



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO

Gli aspetti microbiologici della conservazione degli alimenti

Prof. Pierluigi Di Ciccio
Dipartimento di Scienze Veterinarie (DSV), Università degli Studi di Torino
pierluigialdo.diciccio@unito.it

WEBINAR

La *shelf life* degli alimenti: tipologie di studi e applicazioni pratiche
13 Giugno 2025

DEFINIZIONI

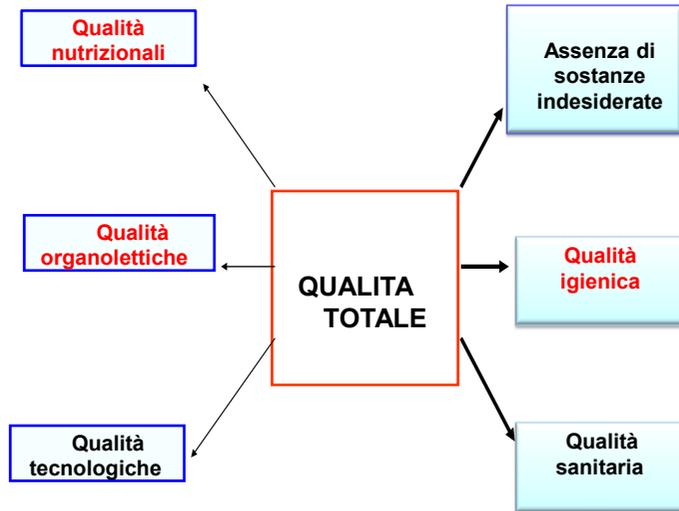
- Vita di scaffale commerciale di un alimento confezionato: “Durabilità”



Il periodo di tempo che corrisponde, in determinate circostanze, ad una tollerabile diminuzione di qualità dell'alimento

**La Shelf life è definita come il tempo entro il quale,
il prodotto alimentare**

- Rimane sicuro
- Mantiene le desiderate caratteristiche organolettiche, chimiche, fisiche e microbiologiche
- E' conforme ai dati nutrizionali dichiarati in etichetta



Qualità di un Alimento

- 1. Nutrizionale** : valore in regime dietetico.
Alterata se trattamenti degradano componenti nutrizionali



- 2. Organolettica**: caratteri sensoriali apparenti – odore, colore, sapore - caratteristici dei diversi alimenti

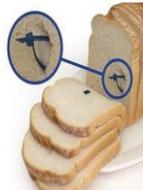


Qualità di un Alimento

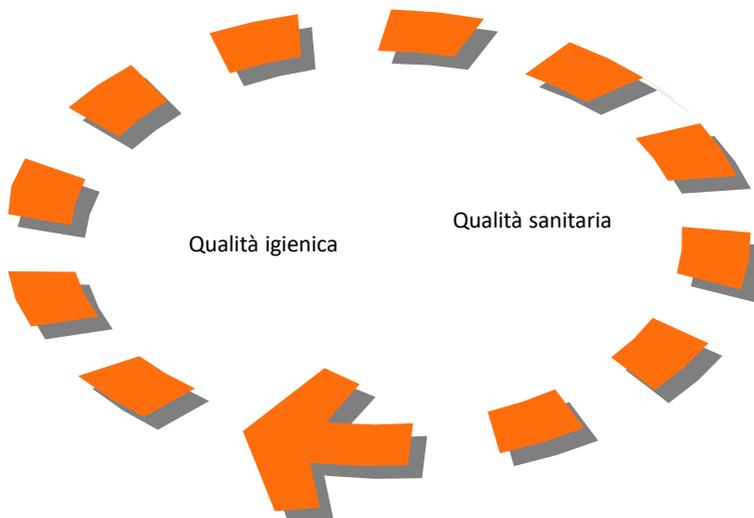
3. Igienica: presenza di microrganismi che alterano le caratteristiche organolettiche dell'alimento



4. Sanitaria: presenza di potenziali rischi per il consumatore, (micro)biologici, chimici, fisici



Qualità Microbiologica



alterazione degli alimenti

da sempre...

necessità di rendere disponibili nel tempo e nello spazio prodotti alimentari con caratteristiche organolettiche accettabili per il consumatore ...

disidratazione, salagione, trattamenti termici, uso del freddo, fermentazione ...



alterazione degli alimenti



modificazioni delle caratteristiche organolettiche tali da rendere il prodotto "inaccettabile" per il consumo umano

concetto di "inaccettabilità" → prodotto-specifico

es. odore ammoniacale ...

... prodotti della pesca essiccati (disidratati) e fermentati

... prodotti della pesca freschi o "lightly preserved"

alterazione degli alimenti

reazioni chimiche

danni fisici

degradazione microbica:
crescita e metabolismo batteri



causa principale

ammine, solfuri, alcoli, aldeidi,
chetoni, acidi organici...

... slime, decolorazione, colonie visibili

degradazione microbica:
crescita e metabolismo batteri

perdite del 25%

di tutti gli alimenti prodotti





approfondimento conoscenze scientifiche relative
alla crescita e al metabolismo dei microrganismi alteranti

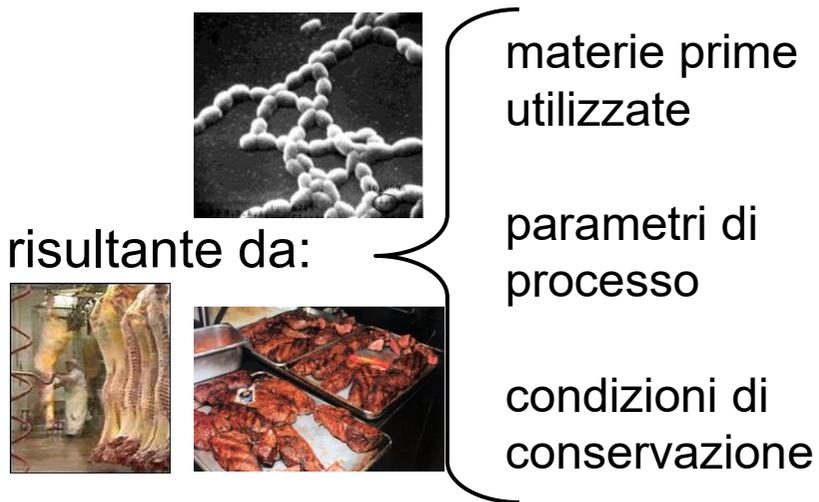
Prodotti alimentari



Sistemi Dinamici



Flora microbica specifica: microbiota

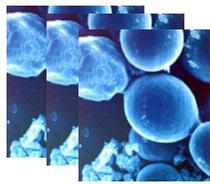
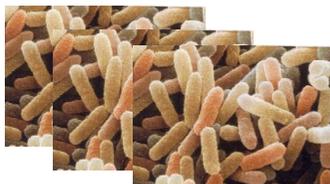


Materie prime

→ grande varietà di specie microbiche

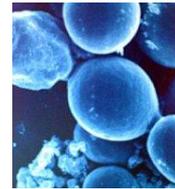
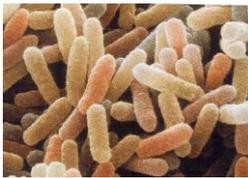


solo alcune in grado di colonizzare il substrato
→ notevole aumento numerico



Spoilage Association

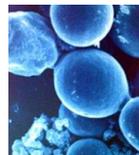
Microbiota presente sul prodotto al momento della comparsa dei fenomeni alterativi



... alcuni hanno contribuito al deterioramento
(*Specific Spoilage Organisms*)

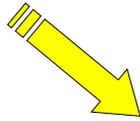


... alcuni non hanno provocato
modificazioni indesiderate



Fenomeni alterativi

moltiplicazione
microbica
(*Spoilage Association*)
CMT



SSOs

(*Specific Spoilage Organisms*)



parte del Microbiota responsabile
concretamente del processo di
deterioramento



Meccanismi non sempre ben noti...

minime modificazioni di processo
→ sviluppo e composizione SA



stessa tipologia prodotto
→ fenomeni alterativi diversi

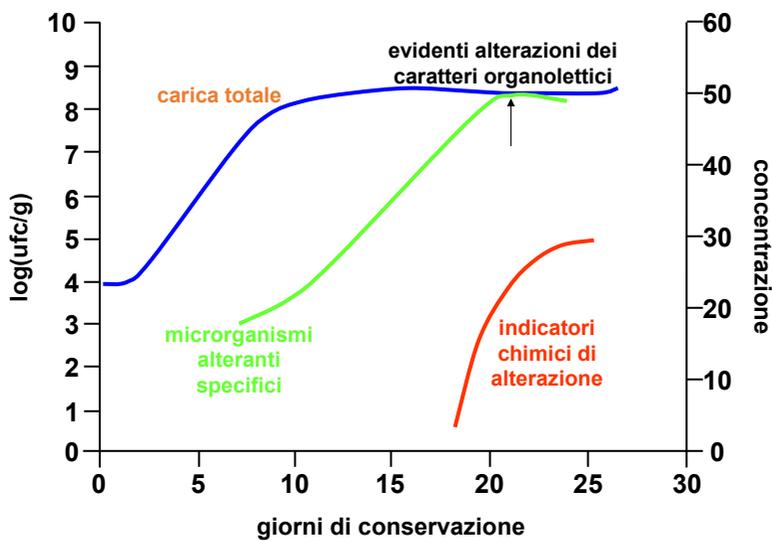
Fenomeni alterativi

crescita

correlazione diretta entità fenomeno e CMT
muffe, slime, colorazioni anomale

*attività
metabolica*

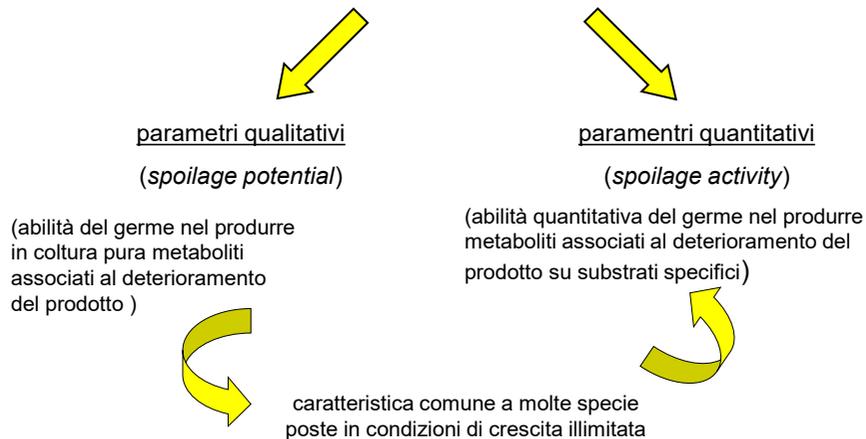
odori anomali



(Gram e Huss, 1996)



SSO (*Specific Spoilage Organism*)

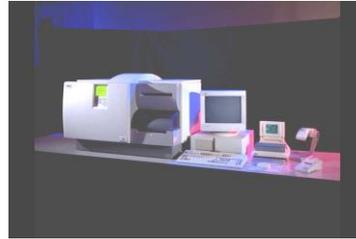


... cosa fare per vedere se si è davvero di fronte ad un SSO?

... valutare se in un prodotto alimentare alterato la sua carica è effettivamente in grado di giustificare la produzione quantitativa dei metaboliti associati al fenomeno



ecologia microbica
tecniche molecolari
chimica analitica
analisi sensoriale
modelli matematici



caratterizzazione

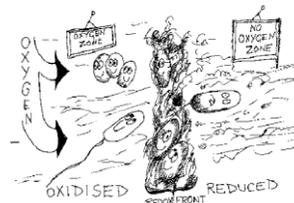


Specific Spoilage Organisms
SSOs

referiti ad un prodotto specifico

spoilage domain

range di condizioni ambientali (pH, temperatura, a_w , atmosfera) in cui un SSO può crescere e produrre metaboliti tipici del fenomeno alterativo



la conoscenza di questi parametri fisici e chimici permette, a fronte di una notevole variabilità iniziale, di prevedere con buona attendibilità quali specie microbiche saranno in grado di crescere e dominare un particolare prodotto alimentare

Studio alteranti

- 1° fase studio quali-quantitativo delle modificazioni (organolettiche, microbiologiche, chimiche) occorse durante il periodo di conservazione
variazioni nel tempo concentrazioni composto chimico *target*
- 2° fase isolamento e identificazione specie microbiche presenti al momento del «rifiuto» sensoriale
valutazione capacità alteranti su substrati specifici
- 3° fase valutazione azione deteriorante ceppi selezionati sul prodotto



Goal industria alimentare

- identificare gli SSOs
- identificare i loro specifici “*spoilage domains*”



implementazione metodiche

determinare

prevedere

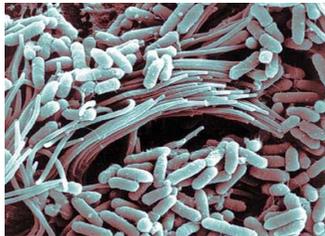
estendere

shelf-life alimenti

... facciamo alcuni esempi:

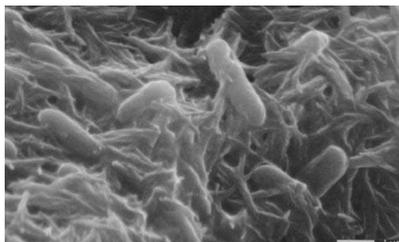
Pseudomonas spp e pochi altri batteri gram-negativi psicrotrofi

→ Prodotti **conservati aerobicamente** a temperature di refrigerazione



... facciamo alcuni esempi:

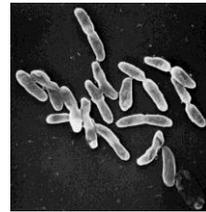
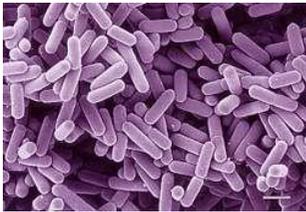
Shewanella putrefaciens e simili → stesse condizioni ma predilige pH più elevati



... facciamo alcuni esempi:

LAB, *Enterobacteriaceae*, (*S. putrefaciens*, *Brochothrix thermosphacta* e clostridi)

→ Prodotti **confezionati sotto vuoto**



... **Limiti**

L'accertamento dello stato di alterazione di un prodotto alimentare ed il suo grado si basano su



Parametri Sensoriali

Né la CMT né il livello di SSO possono di per sé essere utilizzati come indice della qualità sensoriale del prodotto

Il livello di **SSO** può tuttavia essere utile per **prevedere la shelf life** di un prodotto



... In aggiunta

...nel determinismo della comparsa dei fenomeni alterativi si raggiungono cariche di microrganismi tali da ritenere certa una loro



«**interazione**» e influenza reciproca



Oggi sempre più chiara...

L'importanza del ruolo rivestito da rapporti di **interazione** tra diversi microrganismi  **Microbiota**

1. Antagonismo
2. Metabiosi
3. Quorum sensing





1. Antagonismo

... esempi ...

- LAB abbassamento pH e produzione batteriocine
- alcuni alteranti gram-negativi → NH_3 e TMA tossici per diverse specie e talvolta per se stessi
- Pseudomonadi → sostanze antibatteriche ed antifungine (antibiotici) e competizione per il Fe



1. Antagonismo

competizione verso determinate sostanze (minerali, aminoacidi, zuccheri, ...) presenti in quantità limitate

Fe indispensabile al metabolismo batterico per
respirazione (vettore elettroni)
enzimi redox

molti batteri → sistemi altamente specializzati per captazione Fe → siderofori (chelanti specifici secreti dalla cellula microbica)



1. Antagonismo

substrati con Fe in basse concentrazioni

scarsa disponibilità → attivazione produzione siderofori

- secrezione siderofori ambiente esterno
- formazione complesso sideroforo-Fe
- captazione complesso e sua introduzione all'interno della cellula
- liberazione del Fe nel citoplasma

Pseudomonas spp. produttori di siderofori ad elevata capacità legante,



1. Antagonismo

una specie microbica avvantaggiandosi di meccanismi utili a utilizzare sostanze presenti in quantità limitate nel substrato ...

... subisce un notevole impulso alla crescita (*over growing*);

... il fenomeno dell'*over growing* inibisce una seconda specie contemporaneamente presente, sopprimendone la possibilità di raggiungere la densità cellulare massima possibile

 "**Jameson effect**"

es. pseudomonadi e competizione per il Fe → *over growing* (cariche dell'ordine di 10^8 ufc/g) inibizione *Shewanella putrefaciens*

3. *Quorum Sensing* (Comunicazione tra cellule)

molti gram negativi isolati da alimenti sono produttori di AHLs

queste ed altre ricerche permettono di affermare che ...

la produzione di AHL è un fenomeno molto diffuso tra i microrganismi alteranti

interazione *Pseudomonas* vs *Shewanella*



Antagonismo Competizione per Fe^{3+}

2. Metabiosi

rapporto di inter dipendenza tra microrganismi diversi

... nello specifico ...

Definizione:

“peculiare stato di un organismo che per la propria esistenza richiede un ambiente condizionato da un'altra forma di vita”

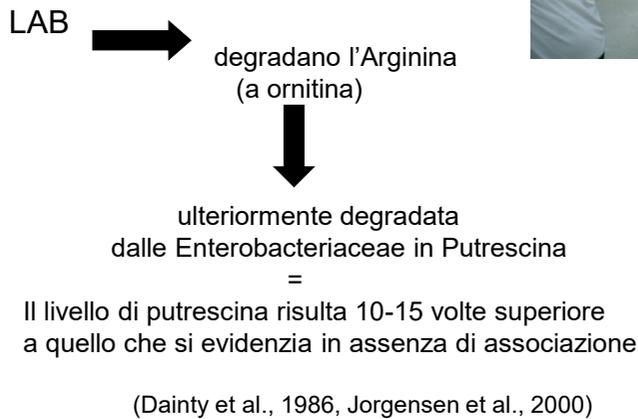


2. Metabiosi:

es. rimozione dell'O₂ da parte della microflora gram-negativa
→ possibilità di crescita di microrganismi anaerobi come i
Clostridi (Huss et al., 1979)

produzione da parte di una specie microbica di metaboliti
utili alla crescita di un'altra specie

2. Metabiosi e fenomeni alterativi



3. Quorum Sensing (Comunicazione tra cellule)

espressioni fenotipiche microrganismi → governate da una stretta regolazione genica e influenzate da numerosi fattori (fase di crescita, nutrienti, stress, ...)

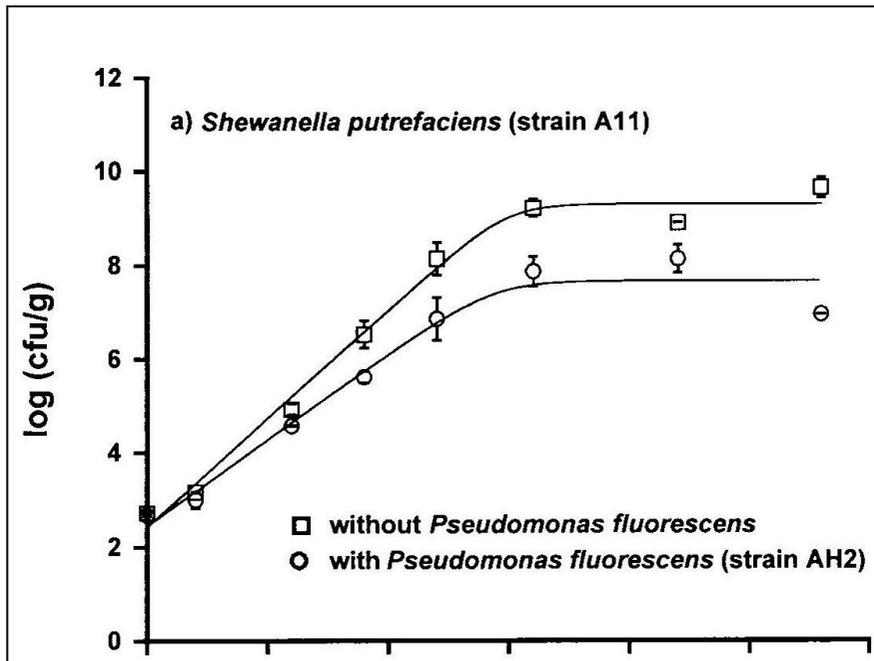


di notevole importanza: **densità della popolazione**

quorum sensing = possibilità di regolare l'espressione di diversi geni in funzione della densità di popolazione (Fuqua et al., 1994)

il *quorum sensing* implica la capacità che i microrganismi comunichino tra loro attraverso segnali chimici: N-acyl omoserin lattone – AHLs in molti gram-negativi

(Fuqua et al., 1996; Kleerebezem et al., 1997; Eberl et al., 1999; Whitehead et al., 2001)



Conclusioni e Prospettive future

Metabiotic Spoilage Association

(descrive situazioni in cui due o più specie microbiche contribuiscono a determinare il fenomeno alterativo attraverso interscambi di metaboliti e nutrienti)



consorzio di microrganismi che interagiscono per determinare l'alterazione del prodotto

(Jørgensen et al., 2000)

Conclusioni e Prospettive future

Utilizzo di modelli matematici

Descrizione in termini quantitativi della crescita degli SSOs

Predizione della *shelf life*



Messa a punto software

Capacità di prevedere la *shelf life* in condizioni di conservazione caratterizzate da temperatura costante o variabile

Conclusioni e Prospettive future

Sistemi e strategie di conservazione

Mirate

Esclusivamente agli SSOs

Inibendone la crescita

...oppure

Bloccando le reazioni indesiderate responsabili del deterioramento (es. trasferimento di enzimi coinvolti nel fenomeno alterativo)

Conclusioni e Prospettive future

potenziale sviluppo di nuove tecniche di conservazione basate sugli QSI (inibitori del quorum sensing) = composti che bloccano specificamente i sistemi di comunicazione mediati da AHL

QSI = prodotti naturali (finora → furanoni alogenati di origine vegetale, presumibilmente → presenti in molti organismi marini, così come in materie prime ed alimenti derivati)

influenzano la colonizzazione microbica su substrati alimentari, la produzione di tossine e forse la velocità di moltiplicazione

l'origine naturale ne influenza la possibilità di utilizzo negli alimenti

Analisi della possibile importanza dei composti AHL (acil omoserin lattone) nelle reazioni di alterazione



... Grazie per
l'attenzione!

Dr. Pierluigi Di Ciccio

Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli Studi di Torino,

Largo Paolo Braccini 2, Grugliasco (TO), Italia

pierluigialdo.diciccio@unito.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO