



Ordine
Nazionale
Biologi



Corso propedeutico all'Esame di Stato per Biologo a cura della Delegazione Campania dell'ONB

Igiene, prevenzione e Sanità Pubblica



Prof. Giorgio Liguori

Cattedra di Igiene ed Epidemiologia

Dipartimento di Scienze Motorie e del Benessere (DiSMeB)

Università degli Studi di Napoli "Parthenope"

giorgio.liguori@uniparthenope.it



Napoli, 5-6 novembre 2020

la conservazione degli alimenti

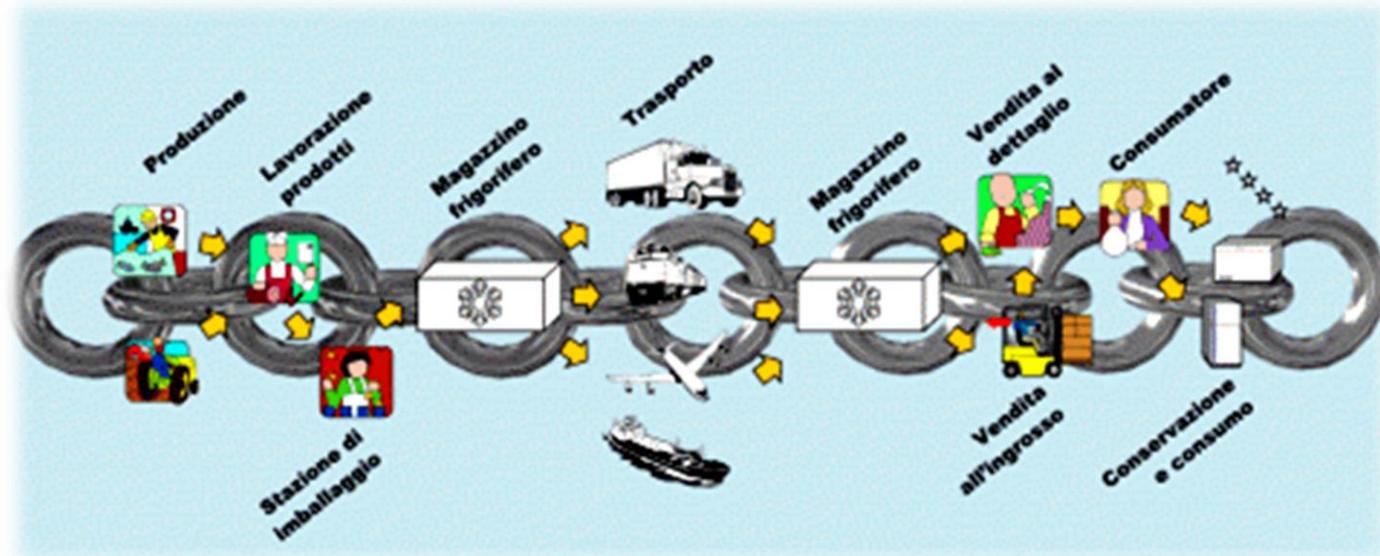
principi, obiettivi e metodi



igiene degli alimenti

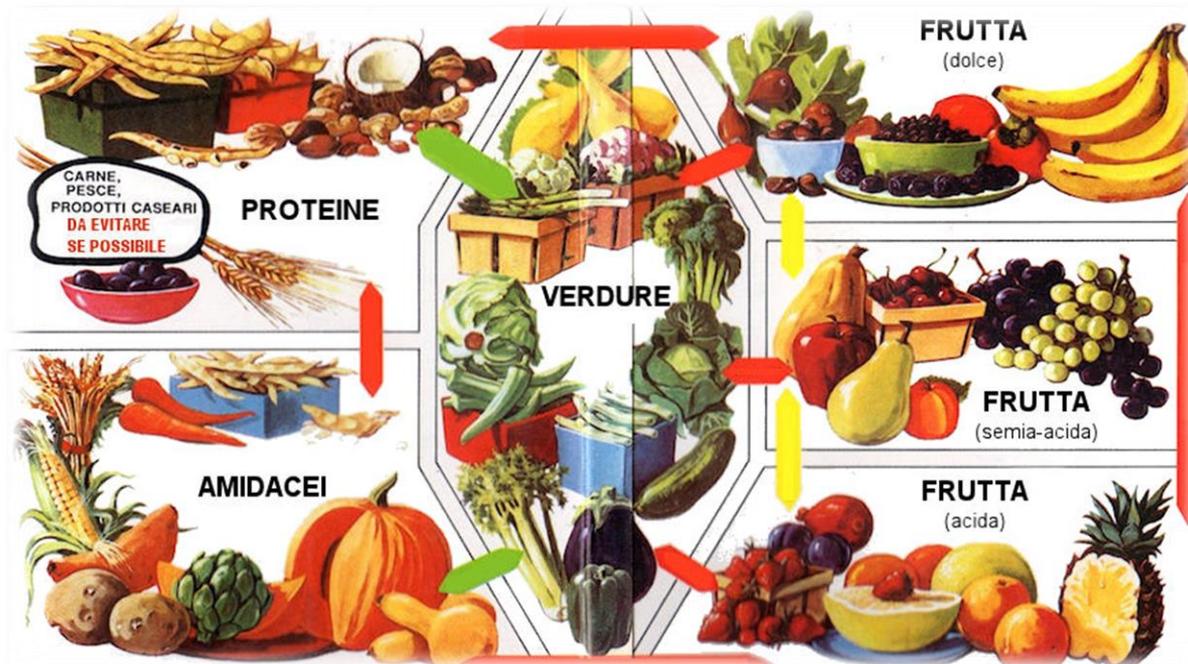
misure e condizioni necessarie per controllare i pericoli e garantire l'idoneità al consumo umano di un prodotto alimentare tenendo conto dell'uso previsto (Reg. CE 852/2004)

<http://www.sicurezzaalimentare.net/?LevelID=47>



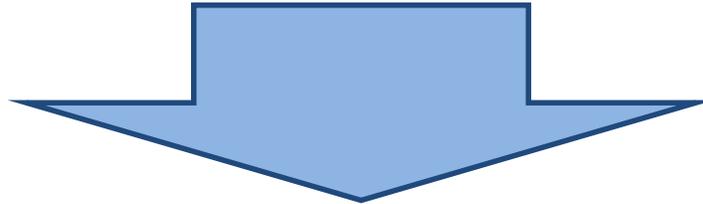
igiene dell'alimentazione (o della nutrizione)

branca dell'igiene che si interessa di tutte le misure necessarie per assicurare il valore nutritivo intrinseco e l'innocuità degli alimenti dalla produzione fino al consumo e di attuare una buona educazione alimentare



IGIENE della NUTRIZIONE

un'alimentazione adeguata è necessaria a:



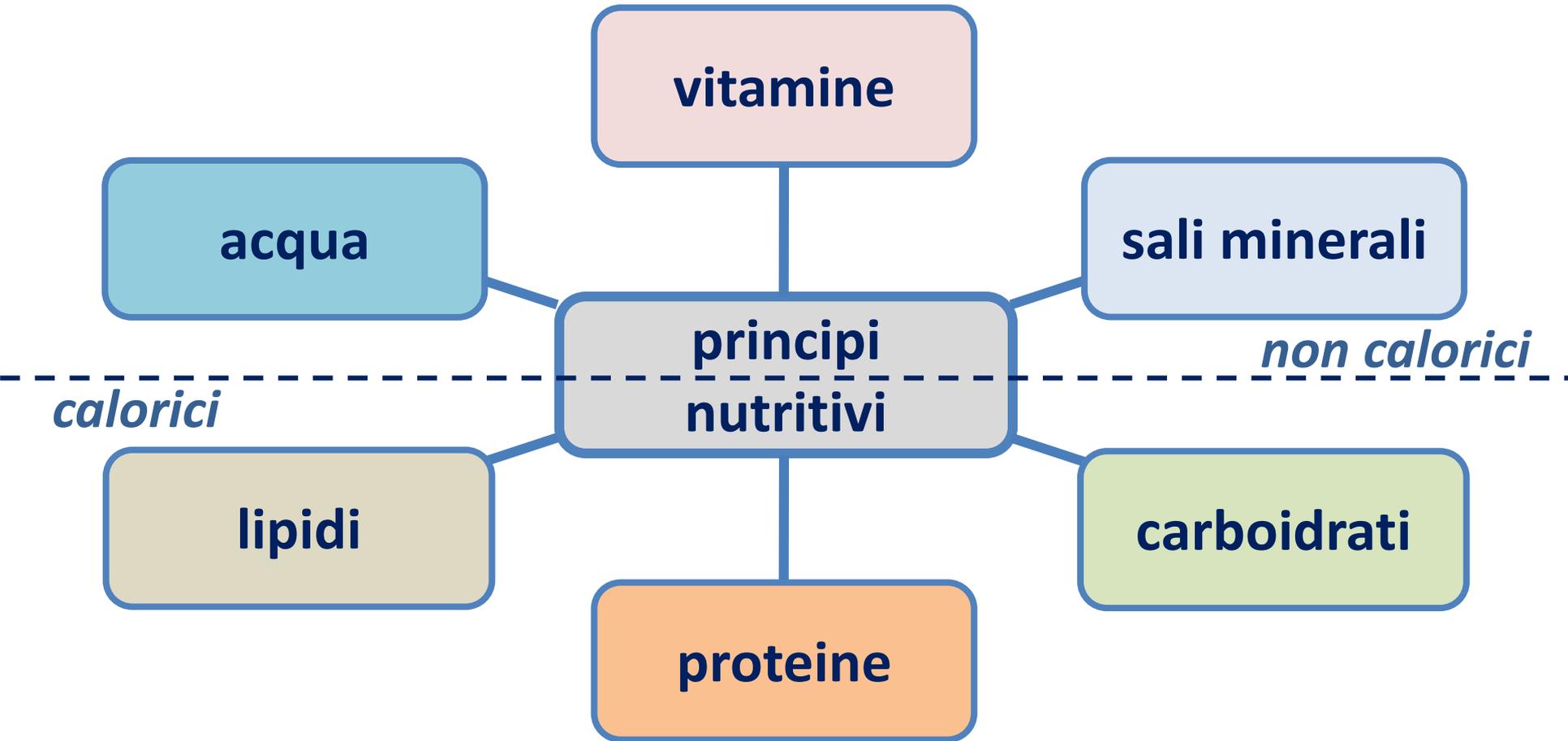
Fornire **ENERGETICA** per:

- normali attività fisiologiche
- termoregolazione
- produrre lavoro

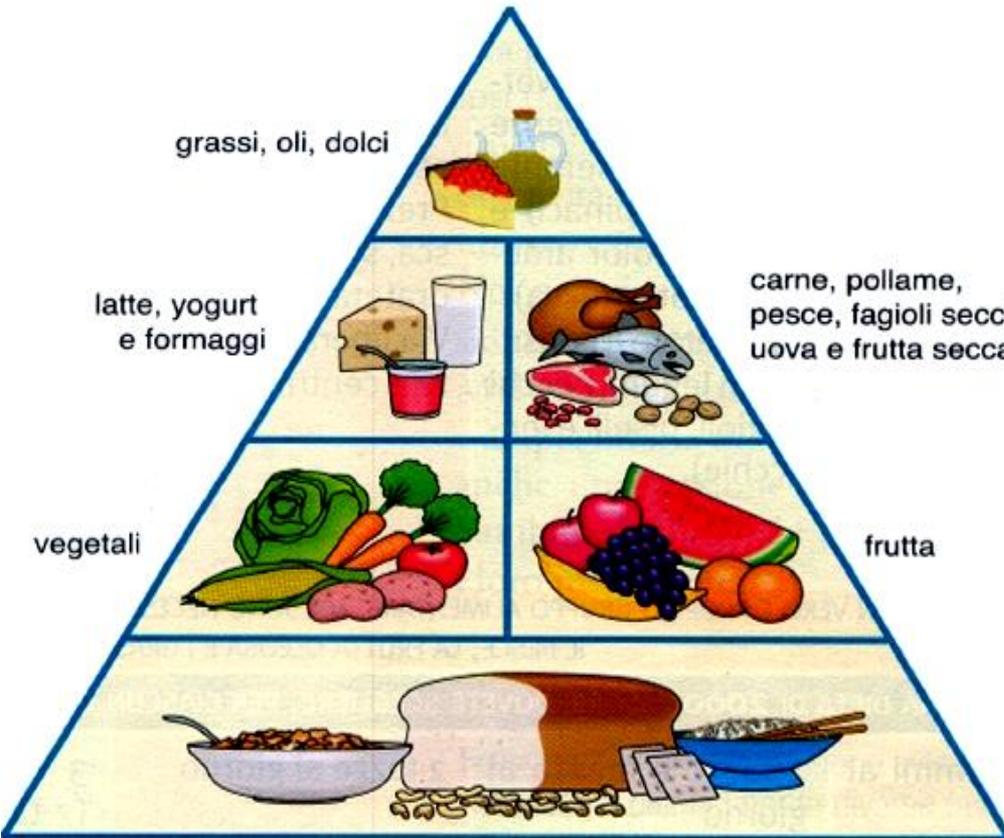
Fornire **NUTRIENTI** per:

- la crescita corporea
- turnover regolare
- soddisfare fabbisogno

PRINCIPI NUTRITIVI

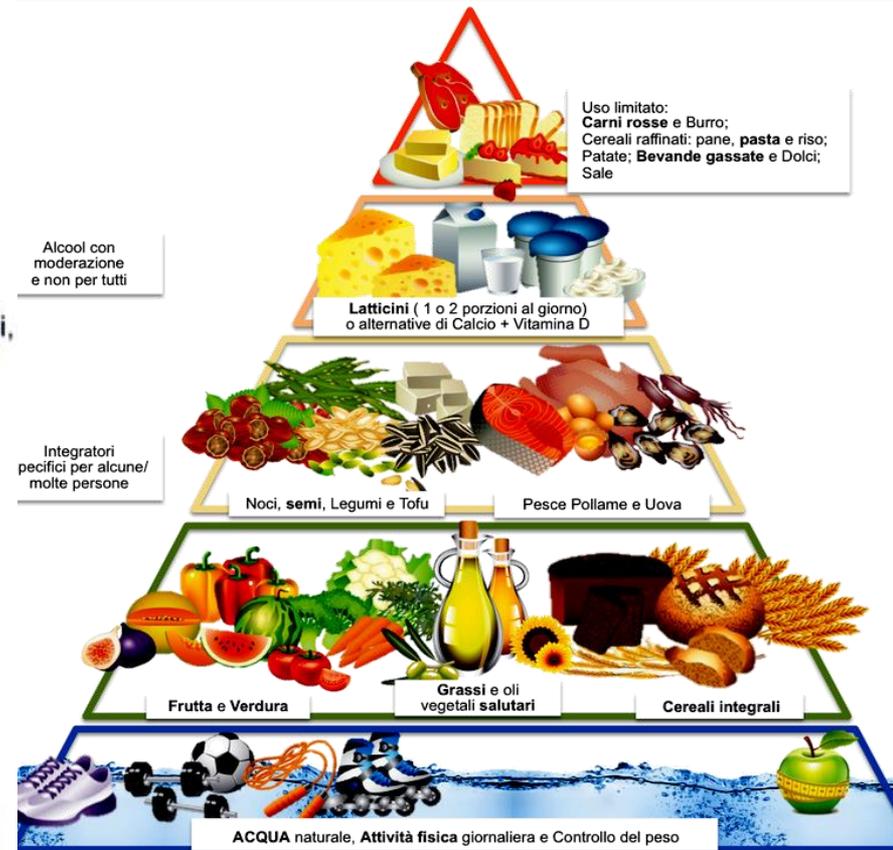


piramide alimentare confronto 1992 - 2014



pane, cereali, riso e pasta

1992



acqua naturale, attività fisica giornaliera e controllo del peso

2014

contaminazione degli alimenti alterazione delle matrici alimentari e sistemi di conservazione



conseguenze della contaminazione degli alimenti

**ALTERAZIONI
del PRODOTTO**



**PERDITA delle QUALITÀ
ORGANOLETTICHE**

**PERDITA del
VALORE COMMERCIALE**

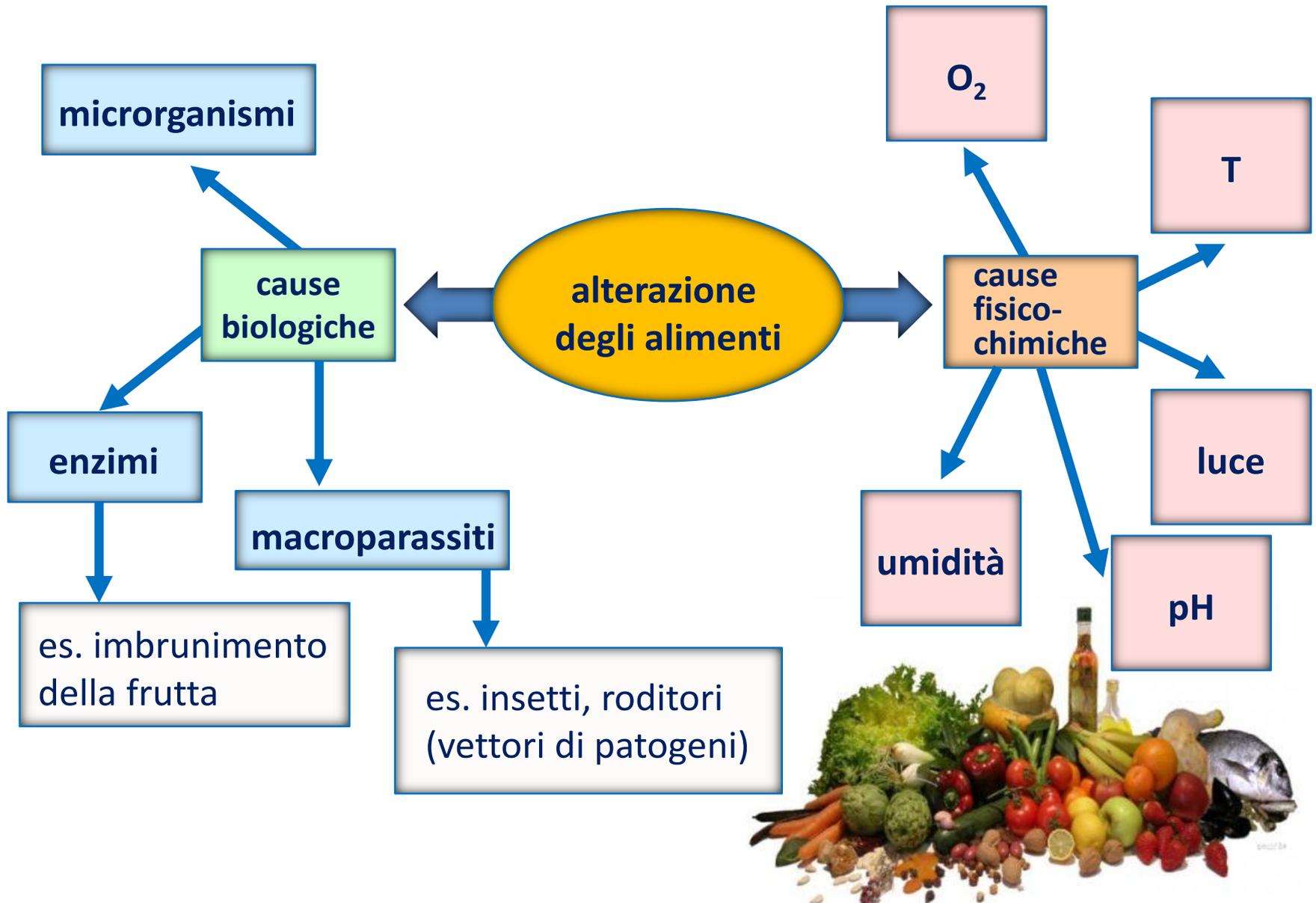
**DANNI
alla SALUTE**



MALATTIE INFETTIVE
(tossinfezioni, intossicazioni)

MALATTIE non INFETTIVE
(a decorso acuto e cronico)

cause di alterazioni delle matrici alimentari



contaminazione degli alimenti

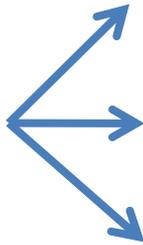


■ fisica o radioattiva



- presenza di isotopi radioattivi nella stratosfera e quindi sul suolo o da corpi estranei che si ritrovano negli alimenti

■ chimica



- **contaminanti veri e propri:** inquinanti ambientali, sostanze derivanti da imballaggi o preparazione (metalli)
- **additivi volontari:** sostanze impiegate in modo corretto o improprio per conservare gli alimenti (antiossidanti)
- **additivi involontari:** sostanze impiegate nella produzione e che si ritrovano casualmente nell'alimento (pesticidi, farmaci)

■ biologica



- **macro-microrganismi** o tossine da essi prodotte negli alimenti
- **miceti** o sostanze tossiche prodotte da questi
- **sostanze estranee** capaci di interferire coi meccanismi biologici della nutrizione, formatesi naturalmente negli alimenti (produzione di saponine nella soia)
- **sostanze allergizzanti** negli alimenti, che colpiscono soltanto particolari individui

contaminazione microbiologica

sicuramente la forma che maggiormente caratterizza la salubrità dell'alimento in quanto:

- è sostanzialmente *poco percepibile*
- è quasi sempre associabile ad una *scorretta prassi di lavorazione*
- è un *pericolo intrinseco* ad alcune categorie di alimenti
- si manifesta maggiormente con *l'allungarsi della filiera alimentare*
- percepita in modo particolare dalle *fasce di popolazione più deboli*
- può manifestarsi anche in *larga scala*
- non sempre la *ricerca delle cause* è di semplice attuazione



contaminazione microbiologica

criteri per la riduzione del rischio associato a tale pericolo:

- corretta gestione dei rifiuti interni ed esterni ai luoghi di permanenza degli alimenti (molto critici i piazzali)
- costante ed efficace manutenzione dei locali (ripristino dei muri, chiusura delle fessure e degli interstizi difficili da pulire, installazione di guarnizioni sotto alle porte/portoni di accesso alle strutture, ecc.)
- monitoraggio della presenza di ospiti indesiderati
- rimozione tempestiva in caso di rinvenimento di escrementi o morsicature (che si ritrovano quasi sempre prima della comparsa degli animali)
- finestre apribili dotate di retine (zanzariere)
- installazione di apposite trappole a scossa elettrica o a collante



tipologia ed origine della contaminazione microbiologica dei prodotti alimentari

CONTAMINAZIONE PRIMARIA

materie prime

- 1. aria (e polveri)**
- 2. acqua**
- 3. suolo**
- 4. prodotto stesso**
(microrganismi naturalmente presenti)



CONTAMINAZIONE SECONDARIA **semilavorati, lavorati, prodotto finito**

- 1. fabbrica**
ambienti: locali, superfici, utensili, operatori
- 2. processi tecnologici**
modificazioni dei parametri fisico-chimici del mezzo con selezione di flora specializzata



tipologia ed origine della contaminazione microbiologica dei prodotti alimentari

primaria: si verifica in fase di **produzione** delle materie prime (all'origine), cioè quando le materie prime “nascono” nei luoghi di produzione con all'interno il pericolo

secondaria: si verifica in fase di **lavorazione** (determinata da ambiente e personale) o conservazione del prodotto. In questo caso la principale fonte di contaminazione secondaria degli alimenti sono l'uomo e le attrezzature utilizzate per la lavorazione a del **contatto** tra **alimenti diversi** tra loro

terziaria: si verifica a livello della **conservazione**, stoccaggio e commercializzazione del prodotto. Ad esempio: conservare alimenti deperibili a temperatura e in locali non idonei può portare allo sviluppo di microrganismi

quaternarie: sono quelle che si verificano in fase di **consumo** degli alimenti, particolarmente rilevanti nella ristorazione collettiva. Di solito si verificano nella fase di allestimento ed esposizione degli alimenti cucinati

crociata: a causa del **contatto** tra **alimenti diversi** tra loro (es contatto di derrate sporche con derrate pulite), oppure tra alimenti e superfici e attrezzature contaminate con cui vengono a contatto

modalità di contaminazione microbiologica

1. all'origine

2. durante l'immagazzinamento

- depositi non idonei
- scarsa pulizia delle celle frigo con promiscuità degli alimenti
- temperature inadeguate

3. durante la manipolazione

- inosservanza delle norme igieniche personali
- attrezzature e superfici di lavoro contaminate
- tempi e temperature di cottura inadeguati
- promiscuità cotto/crudo, sporco/pulito

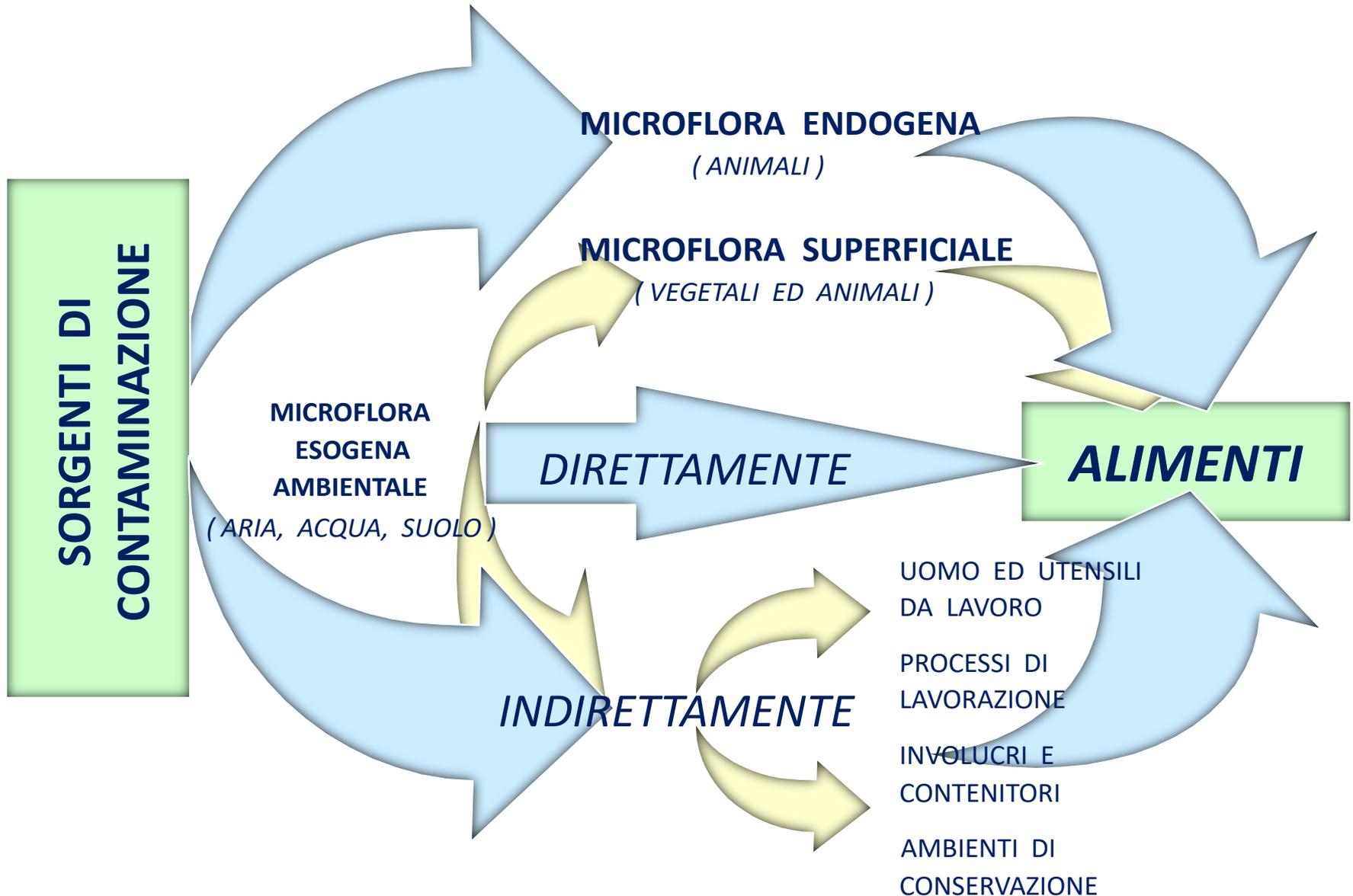
4. dopo la preparazione

- conservazione a temperatura non idonea
- promiscuità cotto/crudo
- confezionamento in condizioni igieniche inadeguate



NB. in tutte le fasi è possibile la contaminazione da parte di insetti, roditori, etc.

vie di diffusione della contaminazione



alimenti

stabili

semideperibili

deperibili

CAUSE FISICHE: processi di conservazione

CAUSE CHIMICHE: reazioni tra le sostanze presenti

reazioni non derivanti dall'azione catalitica degli enzimi

CAUSE BIOLOGICHE: parassiti

attività metaboliche dei microrganismi presenti

attività proprie dei costituenti enzimatici



contaminazione microbiologica

premesse

- **due fattori condizionanti la velocità con cui si alterano le matrici alimentari:**
 - contenuto in acqua
 - presenza di barriere di superficie
- **non esiste un metodo di conservazione universale (applicabile a tutte le matrici alimentari)**
- **è il sistema di conservazione che selezione e “specializza” la flora residente della matrice**

fattori favorenti la crescita dei microrganismi nelle preparazioni alimentari

■ propri della specie microbica

- carica microbica
- resistenza ambientale
- patogenicità e virulenza

■ propri della matrice alimentare *direttamente*

- natura dell'alimento

indirettamente

- processi tecnologici
- condizioni ambientali
durante la conservazione



tipo di alimento e contaminazione più frequente

alimento	contaminazioni
----------	----------------

- **A. FRESCI** batteri, virus, protozoi, muffe e biotossine
- **A. CONSERVATI** tutte, se alterata l'integrità della confezione
- **A. SURGELATI** *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*, germi psicrofili, alofili e virus
- **A. DISIDRATATI E/O LIOFILIZZATI** tutte, se alterata l'integrità della confezione
- **A. ESSICCATI** *C. botulinum*, germi alofili
- **A. CONSERVATI IN LIQUIDO DI GOVERNO** muffe e lieviti
- **A. NON CONFEZIONATI E PRECOTTI** tutte, in prevalenza batteriche



con poche eccezioni, **tutti gli alimenti**, dopo la raccolta o la macellazione o nel corso di ogni fase della loro trasformazione e consumo, vanno incontro ad **alterazioni** di varia natura che comportano una perdita della loro qualità con una **velocità** che è *strettamente dipendente* da:

- **tipo e composizione dell'alimento**
- **tecnologie di trasformazione**
- **modalità di conservazione, distribuzione e consumo**



alimenti come veicoli di malattia

INFEZIONE ALIMENTARE: (*Salmonella* spp.) massiccia colonizzazione dell'intestino da parte del microrganismo

INTOSSICAZIONE: (*C. botulinum*, *Staphylococcus* spp.) tossine uniche responsabili della sintomatologia. L'alimento è substrato ideale per la moltiplicazione del microrganismo produttore di tossine

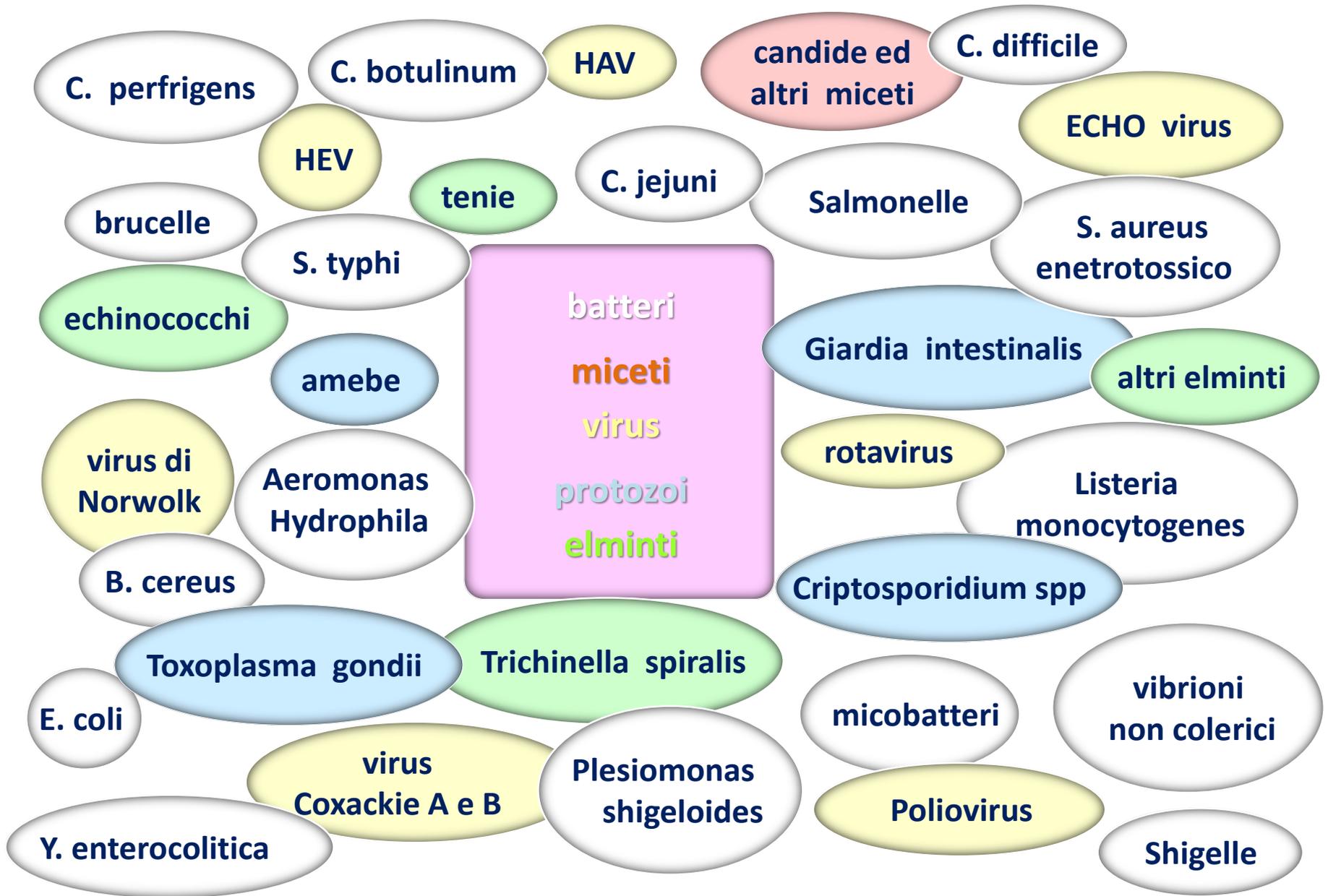
TOSSINFEZIONE: (*C. perfringens*, *V. parahaemolyticus*) azione combinata di tossine e microrganismi che continuano a moltiplicarsi nell'intestino

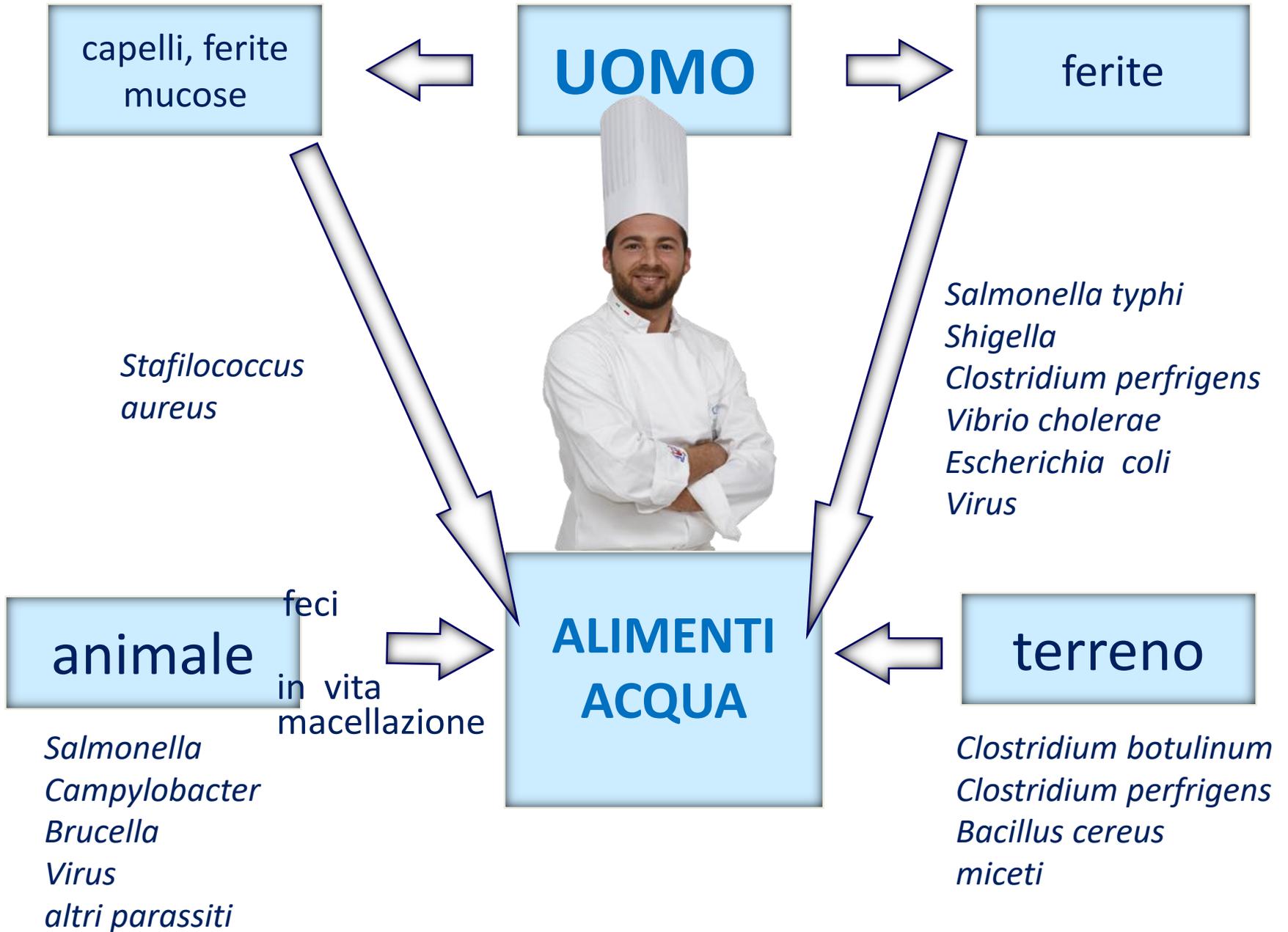


condizioni ambientali per lo sviluppo di microrganismi patogeni

microrganismo	intervallo di temperatura	intervallo di pH	valore minimo di Aw
<i>Yersinia enterocolitica</i>	0-44°C	4,6-9,0	
<i>Lysteria monocytogenes</i>	0-44°C	4,5-9,5	
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	5-43°C	4,8-11,0	0,937
<i>Salmonella</i> spp	2-45,6°C	4,1-9,0	0,92
<i>Escherichia coli</i> 0157:H7	8-45°C	4,0-8,0	0,95
<i>Campylobacter jejuni</i>	32-45°C	4,9-8,9	
<i>Clostridium botulinum</i> - tipi e ceppi non proteolitici	3,3-45°C	5,0 -9,0	0,97
- tipi e ceppi proteolitici	10-47,8°C	4,6 -9,0	0,94
<i>Clostridium perfringens</i>	15-52,3°C	5,0-8,3	0,95
<i>Staphylococcus aureus</i>	6,5-50°C	4,5-9,3	0,83
<i>Bacillus cereus</i>	4,0-50°C	4,35-9,3	0,912

parassiti veicolati con gli alimenti





LA MANO

PRENDE

dal viso, dal corpo,
dalle mani, dai vestiti,
dalla cute, dalle ferite,
dal pus, dalle secrezioni, ecc.

germi

CONTAMINA

altri soggetti
oggetti e superfici
acqua /alimenti



TRASFERISCE

dalla biancheria e dal vestiario
dai lavabi, dai bagni, dall'acqua
e dagli alimenti contaminati

INFETTA

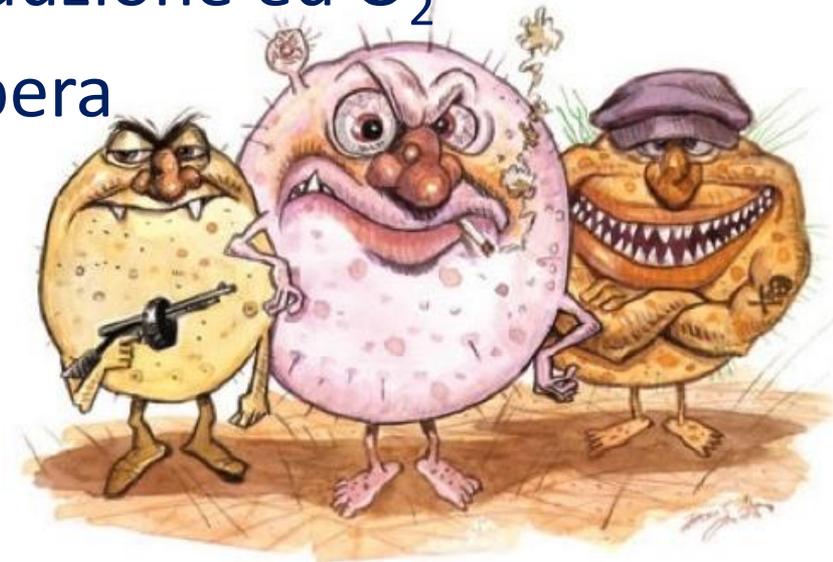
le attrezzature
la biancheria pulita
le stoviglie i bagni, ecc.

contaminazione degli alimenti da parte dei patogeni a trasmissione oro-fecale



fattori che influenzano l'alterazione degli alimenti

1. composizione dell'alimento
2. temperatura
3. pH
4. potenziale di ossidoriduzione ed O_2
5. contenuto in acqua libera
6. presenza di inibitori



composizione dell'alimento

- natura delle fonti di energia e di carbonio (*)
- presenza di acqua
- presenza di sostanze minerali
- presenza di fattori di crescita
- presenza di antiossidanti
- presenza di acidi organici e di sostanze dotate di attività particolari



(*) la maggior parte dei microrganismi presenti negli alimenti sono **chemio-organotropi** prediligendo, come fonte di energia, gli idrati di carbonio

la conservazione degli alimenti

l'insieme delle tecniche che servono a rallentare i processi di alterazione a cui vanno incontro gli alimenti, mantenendone inalterate le proprietà nutritive ed organolettiche e la qualità igienico-sanitaria



- per migliaia di anni l'uomo ha utilizzato tecniche come l'essiccamento, la salagione o l'affumicamento per fronteggiare le alterazioni dei cibi
- Nicolas Appert, alla fine del Settecento, inventò un metodo di conservazione degli alimenti (*appertizzazione*) ponendo le basi per la nascita dell'industria conserviera
- oggi le tecniche di conservazione mirano a prolungare la *shelf-life* degli alimenti cercando di mantenere il più possibile le loro caratteristiche nutrizionali e organolettiche

conservazione degli alimenti

- **in campo**
- **in stoccaggio**
- **sul prodotto finito**
 - **mezzi fisici**
 - **mezzi chimici**
 - **mezzi biologici**

conservazione degli alimenti

classificazione e finalità

- classificazione in base alle cause di alterazione contro cui i vari metodi sono rivolti, si distinguono *metodi finalizzati a*:
 - **contrastare i microrganismi** → di tipo
 - *batteriostatico*, se bloccano o rallentano le reazioni metaboliche dei microrganismi (es. refrigerazione, essiccamento)
 - *battericida*, se distruggono i microrganismi (es. pastorizzazione, sterilizzazione)
 - **bloccare le attività enzimatiche**
(es. pastorizzazione, scottatura)
 - **contrastare le alterazioni chimico-fisiche**
(es. confezionamento aseptico, sottovuoto, *active packaging*)

conservazione in campo

- **impiego di antiparassitari (pesticidi), sostanze attive contro micro- e macro-parassiti ed erbe infestanti:**
 - insetticidi
 - acaricidi
 - fungicidi
 - erbicidi
 - rodenticidi
- **lotta biologica (maschi sterili, repellenti, trappole, ecc.)**
- **controlli degli allevamenti**



conservazione in stoccaggio

- **MICOTOSSINE:** metaboliti tossici prodotti da funghi su substrati e in condizioni ambientali favorevoli
- principali alimenti a rischio: oli, cereali, frutta e verdura
- controllo a livello dei sistemi di produzione, di raccolta, di trasporto e di stoccaggio delle derrate alimentari



conservazione del prodotti finito

metodi fisici	tradizionali	basse temperature alte temperature disidratazione variazione atmosfera radiazione	refrigerazione, congelamento pastorizzazione, sterilizzazione concentrazione, essiccamento, liofilizzazione confezionamento sottovuoto ambiente modificato radiazioni ionizzanti
	Innovativi	alte pressioni ultrasuoni riscaldamento ohmico campi elettrici pulsanti	
metodi chimici	tradizionali	conservanti naturali	salagione uso di zucchero uso di alcol uso di olio Uso di aceto
	Innovativi	conservanti artificiali batteriocine chitosani	uso di additivi chimici
metodi fisico-chimici	affumicamento (<i>active pakaging</i>)		
metodi biologici	fermentazioni (enzimi come conservanti nell' <i>active pakaging</i>)		

classificazione degli alimenti in base ai sistemi di conservazione

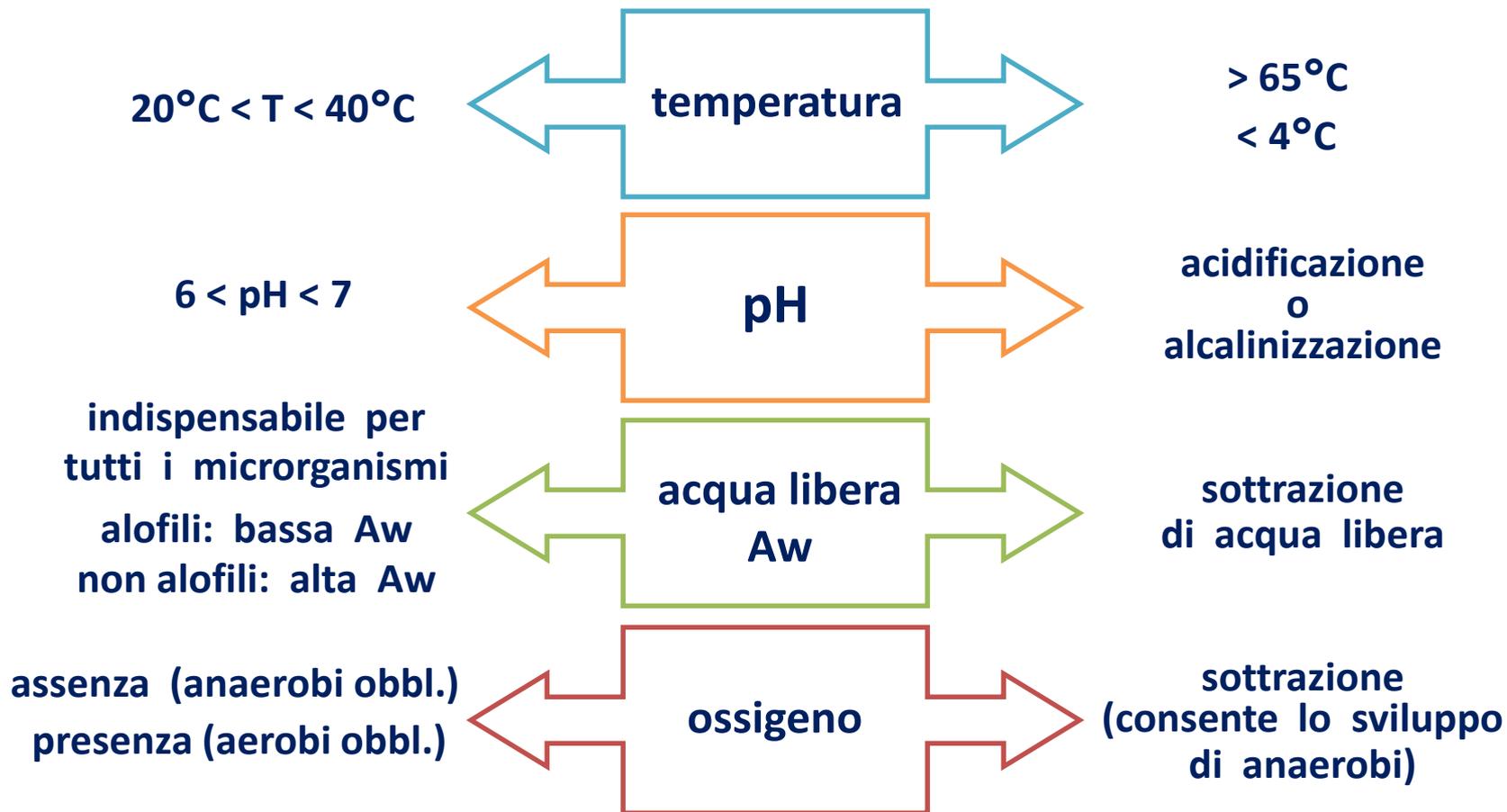
- ALIMENTI FRESCHI
verdura, frutta, carni, pasta e pasticceria fresca
- ALIMENTI CONSERVATI in CONFEZIONI ERMETICHE
A CALDO: pastorizzati, sterilizzati, sterilizzati UHT
A FREDDO: in atmosfera modificata, sotto vuoto, incarti impermeabili
- ALIMENTI DISIDRATATI
liofilizzati
- ALIMENTI SURGELATI
- ALIMENTI ESSICCATI
salati e/o affumicati
- ALIMENTI in COMPOSTA
in olio, aceto, alcool
- ALIMENTI PRODOTTI per il CONSUMO DIRETTO
rosticcerie, fast foods, ristoranti
- ALIMENTI PRECOTTI



fattori condizionanti lo sviluppo dei microrganismi negli alimenti

condizioni favorevoli

condizioni sfavorevoli





temperatura

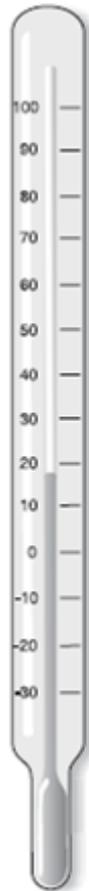
agisce:

- modificando lo stato fisico dell'acqua (disponibilità per l'accrescimento microbico)
- sulla velocità delle reazioni chimiche e biochimiche



l'effetto globale di una variazione di temperatura si traduce sempre in una modificazione del tasso di accrescimento e del tempo di generazione

classificazione dei microrganismi a seconda dell'intervallo di T che prediligono



batteri uccisi, sopravvivono solo le spore

termofili
temperatura ottimale

mesofili temperatura ottimale

crescita rallentata

congelamento
crescita bloccata

termofili

intervallo di crescita
45-70°C
temperatura ottimale
55°C

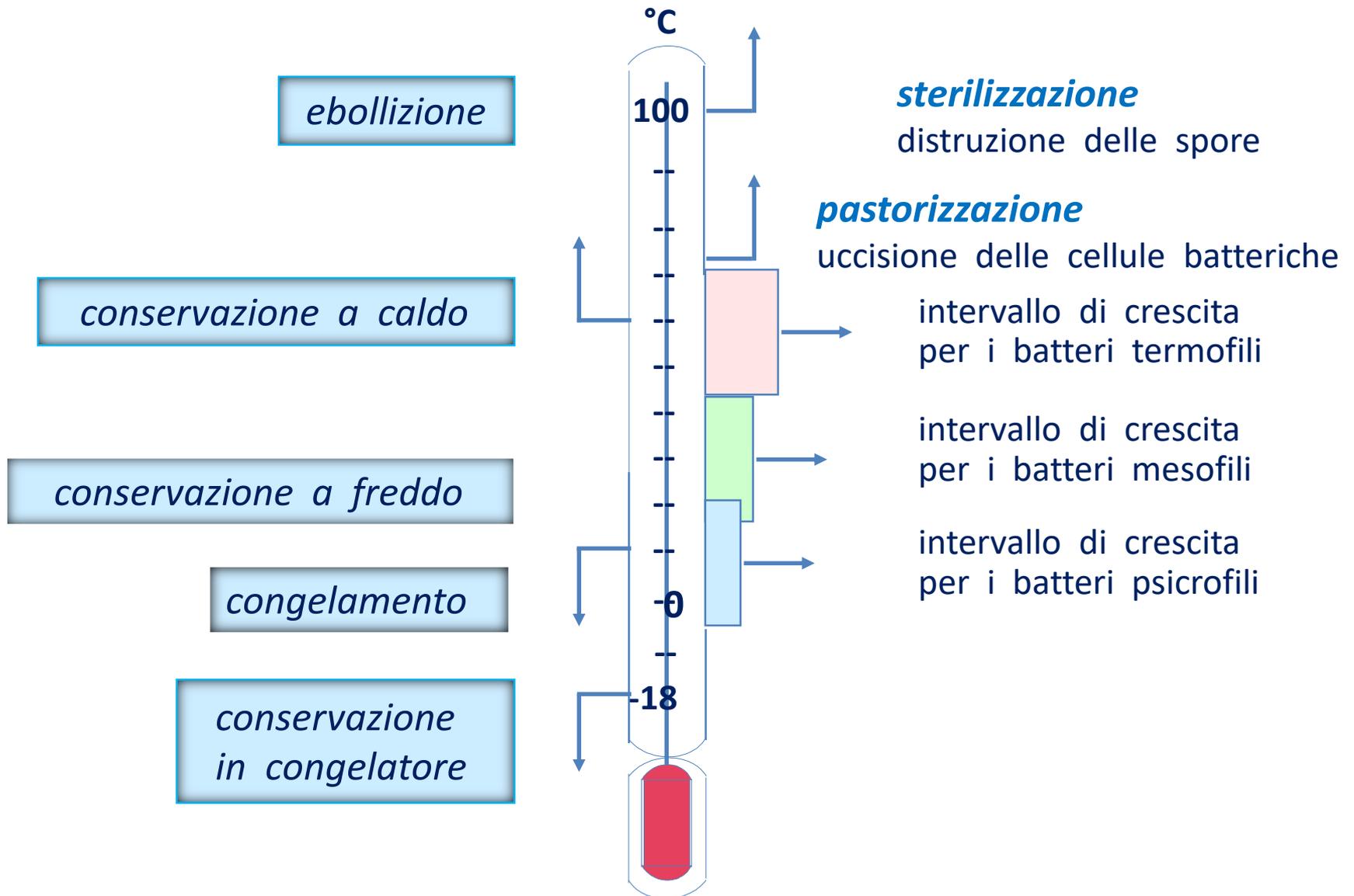
mesofili

intervallo di crescita
20-45°C
temperatura ottimale
32°C

psicrofili

intervallo di crescita
0-25°C
temperatura ottimale
20°C

temperature importanti per la sicurezza degli alimenti

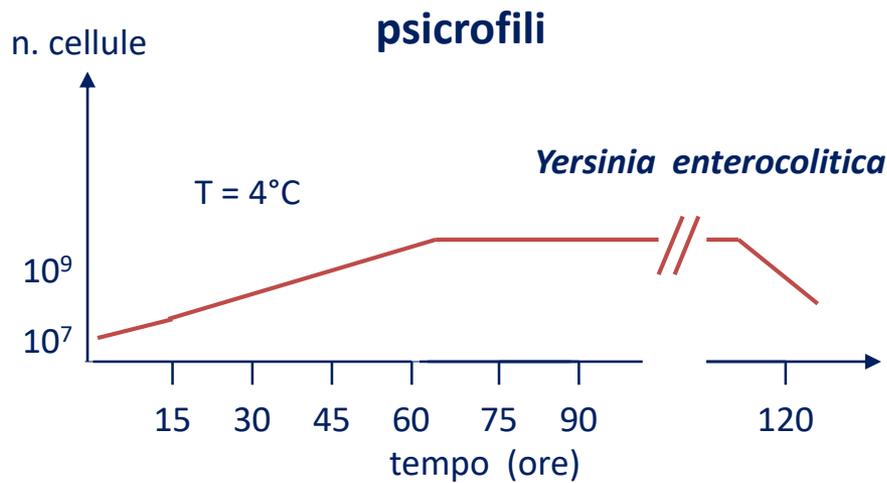
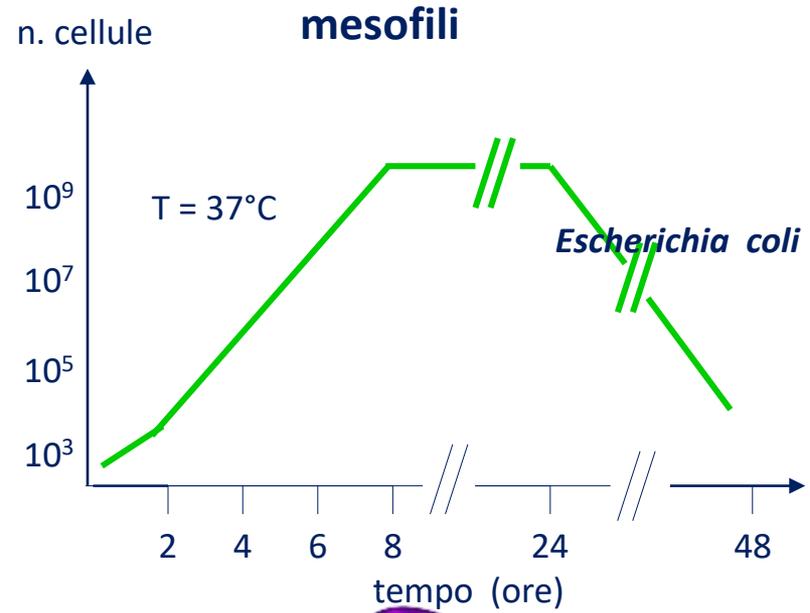
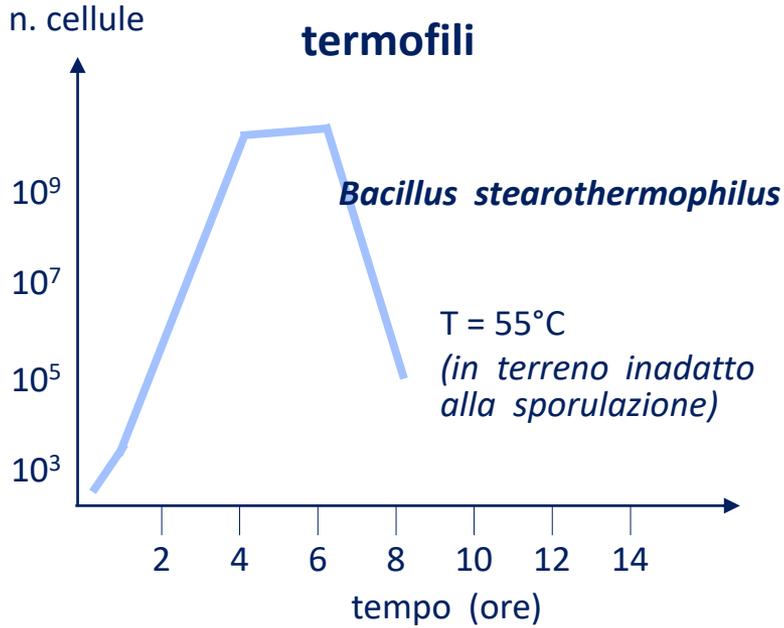


catena del freddo

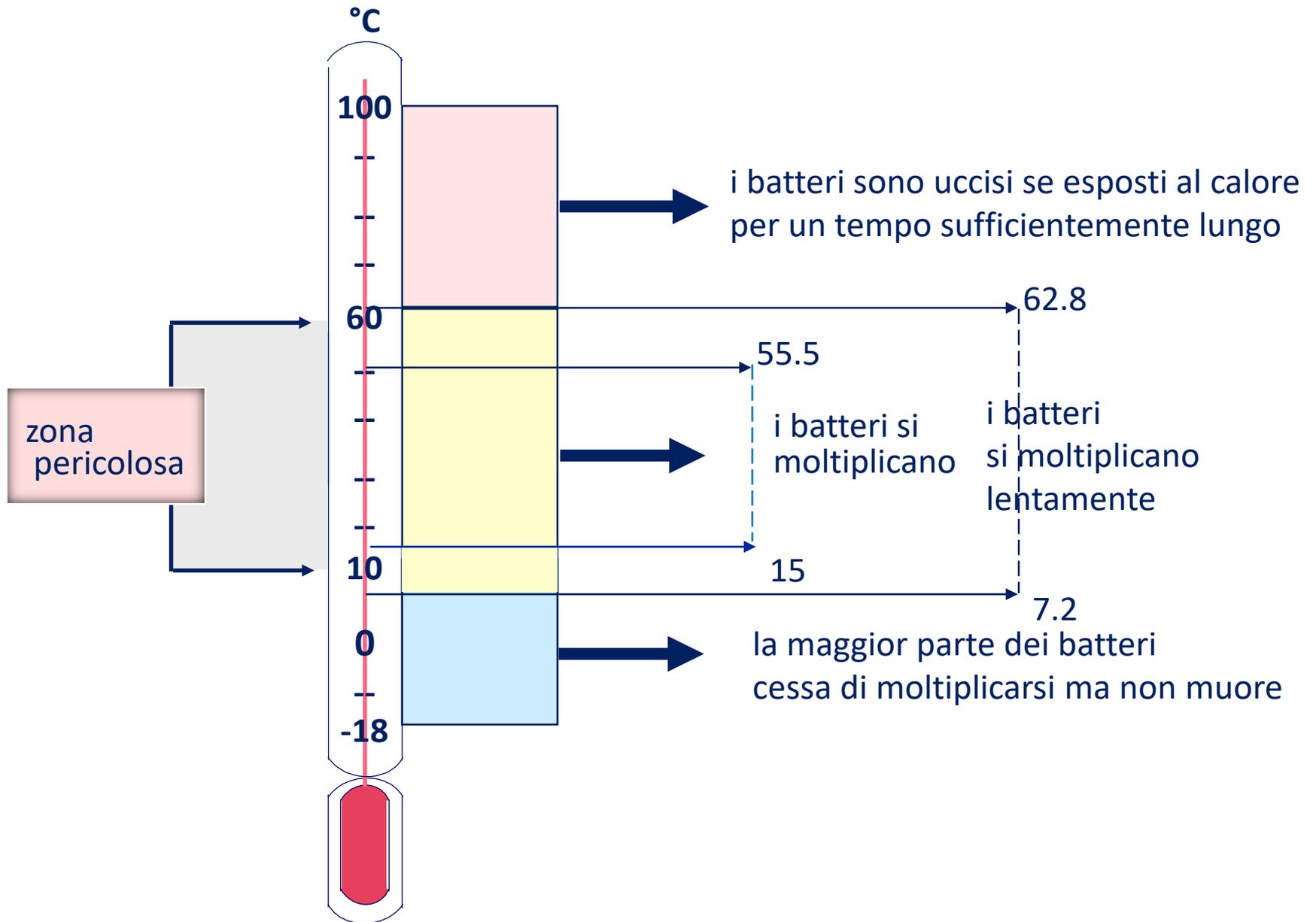
- ciclo completo delle operazioni di conservazione e di trasporto nel percorso che i surgelati compiono dalla produzione al consumo
- non è possibile commercializzare un surgelato se interviene una interruzione nella catena



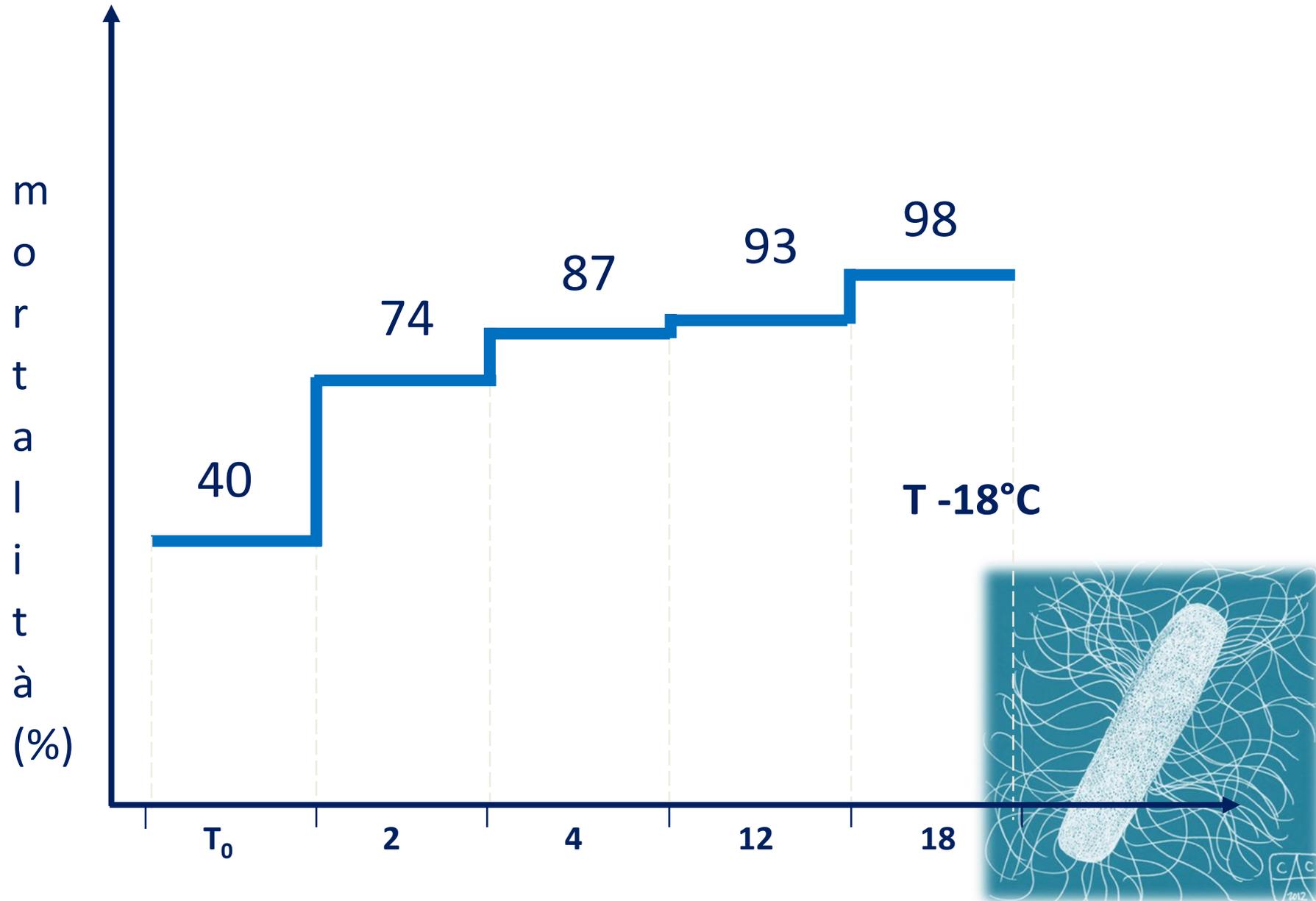
curve di crescita



effetto della temperatura sui batteri patogeni



mortalità di *Proteus* spp. dopo congelamento



aW = attività dell'acqua libera

minori sono i valori dell'aW del substrato, maggiore sarà il tempo richiesto per lo sviluppo microbico e/o la germinazione delle spore

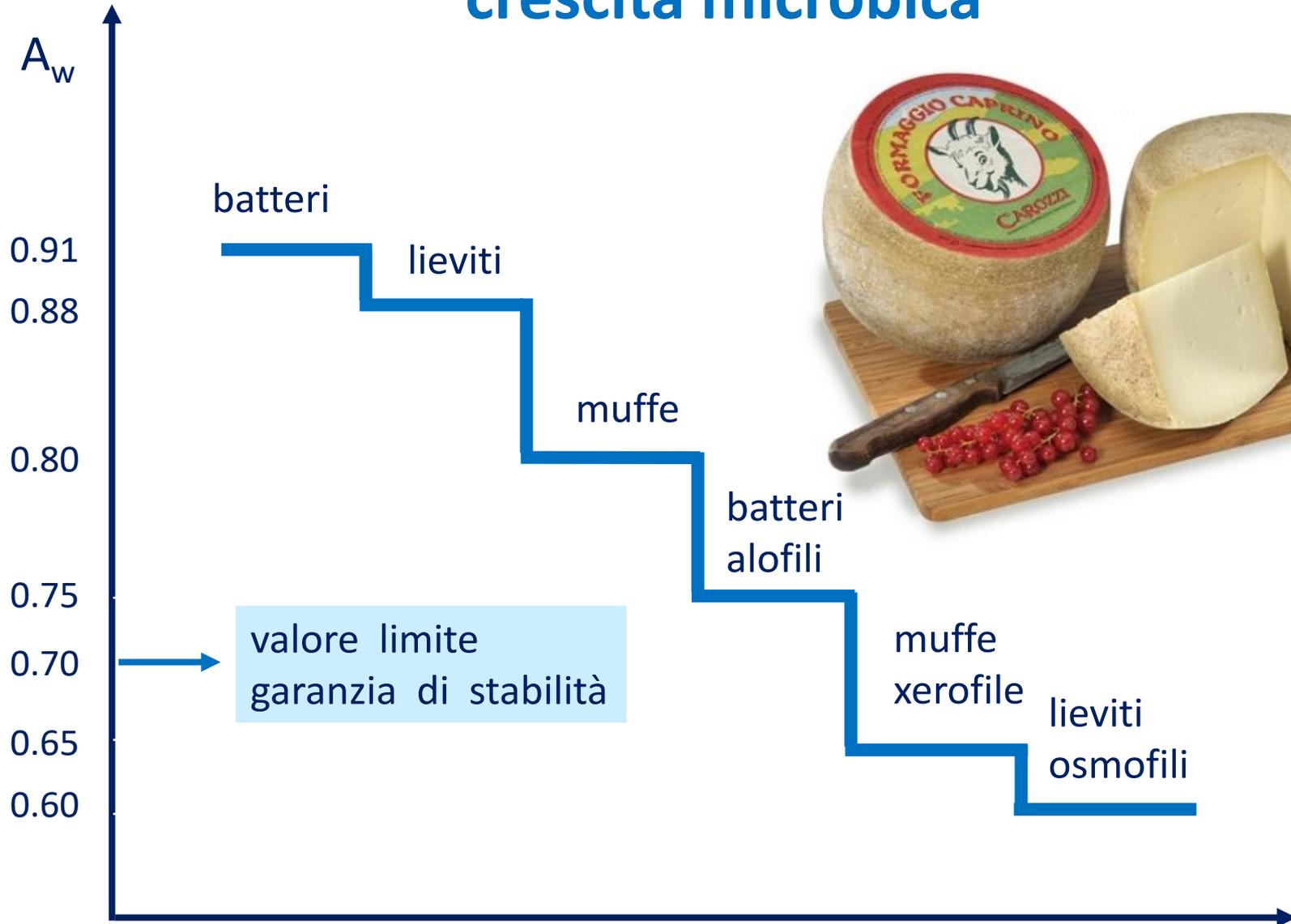
**diminuzione di aW = plasmolisi cellulare =
riduzione attività enzimatica**

le tecniche di conservazione degli alimenti mirate alla riduzione dell'aW si basano su:

- incremento della concentrazione dei soluti
- aggiunta di colloidi idrofili
- cambiamento di stato (H_2O cristallizzata)



valori di a_w compatibili con la crescita microbica



classificazione degli alimenti in funzione dell'aW

**altamente deperibili
(aW = 0.95)**

alimenti freschi alterabili facilmente se non trattati ulteriormente; alterazioni dovute a batteri Gram-

**deperibili
(0.95 > aW > 0.90)**

facilmente deperibili come i precedenti; alterazioni dovute per lo più dovute a batteri Gram-

**con umidità intermedia
(0.90 > aW > 0.60)**

se conservati in ambiente non umido impediscono lo sviluppo di batteri; in ambiente aerobio alterazioni dovute a muffe

**con bassa umidità
(aW < 0.60)**

alterati biologicamente solo se reidratati

aW di soluzioni di NaCl e di saccarosio (concentrazioni in g/100 g di H₂O)

aW (a 25°C)	NaCl	saccarosio
0.99	1.75	11
0.96	7.01	25
0.94	10.34	93
0.92	13.50	120
0.90	16.50	144
0.85+	23.60	208



valori approssimativi di aW di alcuni prodotti alimentari freschi

■ latte	0.995
■ pesce	0.994-0.990
■ pomodori	0.991
■ manzo	0.990-0.980
■ arance	0.988
■ carciofi	0.987-0.976
■ patate	0.985
■ mele	0.980
■ insaccati secchi	0.950-0.850
■ confetture	0.800-0.750
■ cereali	0.700



0.91 = limite imposto dalla Direttiva CEE (1977) per la conservazione a temperatura ambiente. Tale valore è portato a 0.95 per prodotti con pH \leq 5.20

pH

l'azione del pH sulla crescita batterica si realizza a tre livelli:

1. del mezzo (*il substrato*)
2. della permeabilità di membrana
3. dell'attività metabolica

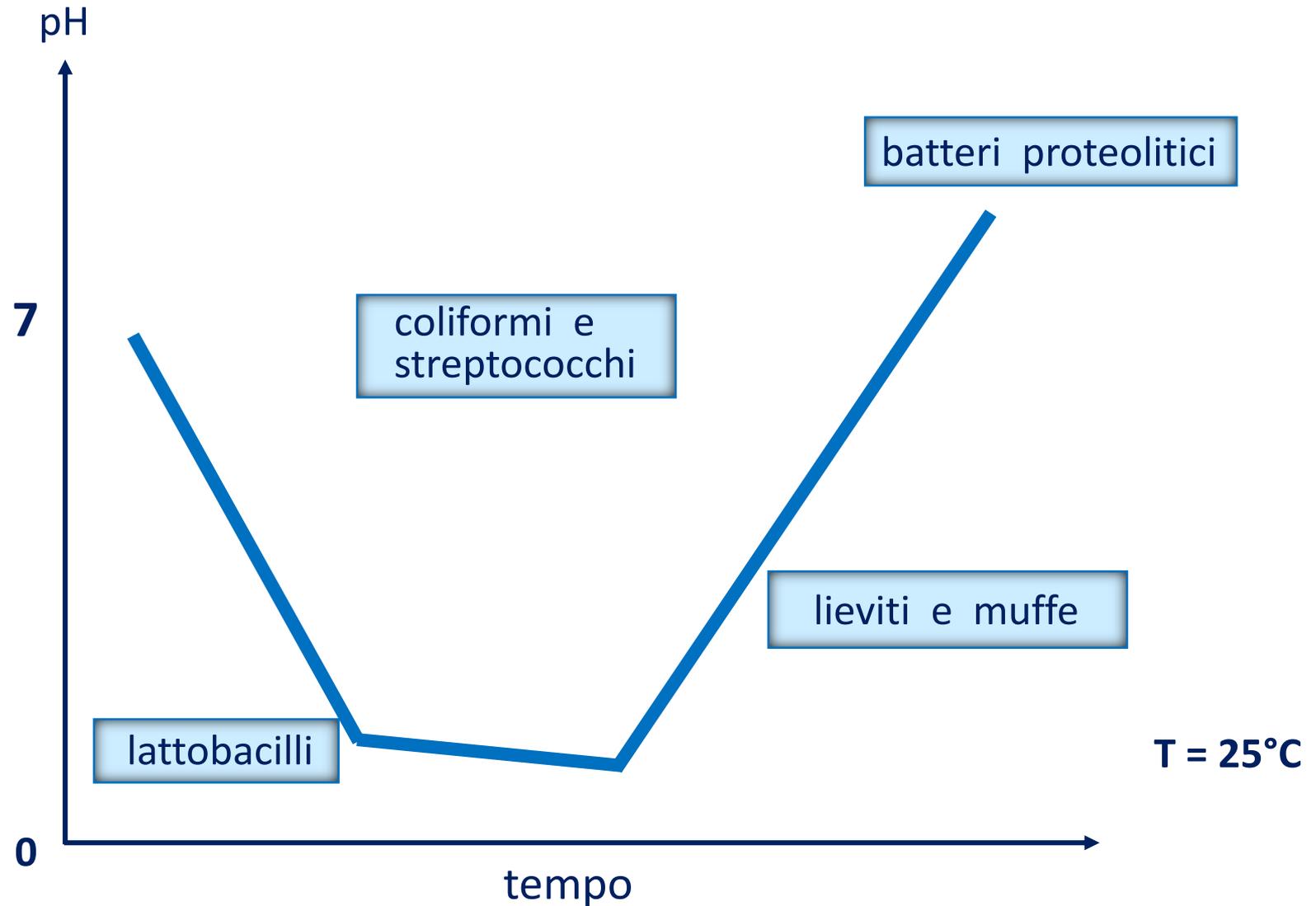


ogni variazione del pH citoplasmatico determina un rallentamento dell'attività enzimatica e, di conseguenza, dell'accrescimento microbico

valori limite di pH per la moltiplicazione di alcuni microrganismi

specie o gruppo	pH minimo	pH massimo
Muffe	2,0	11,0
Lieviti	2,0	9,0
Batteri acetici	3,0	9,0
Lattobacilli	3,3	8,5
Enterococchi	3,5	9,6
Lattococchi	4,0	8,0
Micrococchi	4,0	9,3
<i>Staphylococcus aureus</i>	4,0	9,3
<i>Salmonella</i> spp.	4,0	9,6
<i>Bacillus cereus</i>	4,0	9,3
<i>Yersinia enterocolitica</i>	4,4	9,0
<i>Listeria monocytogenes</i>	4,5	9,3
<i>Escherichia coli</i>	4,6	9,0
<i>Clostridium botulinum</i>	4,6	8,5
<i>Pseudomadaceae</i>	4,6	9,6
<i>Enterobacteriaceae</i>	4,6	9,0
<i>Vibrionaceae</i>	4,6	9,6
<i>Clostridium perfringens</i>	5,0	9,0
<i>Campylobacter jejuni</i>	6,0	9,6

modificazioni della flora prevalente del latte conservato a temperatura ambiente dalla mungitura



valori approssimativi di pH di alcuni prodotti alimentari freschi

■ uova (<i>albume</i>)	7.0 - 9.0
(<i>tuorlo</i>)	6.0 - 6.3
■ manzo	5.3 - 6.2
■ pesce	6.5 - 6.8
■ latte fresco	6.3 - 6.5
■ patate	5.4 - 6.2
■ pomodori	4.2 - 4.9
■ mele	2.9 - 3.3
■ arance	3.6 - 4.3
■ uva	3.4 - 4.5
■ limoni	2.2 - 2.4



acidificanti	alcalinizzanti
carne, uova, derivati	verdura: principalmente cruda nei centrifugati o nelle insalate
leguminose secche: fagioli, piselli, lenticchie, ceci, soja, etc.	frutta dolce: principalmente cruda e non frullata
latticini: formaggi, formaggi fusi, latte, burro, caglio, panna	frutta acida (lontana dai carboidrati)
cioccolata e derivati	yogurt magro fresco (possibilmente biologico)
arachidi, noci e derivati	miele, melassa di canna da zucchero
bibite alcoliche	fibre solubili e insolubili
cotti: spinaci, indivia, rapanelli, melanzane, rape rosse, pomodori	crudi: indivia, rape rosse, pomodori
frutta acida mescolata con carboidrati (esempio: torte o zucchero con frutta fresca acida, gelato con macedonia di frutta acida)	
grassi in genere	
cereali: mais, avena, grano, etc.	



potenziale di ossido-riduzione (POR)

il potenziale REDOX misura la tendenza di un ambiente a cedere o a guadagnare elettroni

agisce, pertanto, spostando gli equilibri delle reazioni (del metabolismo batterico)

l'O₂ influisce sul P.O.R. di un ambiente esercitando un effetto specifico sul metabolismo:

- *viene utilizzato come accettore finale di elettroni*
- *è responsabile della formazione di H₂O₂*

classificazione dei microrganismi in base alla richiesta di ossigeno

- ***aerobi obbligati***

l'ossigeno è essenziale per le necessità nutrizionali

- ***facoltativi***

utilizzano l'ossigeno (se presente), ma possono crescere anche in sua assenza

- ***aerobi carbossifili***

aerobi che si sviluppano meglio in atmosfera con CO₂

- ***microaerofili***

necessitano di O₂ in concentrazione < 2-5%; prediligono un'aumentata concentrazione di CO₂

- ***anaerobi obbligati***

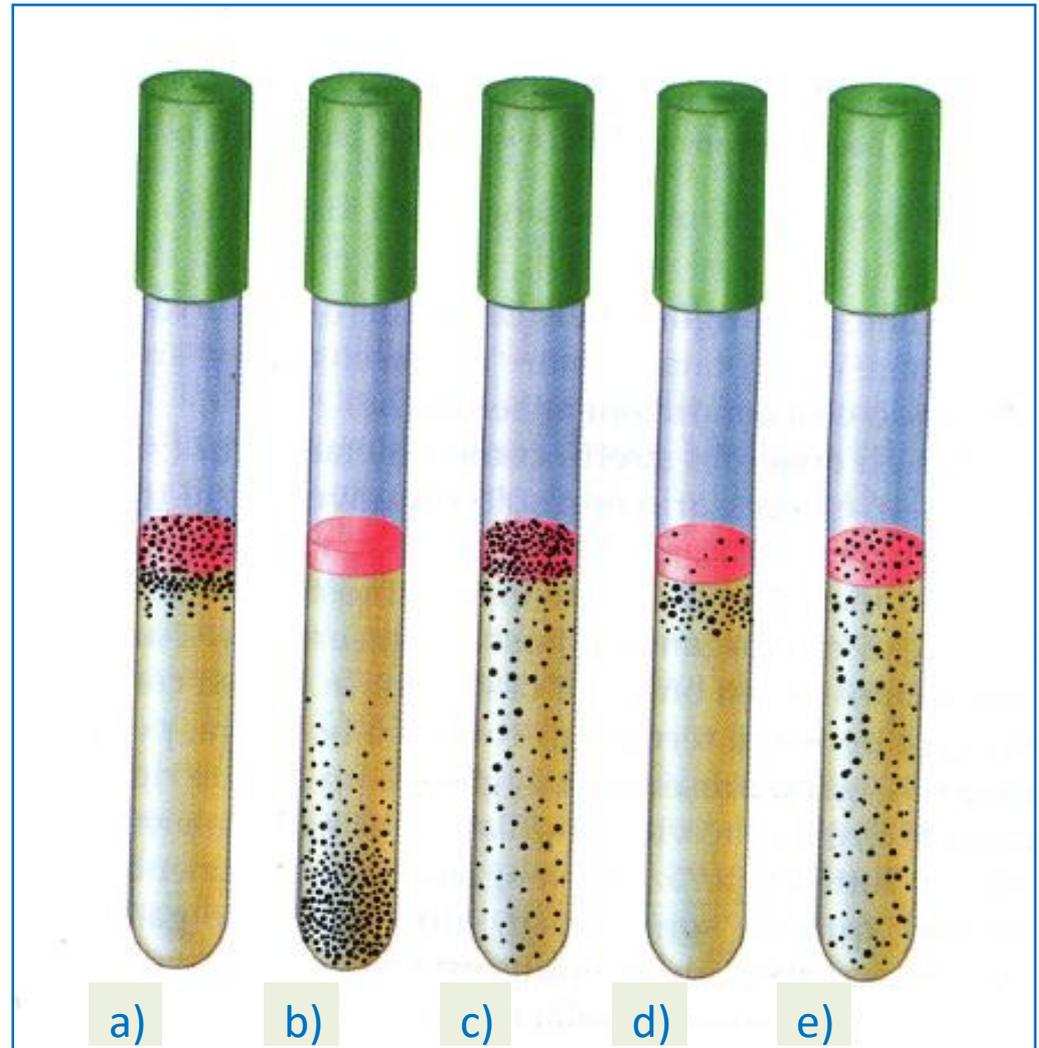
non in grado di utilizzare l'O₂ (ne vengono uccisi o ne è impedita la moltiplicazione)

effetti dell'ossigeno sulle colture microbiche



**distribuzione di batteri in provette
contenenti brodo tiogllcollato**

- a) aerobi
- b) anaerobi obbligati
- c) anaerobi facoltativi
- d) microaerofili
- e) anaerobi aerotolleranti



sostanze inibenti e additivi

sostanze ad azione batteriostatica o battericida presenti naturalmente nei tessuti vegetali ed animali (vivi e/o morti), ovvero aggiunte dall'uomo agli alimenti

ADDITIVI

- nitriti (*antibatterici*)
- citrato (*antibatterico*)
- nisina (*antibatterico*)
- butile ossoanisolo e ossituololo (*antibatterici*)
- anidride solforosa (*antibatterico*)
- sorbati (*antifungini*)
- benzoati (*antifungini*)

NATURALI

- lisozima (*latte*)
- oli essenziali (*spezie*)
- gossipolo (*semi di cotone*)



conservazione del prodotti finito

metodi fisici	tradizionali	basse temperature alte temperature disidratazione variazione atmosfera radiazione	refrigerazione, congelamento pastorizzazione, sterilizzazione concentrazione, essiccamento, liofilizzazione confezionamento sottovuoto ambiente modificato radiazioni ionizzanti
	Innovativi	alte pressioni ultrasuoni riscaldamento ohmico campi elettrici pulsanti	
metodi chimici	tradizionali	conservanti naturali	salagione uso di zucchero uso di alcol uso di olio Uso di aceto
	Innovativi	conservanti artificiali batteriocine chitosani	uso di additivi chimici
metodi fisico-chimici	affumicamento (<i>active pakaging</i>)		
metodi biologici	fermentazioni (enzimi come conservanti nell' <i>active pakaging</i>)		

basse temperature

refrigerazione

- utilizzata per conservare gli alimenti per qualche giorno/settimana
- temperatura di conservazione compresa tra **0-7°C**
- rallenta ma non blocca i processi di alterazione dei cibi

congelamento (o congelazione)

- solitamente la conservazione di tipo domestico
- temperatura di conservazione compresa tra **-10** e **-25°C**
- perdita, allo scongelamento, di valori nutritivi e organolettici
- non blocca al 100% l'attività degli enzimi; i cibi si alterano

surgelazione

- utilizzata soprattutto a livello industriale
- temperatura di conservazione uguale o inferiore a **-18°C**
- perdita di valori nutritivi e organolettici molto ridotta
- in quanto congelazione ultra-rapida rallenta fortemente le reazioni enzimatiche l'alterazione del prodotto

alte temperature

ebollizione

- sistema domestico con temperature $\geq 100^{\circ}\text{C}$

pastorizzazione

- tecniche diverse con variazione del binomio tempo/temperatura

sterilizzazione

- implementato a livello industriale soprattutto per alimenti destinati a determinati utenti

NB. gli alimenti si *alterano*, le confezioni vanno a scadenza (*scadono*)

altri metodi fisici di conservazione

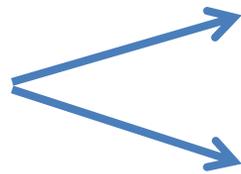
- **ESSICCAZIONE:**
 - naturale (sole)
 - artificiale (disidratazione, liofilizzazione)
- **MICROONDE:** trasformano l'energia cinetica in energia termica
- **RADIAZIONI BETA/GAMMA:**
 - sterilizzazione
 - pastorizzazione



metodi chimici di conservazione

SALE

(igroscopicità)



a secco → si sfrega sale grosso sulla superficie dell'alimento

in salamoia → soluzione di acqua e sale in cui si immerge l'alimento

ZUCCHERO

(igroscopicità)



occorre una concentrazione di almeno il 50% di zucchero per avere l'azione batteriostatica

ACETO

(acido acetico, pH)



abbassa il pH dell'ambiente creando condizioni sfavorevoli per lo sviluppo microbico

OLIO

(anaerobiosi)



è inefficace contro batteri anaerobi come il *C. botulinum*, per cui questo metodo va abbinato ad altri (es. pastorizzazione e aggiunta di aceto)

AFFUMICATURA

(fenoli, formaldeide)



nel fumo sono presenti anche idrocarburi policiclici aromatici, noti cancerogeni, per cui è bene non consumare eccessive quantità di alimenti affumicati

ADDITIVI (conservanti, antiossidanti, ecc.)



metodi biologici di conservazione: fermentazione

gli agenti responsabili delle fermentazioni sono microrganismi, ossia esseri viventi

le *fermentazioni* più importanti sono:

- **alcolica** (lieviti saccaromiceti)
glucosio \rightarrow etanolo + CO₂
- **lattica** (batteri lattici)
lattosio \rightarrow ac. lattico + CO₂
- **propionica** (batteri propionici)
zucchero \rightarrow a. propionico + CO₂
- **acetica** (batteri *Acetobacter*)
alcol etilico + O₂ \rightarrow ac. acetico + H₂O

modificazioni operate dai microrganismi sugli alimenti

proteine

1. composti azotati

proteasi

peptidi

peptidasi

aminoacidi

decarbossilazione

deaminazione

CO_2

scatolo
indolo
amine
mercaptani

NH_3

PUTREFAZIONE



gli anaerobi utilizzano direttamente gli aminoacidi come fonte di energia, essendo sprovvisti degli enzimi della glicolisi

modificazioni operate dai microrganismi sugli alimenti

carboidrati

2. composti non azotati

monosaccaridi

presenza di O_2

assenza di O_2



fermentazione lattica
(omo-eterolattica)
fermentazione alcolica
fermentazione tipo coliforme
fermentazione propionica
fermentazione butirrica,
butilica, isopropanolica

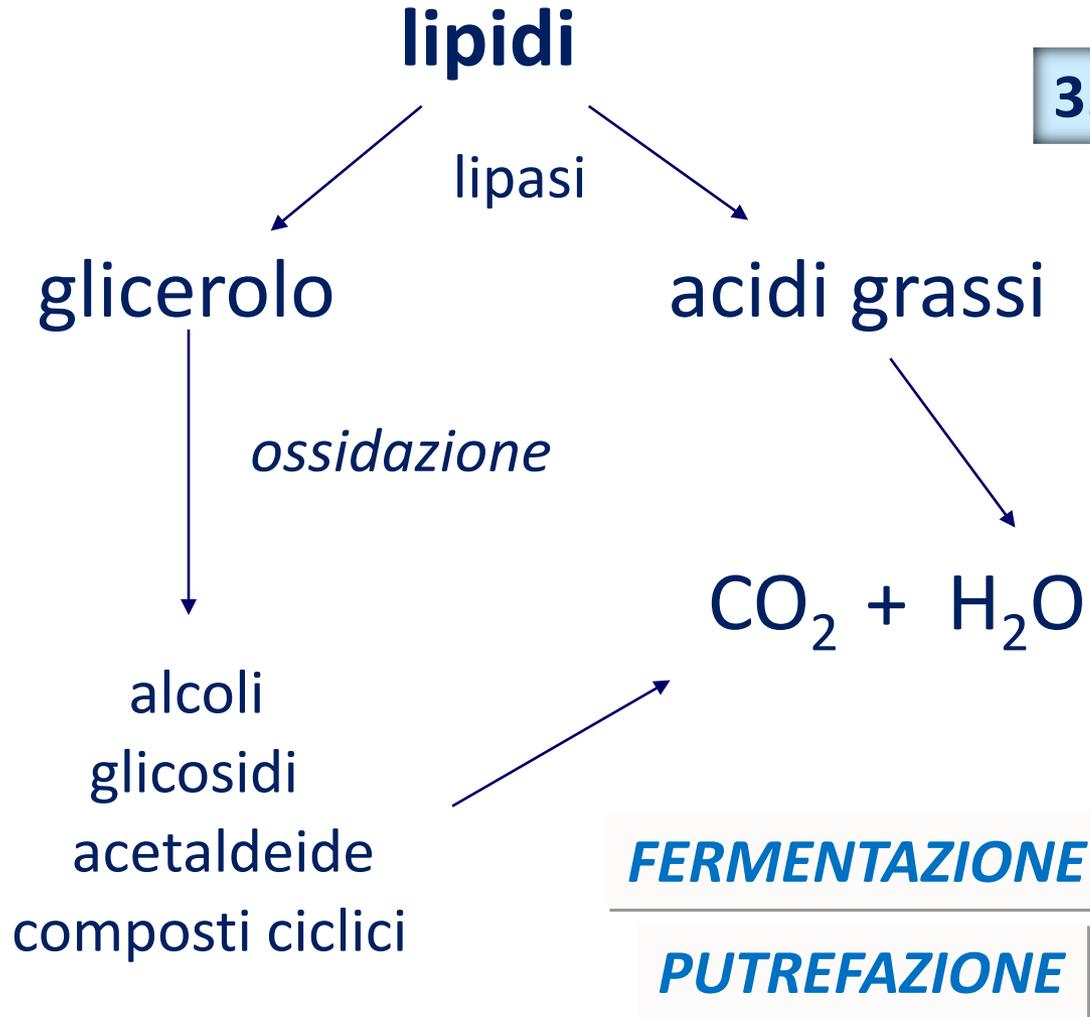


OSSIDAZIONE

FERMENTAZIONE

modificazioni operate dai microrganismi sugli alimenti

3. composti non azotati



pull degli acidi organici

carbonati
aumento del pH



parametri ecologici di stabilità delle matrici alimentari

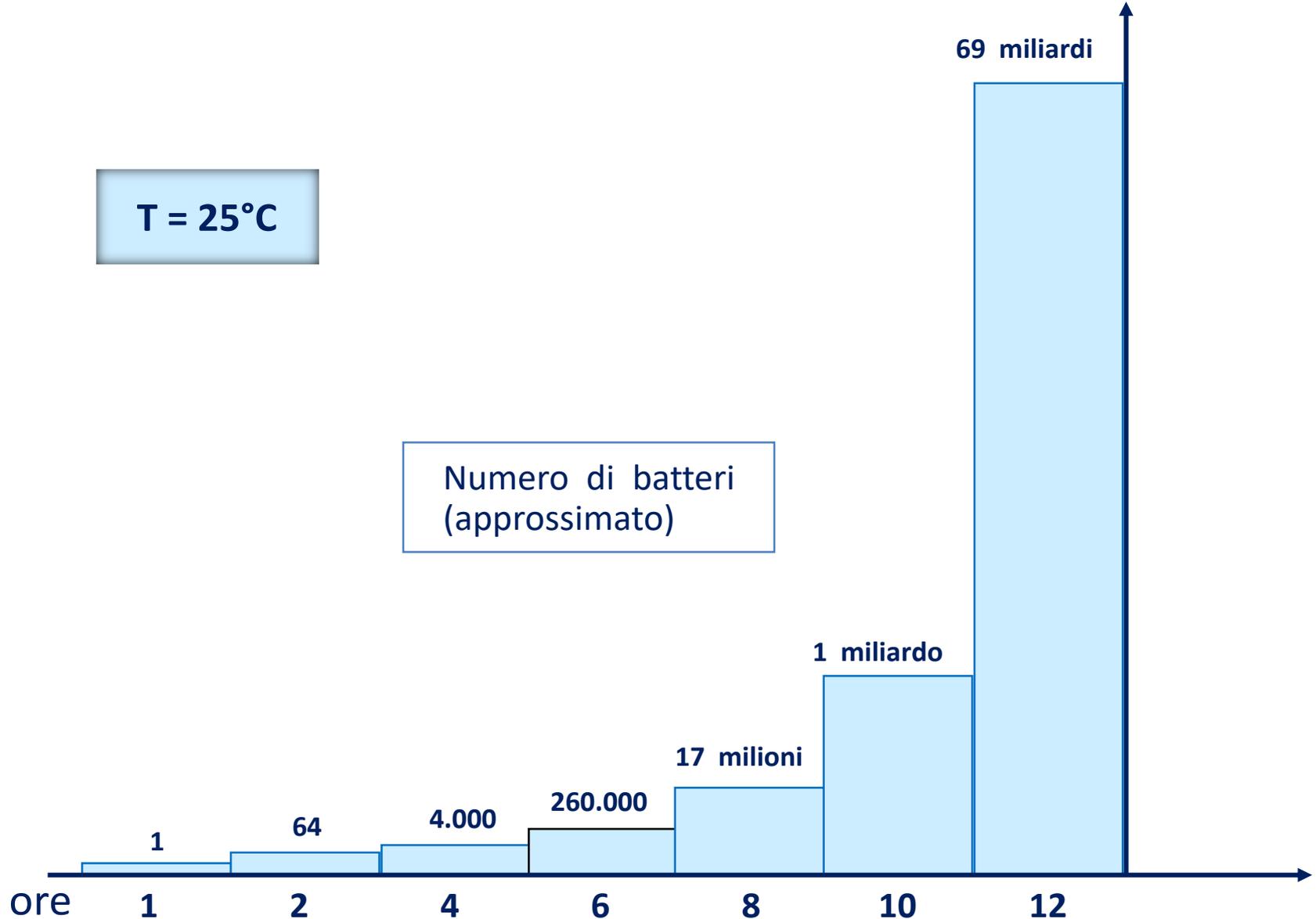
		Aw	Ph	Temp.	
prodotti deperibili	carne fresca	>0.96	5.0	10	1-3 giorni
	verdure fresche	0.99	7.0	10	3-7 giorni
	frutta fresca	0.99	3.0	10	1-2 settimane
prodotti stabili	salsicce	0.85	4.0	20	molte settimane
	prosciutti	0,80	3.5	20	molte settimane
	formaggi	0.93	4.0	20	molte settimane
prodotti stabili o conservati	in scatola	0.99	6.0	30	illimitato
	congelati	0.99	6.0	30	illimitato
	disidratati	<0.60	6.0	30	illimitato



moltiplicazione dei batteri in condizioni favorevoli

T = 25°C

Numero di batteri
(approssimato)



lista dei pericoli coinvolti più spesso nelle malattie di origine alimentare

- 1 preparazione degli alimenti con eccessivo anticipo (conservazione prolungata)
- 2 cottura inadeguata (*)
- 3 raffreddamento troppo lento degli alimenti cotti
- 4 conservazione a temperature errate (di refrigerazione, congelamento, surgelazione)
- 5 scongelamento inadeguato (*)
- 6 riscaldamento insufficiente degli alimenti già pronti

(*) *principalmente*



alcune regole d'oro per la preparazione ed il consumo dei cibi

- 1 scongelare completamente
- 2 cuocere (riscaldare) accuratamente
- 3 consumare, se possibile, immediatamente
- 4 in caso contrario, raffreddare per non meno di 1 ora
- 5 conservare in frigorifero
- 6 non contaminare gli alimenti dopo la cottura



fattori favorevoli l'insorgenza di malattie di origine alimentare

