni*.

Nel momento in cui sono presenti dei patogeni o potenzialmente tali, l'alimento può diventare pericoloso per la salute del consumatore.

Anche se è quasi impossibile evitare la contaminazione dei patogeni, dato che sono molto diffusi nell'ambiente e che esistono portatori sani, è comunque necessario contenerli entro livelli accettabili per la salute pubblica.

Per fare questo ci sono delle misure che devono essere prese a livello di produzione, che hanno come obiettivo la sicurezza alimentare e che sono prescritte da normative adottate in tutta Europa. Ugualmente importanti sono le misure che devono essere prese dai consumatori a livello domestico, dove gli alimenti vengono preparati e consumati.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Flora microbica (3)

Il terzo gruppo di microrganismi è costituito dagli ***indicatori***: si tratta di microrganismi ubiquitari e molto abbondanti in natura, che si trovano soprattutto in ambienti contaminati da deiezioni derivanti dagli animali o dall'uomo.

La presenza di questi microrganismi rappresenta quindi un campanello d'allarme, perché il loro rilevamento segnala il rischio della possibile presenza dei patogeni e quindi l'eventualità di contrarre malattia, in seguito al consumo di quell'alimento.

Il livello e la qualità dei microrganismi negli alimenti vanno dunque sorvegliati per limitare sia la flora saprofitaria deteriorante del prodotto che quella patogena, la quale può essere causa di malattia.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



I BATTERI possono essere

1

Utili

- **flora batterica**
- **batteri della vinificazione**
- **fermenti lattici**

2

Innocui

- **batteri saprofiti**

3

Dannosi

- **batteri che provocano la degradazione degli alimenti**

4

Pericolosi

- **batteri in grado di provocare malattie o produrre sostanze tossiche**

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Trasformazioni utili

L'attività dei microbi in genere, ma soprattutto di batteri, lieviti e funghi ha come conseguenza la trasformazione della materia di cui si nutrono.

Questa caratteristica ha portato l'uomo a riconoscere, sfruttare e spesso guidare i processi trasformativi, che gli risultano utili nel campo alimentare.

Sono esempi di questo tipo di manipolazione, la produzione del pane, del vino e del formaggio.



DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Alcuni esempi di batteri "utili"

I batteri lattici

Hanno forma bastoncellare o coccoide, per poter vivere non richiedono aria in quanto non sono in grado di respirare, ma fermentano gli zuccheri semplici (glucosio, lattosio, ect.), dando origine ad acido lattico, acidificando quindi l'ambiente in cui si sono sviluppati.

Questa caratteristica attività metabolica, la **fermentazione lattica**, viene da lungo tempo sfruttata dall'uomo a proprio beneficio, forse anche da alcuni nostri progenitori alcune centinaia di migliaia di anni. Tuttavia lo sfruttamento cosciente e razionale dei batteri è iniziato soltanto cent'anni fa.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



I batteri lattici

Alcuni alimenti che subiscono la fermentazione lattica, assumono caratteristiche chimico-fisiche, organolettiche, sensoriali e nutritive differenti, da quelle del prodotto di partenza. Questi alimenti fermentati presentano inoltre una maggiore conservabilità e talora anche un più alto grado di sicurezza d'uso.

I batteri lattici, tra cui *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, possono essere anche responsabili dell'acidificazione del latte, evento comunemente considerato come un processo alterativo. Se invece governato in modo opportuno, questo processo porta all'ottenimento di *latti fermentati* come lo **yogurth**.

Anche la produzione dei **formaggi** altro non è che un differente tipo di trasformazione del latte, dove vi è pure indispensabile partecipazione dei batteri lattici.

Lo stesso caratteristico aroma del **burro** è dovuto alla presenza del diacetile, che è un metabolita di alcuni batteri lattici.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



I batteri lattici

Anche nella produzione di **vino** in molti casi, specie per i vini rossi destinati all'invecchiamento, vi è l'intervento dei batteri lattici, in particolare di *Leuconostoc oenos*, che è in grado di migliorare il vino trasformando l'acido malico in acido lattico.

Anche per alcuni **insaccati** i processi di maturazione sono governati positivamente anche da determinati tipi di batteri lattici

Tutti questi processi fermentativi attualmente non vengono più lasciati al caso, ma vengono gestiti mediante l'impiego di selezionate colture di avvio (*colture starter*), che apposite industrie o laboratori producono e vendono agli operatori dei vari settori.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



I bifidobatteri

Sono bastoncini di forma irregolare, a Y, che producono, come i batteri lattici, acido lattico, ma attraverso una differente via metabolica.

Svolgono naturalmente *un'attività probiotica* e si riscontrano facilmente nel tratto intestinale dei neonati ed in quello gastro-enterico dei soggetti giovani di diversi animali, anche da allevamento.

Agiscono quindi a favore della nostra salute impedendo che nel nostro intestino si sviluppino microbi dannosi ad attività putrefacente.

Con ceppi selezionati di bifidobatteri, vengono preparati dei particolari ***latti fermentati***, per la loro attività probiotica.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



I batteri sporigeni

Alcuni ceppi di batteri sporigeni producono **antibiotici** di interesse farmaceutico, altri producono metaboliti ad attività **insetticida**, contro lepidotteri che attaccano alcune colture agrarie.

Da uno di questi, *Bacillus thuringensis*, è stato anche isolato e caratterizzato il gene che codifica la produzione del metabolita attivo contro la piralide, una terribile farfalla che distrugge le colture di mais.

Questo gene è stato poi trasferito in piante di mais che hanno così acquisito la capacità di sintetizzare la tossina di *B. thuringensis*.

La larva della piralide utilizza per la propria alimentazione le foglie del mais e così facendo si avvelena.

E' questo un esempio di un prodotto vegetale, il mais, transgenico.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



I batteri dell'azoto

Si fa qui riferimento ad un gruppo particolare di batteri che sono in grado di utilizzare *l'azoto atmosferico*.

Questa capacità, che si riscontra soltanto nell'ambito dei procarioti, risulta di estremo interesse per le produzioni agrarie in quanto determinano un apporto naturale di azoto al terreno di cui le piante possono usufruire.

Vi sono stati tentativi, anche riusciti, di migliorare la fertilità dei suoli mediante dispersione di biomasse di questi batteri.

Un gruppo di questi batteri ha la particolarità di vivere in simbiosi con alcuni tipi di vegetali, specie con le leguminose. Questi si insediano a livello delle radici dando luogo alla formazione di visibili ingrossamenti.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



I lieviti

Tutti conoscono il lievito della fermentazione alcolica, il *Saccharomyces cerevisiae*, che viene utilizzato per ottenere, da mosti zuccherini, diverse bevande alcoliche (vino, birra, sidro, sakè).

Anche la lievitazione del pane si deve all'attività fermentativa di questo lievito: è l'anidride carbonica che si sviluppa a far gonfiare l'impasto di acqua e farina.

Per questi motivi che oggi ceppi selezionati di lievito vengono prodotti e venduti ai panettieri, ai pasticceri, ai produttori di vino e di birra.

Anche in campo zootecnico vi è consumo di biomasse di lievito per preparare mangimi.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Le muffe

Tra le muffe vi sono noti produttori di **enzimi** di interesse agro-alimentare ed industriale.

Si possono ottenere proteasi, amilasi per la produzione di sciroppi zuccherini a partire da materiali amilacei, lipasi, enzimi cellulolitici per avere, da paglie e altro materiale ricco di cellulosa, idrolizzati zuccherini da impiegare nel settore delle fermentazioni.

Nel settore lattiero-caseario è indispensabile impiegare ceppi di *Penicillium roqueforti* per ottenere formaggi erborinati come il gorgonzola e di *P. camemberti* per la produzione di quei formaggi la cui superficie è ricoperta da un candido feltro, come nel caso del camembert e del brie.

Il feltro è costituito dalle ife (filamenti) e dai conidi (spore) di colore bianco della muffa, la quale con il suo svilupparsi conferisce a questi formaggi anche le loro peculiari caratteristiche organolettiche.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



EFFETTI DANNOSI

La trasformazione ad opera dei microbi della materia di cui si nutrono, può avere conseguenze dannose per il nostro organismo.

A trasformazioni di questo tipo sono dovute, per esempio, le infezioni alimentari, le intossicazioni o tossinfezioni e gli avvelenamenti.

Per fronteggiare le trasformazioni che risultano dannose per la sua salute, l'uomo ha imparato a mettere a punto tecniche che permettono di prevenirle e bloccarle: è questa infatti l'origine dei metodi di conservazione degli alimenti.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Le infezioni e le intossicazioni alimentari

Quando si ingeriscono cibi in cui sono presenti microbi patogeni si verifica una ***infezione alimentare***.

Può succedere che l'uomo consumi alimenti in cui si siano già moltiplicati dei microbi, che secernono tossine.

In questo secondo caso, si parla di ***intossicazione alimentare***.

Più esposte al rischio di infezioni e/o intossicazioni, sono le persone che consumano cibi crudi (latte, formaggi ottenuti da latte crudo, ortaggi mal lavati, frutti di mare, ecc.) o poco cotti (carne rossa o bianca, pesce). Infatti il calore dei trattamenti termici industriali e la cottura casalinga normalmente inattivano i microbi, per lo più batteri, responsabili di questi disturbi sanitari.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



DEFINIZIONI



PATOGENO

Qualsiasi microrganismo in grado di generare malattie all'organismo ospite



NON PATOGENO

Qualsiasi microrganismo che non dà luogo a malattie all'organismo ospite



OPPORTUNISTA

Microbo che normalmente non è patogeno ma che in particolari condizioni è in grado di dare malattia

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Microbiologia alimentare

- Proteggere il consumatore dalle malattie trasmesse con gli alimenti
- Prevenire l'azione degradativa da parte del metabolismo microbico

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Microrganismi degradativi e patogeni

- Alimenti contaminati da un numero elevato di microrganismi patogeni possono sembrare edibili
- Le misure per prevenire la crescita di microrganismi patogeni non sempre sono utili a controllare la crescita di microrganismi degradativi.
- L'applicazione di misure che prevengono la crescita dei microrganismi degradativi sono efficaci anche a inibire i patogeni, ma non eliminano il rischio microbiologico (virus e parassiti non si riproducono sugli alimenti, ma possono dare malattia a basse dosi).

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Ricerca dei patogeni

- I batteri patogeni sono normalmente presenti in piccolo numero
- Le tecniche per la determinazione diretta dei patogeni negli alimenti sono spesso lunghe e difficili.
- I batteri patogeni sono erraticamente diffusi sull'alimento

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



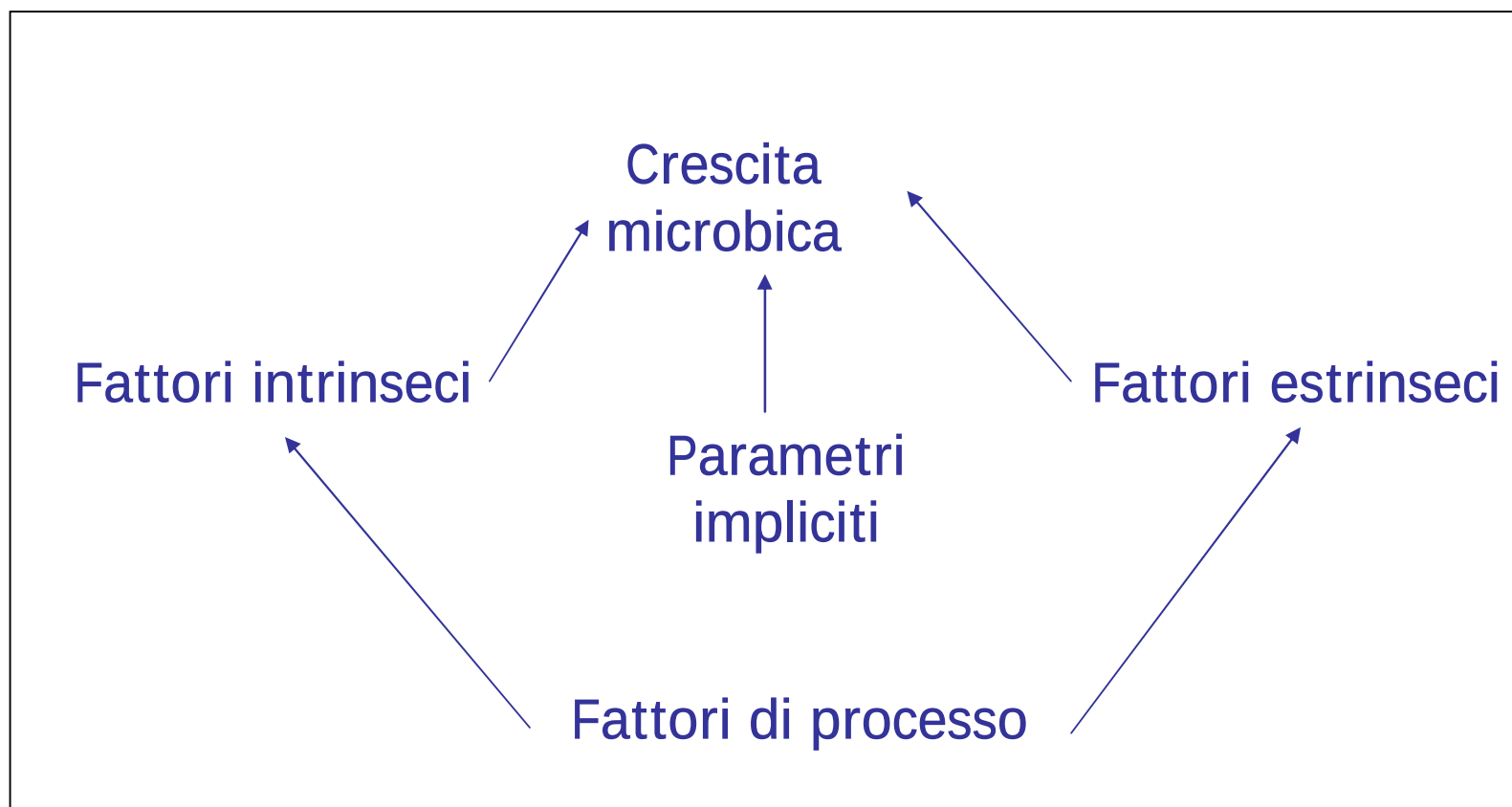
Organismi indice e indicatori

- **Organismi indice:** indicano la possibile presenza di organismi patogeni ecologicamente correlati.
 - E.coli
- **Organismi indicatori:** forniscono indicazioni sulle carenze igieniche dell'alimento, talvolta legate alla produzione.
 - Conta batterica mesofila
 - *Stafilococcus aureus*

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Fattori che determinano la crescita microbica

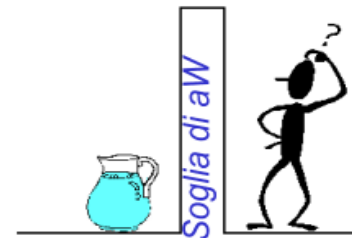


DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



ACQUA LIBERA (aW)

- *Per acqua libera si intende l'acqua che può essere utilizzata dai microrganismi*
- *Ciascun microrganismo presenta una propria soglia di aW, al di sotto della quale è incapace di utilizzare l'acqua presente nell'alimento*



DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



L'IMPORTANZA DELL'ACQUA



***I microrganismi
necessitano di acqua
per il loro metabolismo***

***Gli alimenti, a seconda dei
trattamenti subiti,
possiedono quantità di
acqua differenti***

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



CLASSIFICAZIONE DEGLI ALIMENTI IN FUNZIONE DI a_w

**Altamente deperibili
($a_w = 0.95$)**

**Deperibili
($0.95 > a_w > 0.90$)**

**Alimenti con umidità
intermedia
($0.90 > a_w > 0.60$)**

**Alimenti con
bassa umidità
($a_w < 0.60$)**

Alimenti freschi alterabili facilmente se non trattati ulteriormente ; tali alterazioni sono dovute a batteri gram negativi

Sono facilmente deperibili come i precedenti. Le alterazioni sono date per lo più da batteri gram negativi

Se conservati in ambiente non umido non permettono lo sviluppo di batteri: In ambiente aerobio le alterazioni sono date da muffe

Alterabili biologicamente solo se reidratati

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



L'aW DEGLI ALIMENTI

<i>1.00 - 0.95</i>	<i>alimenti rapidamente deperibili: verdura, carne, pesce, latte, salumi cotti; alimenti contenenti fino al 40% di saccarosio o 7% di sale</i>
<i>0.95 - 0.91</i>	<i>alcuni formaggi, carne affumicata; alimenti contenenti fino al 55% di saccarosio o 12% di sale</i>
<i>0.91 - 0.87</i>	<i>salumi stagionati, paste fresche, formaggi a pasta dura, margarina; alimenti contenenti fino al 65% di saccarosio o 15% di sale</i>
<i>0.87 - 0.80</i>	<i>farina, riso, legumi con il 15-17% di acqua, dolci alla frutta, prosciutto affumicato artigianale</i>
<i>0.80 - 0.75</i>	<i>marmellata, gelatina di frutta, marzapane, frutta candita</i>

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



L'aW DEGLI ALIMENTI

<i>0.75 - 0.65</i>	<i>fiocchi d'avena con il 10% di acqua, noci, dolci al cucchiaino, diversa frutta secca</i>
<i>0.65 - 0.60</i>	<i>frutta secca con il 15 - 20% di acqua, miele</i>
<i>0.5</i>	<i>pasta con circa il 12% di acqua</i>
<i>0.4</i>	<i>uova in polvere con circa il 5% di acqua</i>
<i>0.3</i>	<i>biscotti, cracker, pane grattato</i>
<i>0.2</i>	<i>latte in polvere, cornflakes, frutta secca con il 5% di acqua, cracker, biscotti rustici</i>

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Fattori intrinseci A_w

A_w	Microrganismi	Alimenti
1.00-0,95	Gram-; Spore batteriche	Salsiccie cotte, mollica di pane
0,95-0,91	Lattobacilli, Bacillaceae, cocchi	Dry ham, formaggi a media maturazione
0,91-0,87	La maggioranza dei lieviti	Salame, formaggio maturo
0,87-0,80	Funghi, <i>Staph. aureus</i>	Farina, riso, legumi con $H_2O = 15-17\%$
0,80-0,75	Batteri alofili	Marmellate e confetture
0,75-0,65	Funghi xerofili	Fiocchi d'avena con $H_2O = 10\%$
0,65-0,60	Lievidi osmofilitici	Caramelle $H_2O = 8\%$
<0,50	Non vi è proliferazione	Vegetali essiccati $H_2O = 5\%$

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE





- È l'unità di misura che esprime l'effettiva acidità o basicità di una sostanza
- Il pH svolge un'importante azione selettiva sulla flora microbica
- A pH acido (< 7) i batteri muoiono lentamente, e quelli che non muoiono subiscono un forte stress
- Di solito i patogeni crescono a $pH > 4.5$

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



pH APPROSSIMATIVI DI ALCUNI PRODOTTI ALIMENTARI

<i>manzo</i>	5,3 - 6,8
<i>maiale</i>	5,3 - 6,4
<i>pollo</i>	5,8 - 6,4
<i>pesce</i>	6,5 - 6,8
<i>latte fresco</i>	6,3 - 6,5
<i>burro</i>	6,1 - 6,4
<i>patate</i>	5,2 - 6,0
<i>pomodori</i>	4,2 - 4,9
<i>mele</i>	2,9 - 3,3
<i>uva</i>	3,4 - 4,5
<i>limoni</i>	2,2 - 2,4

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Acidità e potere tampone

- *Clostridium botulinum* non metabolizza le sue tossine a $\text{pH} < 4,5$
- $\text{pH} > 9$ dell'albume impedisce la crescita microbica
- Potere tampone impedisce l'acidificazione dei vegetali (cavoli) durante la fermentazione permettendo che i microrganismi li trasformino in crauti.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



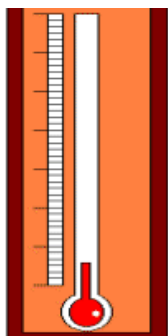
L'OSSIGENO

In base alle loro esigenze di ossigeno i batteri possono essere suddivisi in:

<i>AEROBI</i>	Vivono solo in presenza di ossigeno come l'uomo e gli animali
<i>ANAEROBI</i>	Vivono solo in assenza di ossigeno; per loro l'ossigeno è dannoso
<i>AEROBI O ANAEROBI FACOLTATIVI</i>	Possono vivere indifferentemente sia in presenza che in assenza di ossigeno

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE





LA TEMPERATURA

I vari tipi di microrganismi gradiscono temperature diverse per il proprio habitat ottimale



Psicrofili



Mesofili



Termofili

Prediligono

il freddo

temperatura
intermedia

il caldo

**Intervallo
di crescita**

0-25°C

20 - 45°C

45-70°C

**Temperatura
ottimale**

10°C

30-37°C

50-55°C

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE

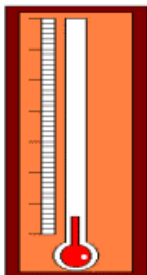


TEMPERATURE IMPORTANTI PER LA SICUREZZA DEGLI ALIMENTI



DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE





LA TEMPERATURA

*Sia le alte che le basse temperature
possono essere usate per distruggere o
rallentare la crescita microbica*

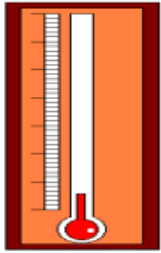
*La temperatura esplica
una doppia azione*

BATTERIOSTATICA

BATTERICIDA

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE





LA TEMPERATURA

LE TEMPERATURE DI SICUREZZA DEGLI ALIMENTI SONO

3 o 4 °C

Per arresto proliferazione patogeni

-10°C

Per arresto di ogni moltiplicazione

-18 °C

Per arresto della crescita di lieviti e muffe. Permane comunque l'attività di alcuni enzimi (lipasi, proteasi) anche se minima

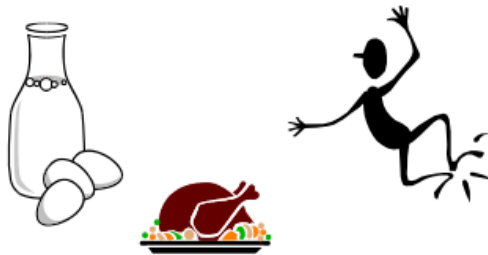
DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



IL NUTRIMENTO

**PER VIVERE E
MOLTIPLICARSI I BATTERI
HANNO BISOGNO DI
ALIMENTARSI**

***Gli alimenti preferiti dai batteri, e spesso
all'origine delle tossinfezioni, sono quelli
ricchi di proteine ed acqua***



DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



IL NUTRIMENTO



CARNE

Arrosti, polpettone



POLLAME

Rollate, insalate di pollo



UOVA

Maionese, tiramisù, creme



LATTE

Creme, panna

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Fattori intrinseci

- Nutrienti

- Proteine
- Lipidi
- Carboidrati
- Vitamine

- Costituenti antimicrobici

- Oli essenziali
- Tannini e glicosidi
- Lisozima e avidina nelle uova

- Strutturali

- Membrane e guscio nelle uova
- Cuticola dei vegetali
- Strutture protettive delle fasce muscolari

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Fattori estrinseci (temperatura di conservazione)

Tipo	Temperatura minima	Temperatura ottimale	Temperatura massima*
Psicrofili	-15	10-15	18-20
Psicotrofi	-5	20-30	35-40
Mesofili	5-10	30-37	~45
Termotrofi	10	42-46	~50
Termofili	25-40	50-80	60-85

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Fattori di processo

- **Trattamenti termici** (pastorizzazione)
- **Irradiazione**
- **Composizione chimica**
 - Aw (essiccamento, liofilizzazione, affumicamento)
 - pH (fermentazioni; aggiunta di acidi)
 - Additivi antimicrobici (SO₂, Acido sorbico o benzoico, ecc)
- **Proliferazione batterica**
 - Inclusione di ingredienti molto contaminati
 - Contaminazione della confezione
 - Frammentazione
 - Macchinari contaminati

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE

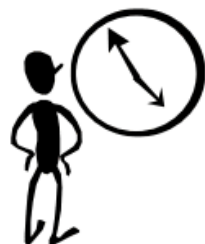


Parametri di processo

- Presenza di vapore d'acqua (umidità)
 - Migrazione esterna
 - Migrazione interna
- Ambiente gassoso
 - Atmosfera modificata
 - Ø Eliminazione dell'Ossigeno
 - Ø Incremento dell'anidride carbonica o di altri gas.

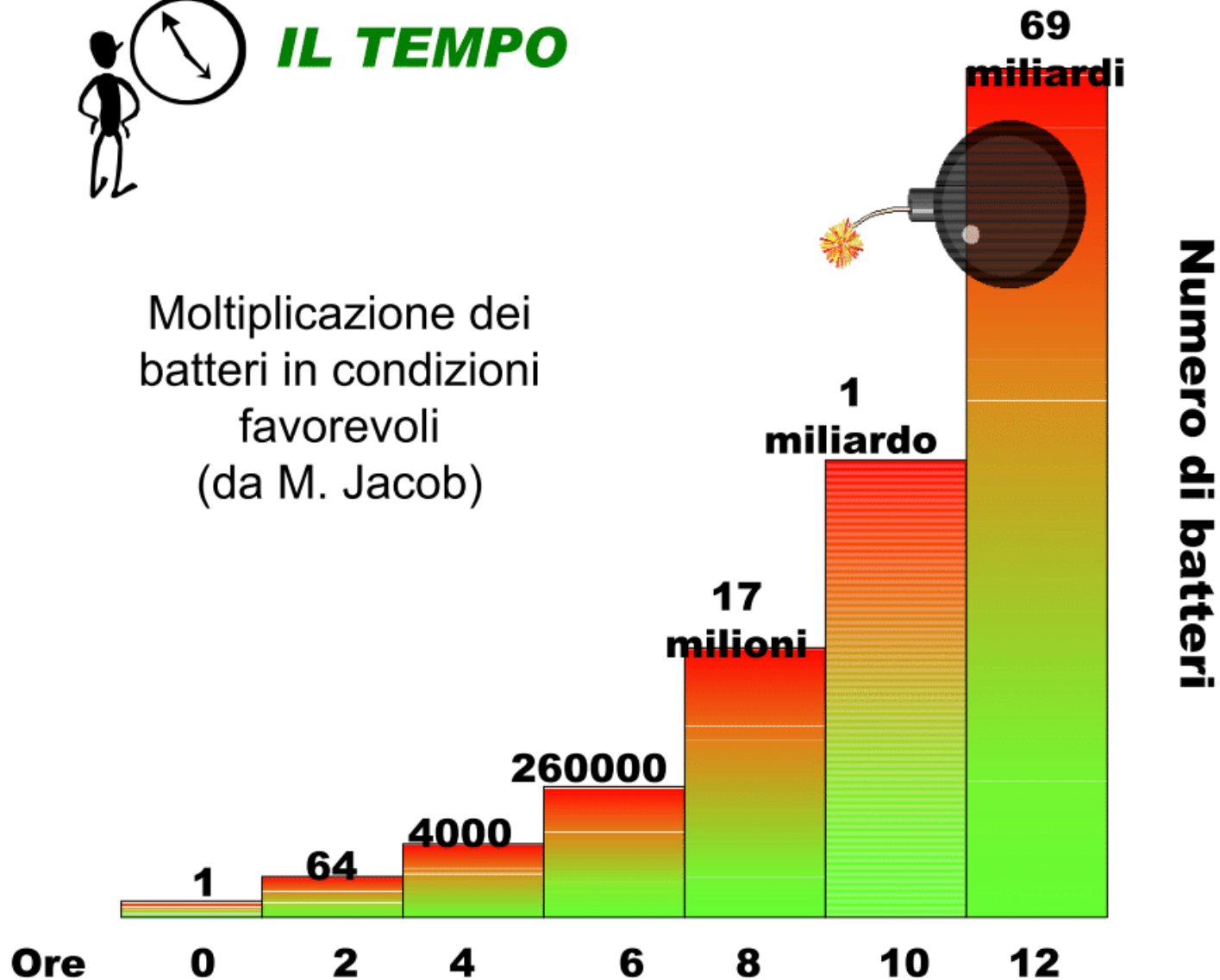
DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE





IL TEMPO

Moltiplicazione dei
batteri in condizioni
favorevoli
(da M. Jacob)



DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Fattori impliciti

- **Velocità di crescita specifica**
- **Simbiosi**
 - Disponibilità di nutrienti
 - Cambiamento del pH, del Rh, dell'Aw
 - Eliminazione sostanze antimicrobiche
 - Danneggiamento delle strutture protettive
- **Antagonismo**
 - Disponibilità di nutrienti
 - Cambiamento del pH, del Rh, dell'Aw
 - Formazione sostanze antimicrobiche
 - Lisi dei batteri da parte dei fagi

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



SINERGISMO MICROBICO

LO SVILUPPO DI UN GERME FAVORISCE LO SVILUPPO DI UN ALTRO GERME



- *Variazioni di pH e aW*
- *Modificazioni del potenziale Redox*
- *Metabolizzazione composti ad azione antimicrobica*
- *Produzione di nutrienti*

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



ANTAGONISMO MICROBICO

LO SVILUPPO DI UN MICRORGANISMO CREA CONDIZIONI INADATTE PER LA CRESCITA DI ALTRI MICRORGANISMI



Utilizzo competitivo dei nutrienti

Variazione di pH e riduzione di Eh

Lisi batterica per azione di fagi

Produzione di composti ad azione batteriostatica o battericida

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



CONTAMINAZIONI MICROBICHE

La flora microbica presente in un alimento dipende da



STATO DELLE MATERIE PRIME

CONTAMINAZIONI IN FASE DI LAVORAZIONE

La flora microbica presente in un alimento dipende da



CARICA MICROBICA INIZIALE

ATTIVITA' METABOLICA DEI GERMI

CONDIZIONI AMBIENTALI FAVOREVOLI O
SFAVOREVOLI ALLO SVILUPPO MICROBICO

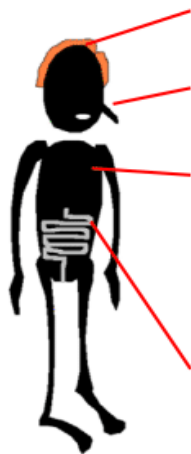
DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



L'UOMO COME FONTE DI CONTAMINAZIONE

Dal 10 al 40% delle tossine alimentari sono causate dalla contaminazione degli alimenti da parte dell'uomo. I germi presenti nell'uomo possono essere distinti in:

Autoctoni o residenti



Capelli

Mucose in contatto con l'esterno

Cute, fino al 20% sono localizzati nei pori, per cui non vengono eliminati con il lavaggio

Intestino

Microrganismi di transito derivati dal contatto con materiali

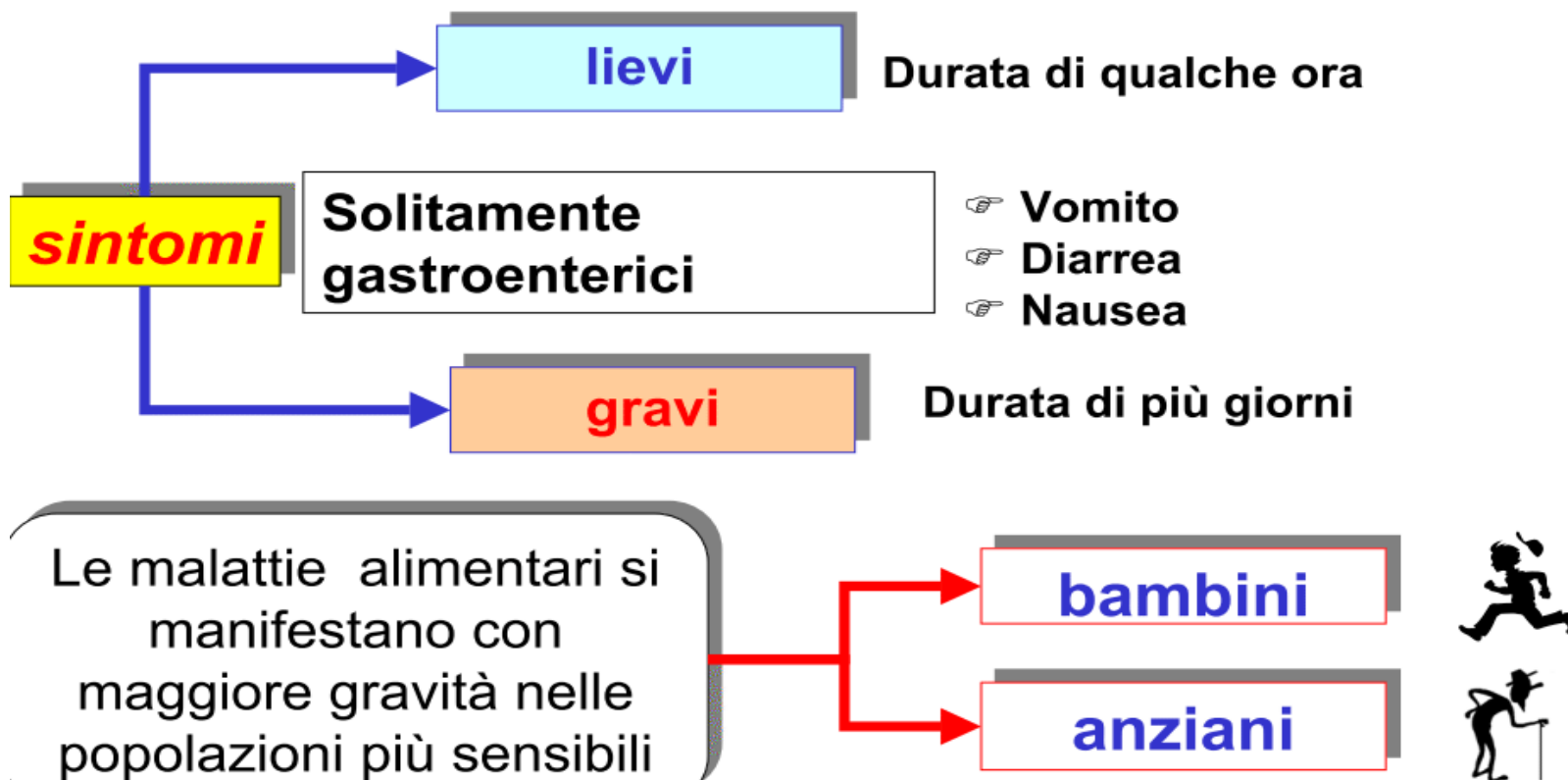
Tra questi germi possono trovarsi anche dei patogeni quali L. Monocytogenes, Salmonella, S. Aureus, Cacpilobacter, Y. Enterocolitica, Virus

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



LE TOSSINFEZIONI ALIMENTARI

Malattie che si manifestano in seguito all'ingestione di alimenti contaminati da microrganismi o dalle loro tossine



DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Fattori di diffusione delle T.A.

- Industrializzazione dei processi di produzione
 - Intensificazione delle pratiche animali
 - Intensificazione delle pratiche agricole
- Diffusione dei pasti collettive
 - 60% alimenti preparati nella rist. coll.
 - 20 % alimenti preparati in famiglia
- Incremento degli scambi internazionali
 - Regionalizzazione del rischio
 - Interruzione della catena del freddo
- Incremento di specie microbiche emergenti
 - Tecnologie di conservazione (Salmonelle e Listeria)
- Mancanza di metodologie per la identificazione dei patogeni

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



FATTORI CHE DETERMINANO UNA TOSSINFEZIONE

Un microrganismo



La contaminazione dell'alimento mediante

- utensili e superfici sporchi
- alimenti crudi
- personale addetto

Un alimento adatto



latte

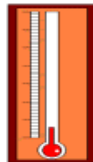


carne



pesce

Tempo e temperatura



che permettano
agli organismi
di moltiplicarsi



L'ingestione

dell'alimento
contaminato



DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE





DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Malattie trasmesse con gli alimenti

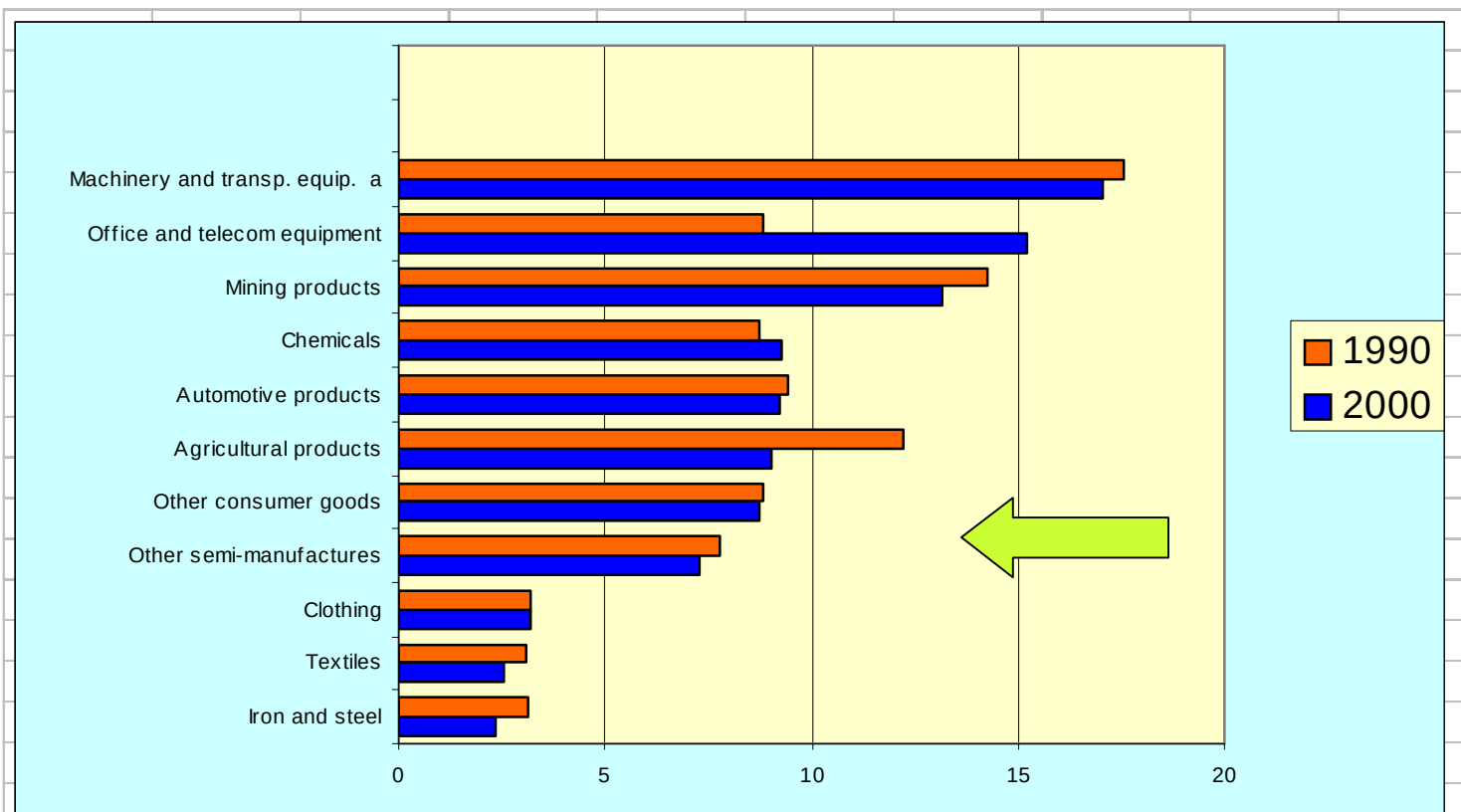
- **USA:** 70 milioni di casi di malattia, 300.000 individui ospedalizzati, 5.000 morti
- **Europa:** morbilità delle malattie trasmesse dagli alimenti seconda solo a quella delle malattie respiratorie (1/3 della popolazione totale viene colpita nel corso dell'anno)
- **Paesi in via di sviluppo:** 2,2 milioni di individui muoiono ogni anno per malattie trasmesse da alimenti o acqua

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE

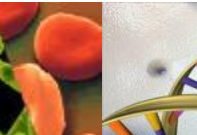
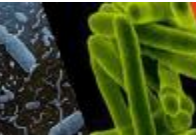


Mercato agro-alimentare mondiale

- 442 miliardi di dollari
- 460 milioni di tonnellate



DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



http://www.wto.org/english/res_e/statistics_e/its2001_e/its01_bysector_e.htm

Commercio internazionale

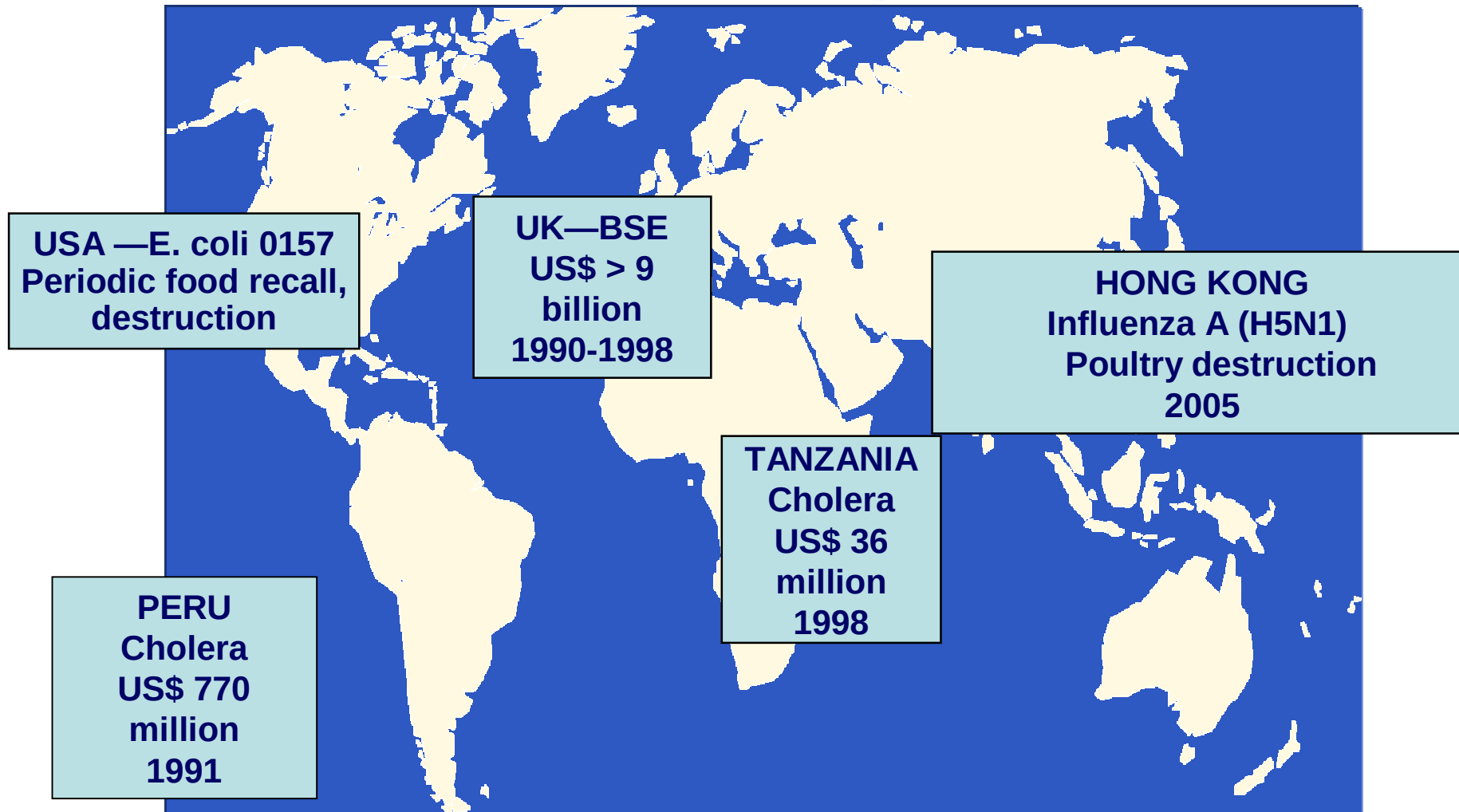
la crisi dei traffici internazionali:

- Emergenze alimentari associate a
 - globalizzazione del commercio
 - industrializzazione della produzione
- Percezione dei consumatori di una intrinseca incapacità delle strutture coinvolte nella produzione e nel controllo degli alimenti a prevenirle o ad eliminarle.
- Mancata riduzione delle malattie trasmesse dagli alimenti

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



FAO: Economic impact of some food-borne infectious disease outbreaks, 1990–2005



DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Necessita' di un nuovo sistema di controllo

- Accrescere la garanzia di sicurezza e riguadagnare la fiducia dei consumatori
- Sviluppare la sicurezza dei traffici internazionali

“In a globalized world, we all swim in a single microbial sea”

Brundtland GH, WHO Director-General, 2001

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Pietre miliari della sicurezza alimentare

Anno	Attività
Antiche religioni	Principio di proibizione
1900-oggi	Analisi microbiologica degli alimenti
1922	Introduzione dei criteri di processo per gli alimenti appertizzati a basso pH
1930-1960	Uso della valutazione del rischio per definire i criteri di processo per il latte UHT
1960	Introduzione delle GMP
1971	Formalizzazione dell'HACCP
1978	Modelli predittivi per determinare la crescita batterica negli alimenti
1995	Formalizzazione delle procedure per la valutazione quantitativa del rischio

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Principio di proibizione

- Religione ebraica richiede l'utilizzo di particolari tecniche di preparazione nel rispetto delle norme alimentari ebraiche. (Kasher-cucina valida, buona, adatta)
- Imperatore Leo IV di Bisanzio (886-911 DC) vietò il consumo di prodotti contenenti sangue per ridurre i casi di botulismo
- English Statute of Pillory and Thumbrell (1266) puniva i macellai che vendeva carne di bovini morti per peste
- Zurigo e Basilea (1319) proibizione di vendere pesce dopo che era stato conservato per più di un giorno. (tale proibizione non valeva se il pesce era venduto a stranieri)
- Giappone dal 1550, dopo la morte di un gruppo di soldati proibizione di vendita del pesce palla, al 1880, quando il primo ministro sopravvisse dopo aver consumato un piatto di Fugu,
- 1839 Stato di New York (proibizione del commercio di mitili dal 1 maggio al 1 settembre)

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Principio di precauzione

- 1982 l'assemblea generale della Nazioni Unite approva la "World Charter for Nature",
- 1992 Conferenza di Rio sull'ambiente e lo sviluppo. All'art. 15 *"in relazione alla protezione dell'ambiente, un approccio precauzionale sarà ampiamente applicato dagli Stati in relazione alle loro possibilità. Dove vi sono minacce di seri o irreversibili danni, la mancanza di informazione scientifica completa non sarà utilizzata come una ragione per posporre l'adozione di misure efficaci per prevenire la degradazione dell'ambiente"*.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Principio di precauzione

La **Comunità Europea** (Febbraio 2000) sottolinea la necessità di sviluppare linee guida per l'applicazione del principio di precauzione così da assicurare un alto livello di protezione dell'ambiente e *della salute umana, animale e delle piante*, quando i dati scientifici disponibili non permettono una completa valutazione del rischio. (ripreso nel Regolamento 178/2002)

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE

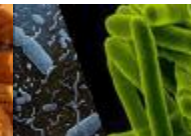


CODEX ALIMENTARIUS

- Nasce nel 1962 sotto il patrocinio della FAO e dell'OMS
- Scopo principale sviluppare Standard internazionali nel settore della Sicurezza d'uso degli alimenti
- Le raccomandazioni del Codex sono elaborate valutando
 - La salvaguardia della salute pubblica
 - Facilitare i traffici internazionale

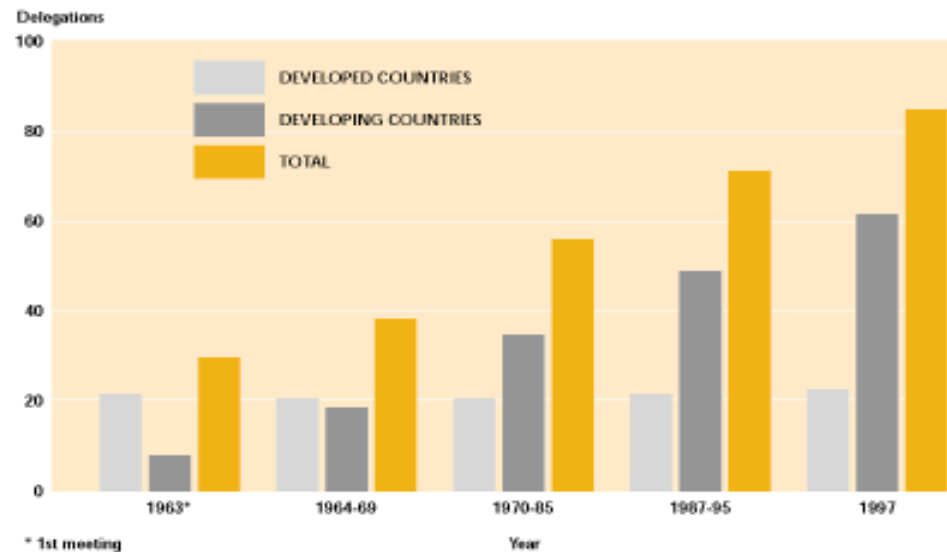


DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Codex Alimentarius

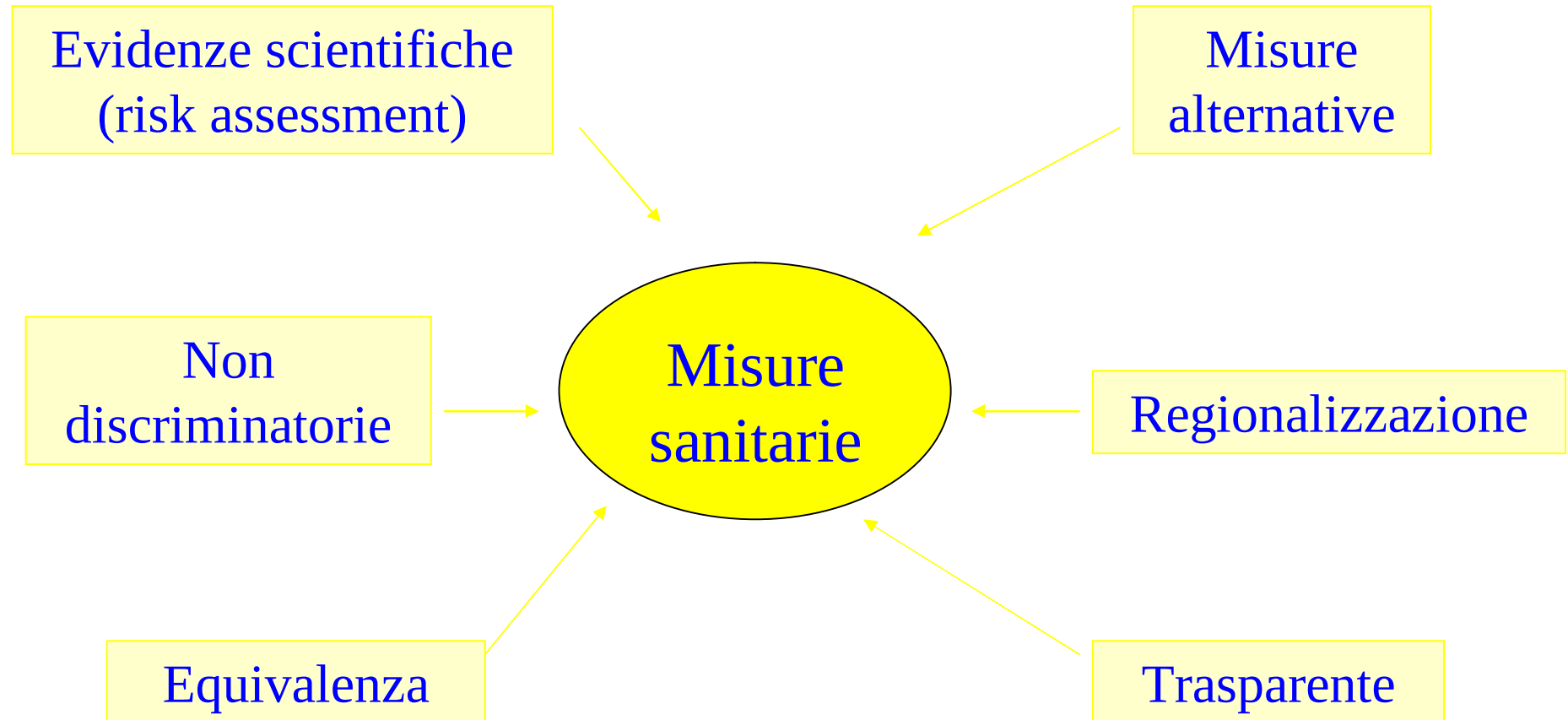
- 163 + 1 (CE) Paesi (97% della popolazione totale mondiale)
- 42 organizzazioni internazionali
- 151 organizzazioni non governative
- 16 organizzazioni che fanno riferimento all'ONU



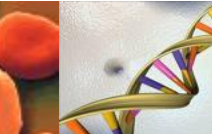
DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Accordi SPS



DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



ALOP

- L'ALOP definisce il grado di protezione pubblica che l'Autorità Sanitaria ritiene necessario per una data popolazione e che i sistemi di sicurezza alimentare devono essere in grado di assicurare.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



WTO/SPS Agreement

Gli alimenti dovrebbero essere liberamente importati se non incidono negativamente sull'**Appropriato Livello di(Of) Protezione (ALOP)** del consumatore.

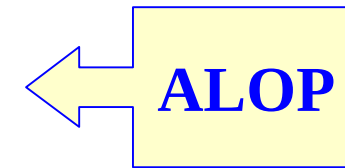
La valutazione del rischio è lo strumento con cui definire se l'ALOP è o non è rispettato.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Codex Alimentarius e valutazione del rischio microbiologico

Il limite massimo di casi di malattia riferibili ad un agente patogeno/100.000 abitanti/anno (ICSMF).



DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Codex Alimentarius e normazione degli scambi internazionali

Definizioni di standard alimentari per particolari merci	237
Codici di corretta pratica igienica e tecnologica	41
Valutazione di pesticidi	185
Limiti per residui di pesticidi	3274
Linee guida per contaminanti	25
Valutazione di additivi alimentari	1005
Valutazione di farmaci veterinari	54

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Comitato del Codex Alimentarius sull'igiene degli alimenti

Obiettivo principale:

- Ø Sviluppare in modo trasparente codici di riferimento internazionale.

Strumenti Principali:

- Ø L'analisi del rischio
- Ø L'applicazione di sistemi di assicurazione di qualità♣

♣ Il CCFH ha sottolineato in più occasioni che l'HACCP è il sistema di riferimento per garantire la sicurezza d'uso degli alimenti

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE



Nel **White Paper on Food Safety** viene detto tra l'altro che l'obiettivo della valutazione del rischio è:

...la creazione di un **network scientifico** ...per il controllo e la sorveglianza nell'area della sanità pubblica umana ed animale, come pure la creazione di sistemi d'informazione e di allerta, anche ai fini di un miglioramento della conoscenza scientifica...

inoltre viene detto che il potenziamento del sistema attuale di **valutazione e di comunicazione del rischio** (cioè dell'esistente supporto scientifico-tecnico) saranno un punto chiave della serie di misure necessarie per far sì che **l'Agenzia Europea per la Sanità** possa realmente diventare operativa.

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA VETERINARIA E SICUREZZA ALIMENTARE

