



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TERAMO



MEDICINA  
VETERINARIA  
TERAMO

Corso di Laurea Magistrale in Scienze delle Produzioni Animali Sostenibili LM-86

## UD-1

Insegnamento in: **SANITA' E SICUREZZA DEI PRODOTTI DI ORIGINE ANIMALE OTTENUTI DA  
TECNOLOGIE INNOVATIVE E SOSTENIBILI**

SSD: VET/04; 6 CFU (60 ore)

Parte 3

A.A. 2023-2024

Docente del Corso:  
Dr. Gianluigi Ferri  
DVM; PhD in Food Inspection  
[gferri@unite.it](mailto:gferri@unite.it)

1

## Alterazioni degli alimenti

- Cosa si intende per alterazioni degli alimenti???

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

- Priviamo a dare delle definizioni da consumatori

**FOOD TECHNOLOGIES:** *disidratazione, salagione, trattamenti termici, uso del freddo, fermentazione ...*

2

## Alterazioni 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"

3

## Alterazioni degli alimenti

Reazioni chimiche

Danni fisici

Degradazione microbica:  
crescita e metabolismo batterico



causa principale



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

... slime, decolorazione, colonie visibili

4



5

... 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

6

- Ecologia microbica,
- Tecniche molecolari,
- Chimica analitica,
- Analisi sensoriale,
- Modelli matematici.

caratterizzazione

Specific Spoilage Organisms  
SSOs

**riferiti ad un prodotto specifico**

7

## Spoilage domain

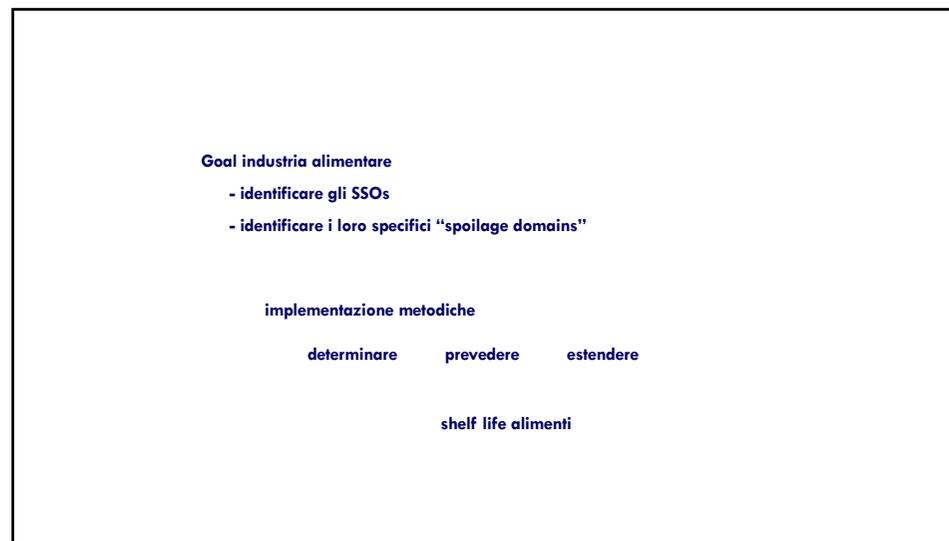
range di condizioni ambientali (pH, temperatura,  $a_w$ , atmosfera) in cui un SSO può crescere e produrre metaboliti tipici del fenomeno alterativo

la conoscenza di questo limitato numero di 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

8



9



10

... facciamo alcuni esempi:

**Pseudomonas spp e pochi altri batteri gram negativi psicotrofi**

→ **alimenti proteici conservati aerobicamente a temperature di refrigerazione**

11

## 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 rimanente shelf life di un prodotto

12

**... in aggiunta...**

**crescita ed attività degli SSOs sempre descritta e studiata in funzione dei parametri esposti ...**

**... tuttavia nel determinismo della comparsa dei fenomeni alterativi si raggiungono cariche di microrganismi tali da ritenere certa una loro interazione e influenza reciproca**

13

**Oggi sempre più chiara...**

**L'importanza del ruolo rivestito in alcuni casi dai...**

**rapporti di interazione tra diversi i microrganismi**

- 1. Antagonismo**
- 2. Metabiosi**
- 3. Comunicazione tra cellule**

14

## 1. Antagonismo

e.g.

- LAB abbassamento pH e produzione batteriocine;
- alcuni alteranti Gram-negativi → **NH<sub>3</sub>** e **TMA** tossici per diverse specie e talvolta per se stessi
- Pseudomonadi → sostanze antibatteriche e antifungine (antibiotici) e competizione per il **Fe**

15

## 1. Antagonismo

competizione verso determinate sostanze (minerali, amino acidi, 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)

16

## 1. Antagonismo

Substrati con Fe in basse concentrazioni (prodotti ittici)

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, soprattutto ceppi isolati da prodotti della pesca

17

## 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 raggiungimento dell'over growing inibisce una seconda specie contemporaneamente presente, sopprimendone la possibilità di raggiungere la densità cellulare massima possibile

e.g.

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

18

## 2. Metabiosi

rapporto di inter dipendenza tra microrganismi diversi

... nello specifico ...

“peculiare stato di un organismo che per la propria esistenza richiede un ambiente condizionato da un'altra forma di vita” (Zanichelli, 2002)

19

## 2. Metabiosi → alcuni esempi ...

rimozione dell'O<sub>2</sub> da parte della microflora Gram-negativa → possibilità di crescita di microrganismi anaerobi come *Cl. botulinum*.

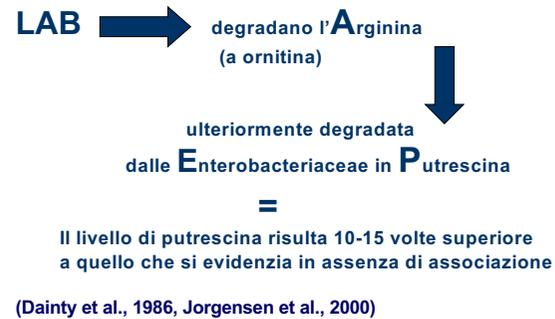
produzione da parte di una specie microbica di metaboliti utili alla crescita di un'altra specie  
Es. presenza di *Pseudomonas* spp.

→ maggiore crescita ed acidificazione del mezzo da parte di batteri lattici nel latte.

→ maggiore crescita di *S. aureus*.

20

## 2. Metabiosi & fenomeni alterativi



21

## 2. Metabiosi & fenomeni alterativi: alcuni esempi

colture LAB/*Hafnia alvei* → cattivi odori riconducibili a carne alterata confezionata sotto vuoto, assenti nelle colture pure (Borch et al., 1996)

colture *Shewanella* spp., *Photobacterium* spp. e *Aeromonas* spp. → assenza cattivi odori in salmone affumicato a freddo; aggiunta *B. thermosphacta* e *Carnobacterium piscicola* → comparsa off-odours (Joffraud et al., 2001)

colture Enterobacteriaceae (*Yersinia intermedia*) e *P. putida* → aumentata produzione esteri responsabili di "odori di frutta" in latte pastorizzato rispetto alle colture pure (Whitfield et al., 2000)

*S. putrefaciens* (e altri aerobi) → aumentata produzione tossina *Cl. botulinum* tipo E (Huss et al., 1979)

22

### 3. 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*



il quorum sensing implica la capacità che i microrganismi comunichino tra loro attraverso segnali chimici (peptidi in molti Gram-negativi; N-acyl omo-serin lattone – AHLs in molti Gram-negativi).

23

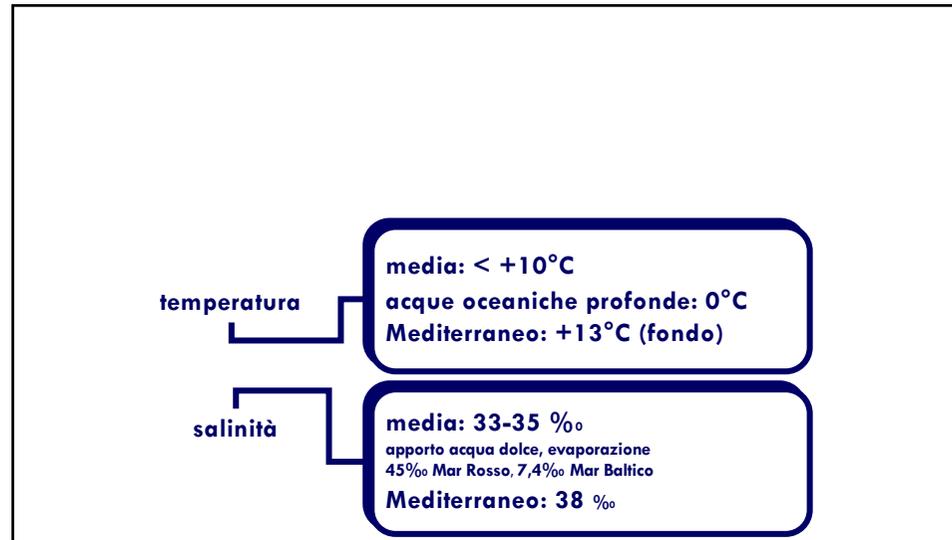
### 3. Comunicazione tra cellule

- Molti Gram-negativi isolati da alimenti sono produttori di AHLs;
- su 148 ceppi di Enterobacteriaceae isolati da salmone affumicato e carni confezionate sottovuoto, solo 1 non produceva AHLs;
- in molti alimenti del commercio riscontrate grosse quantità di AHLs.

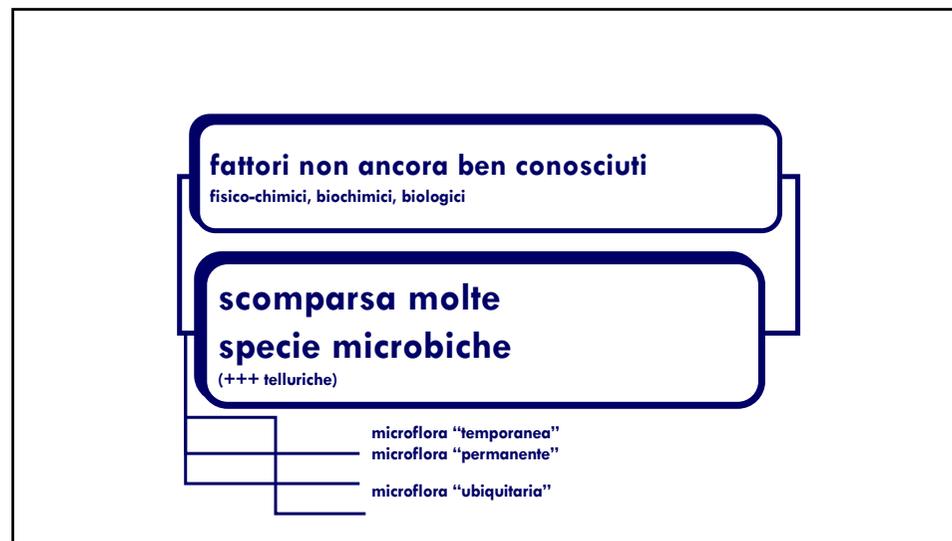
queste ed altre ricerche permettono di affermare che ...

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

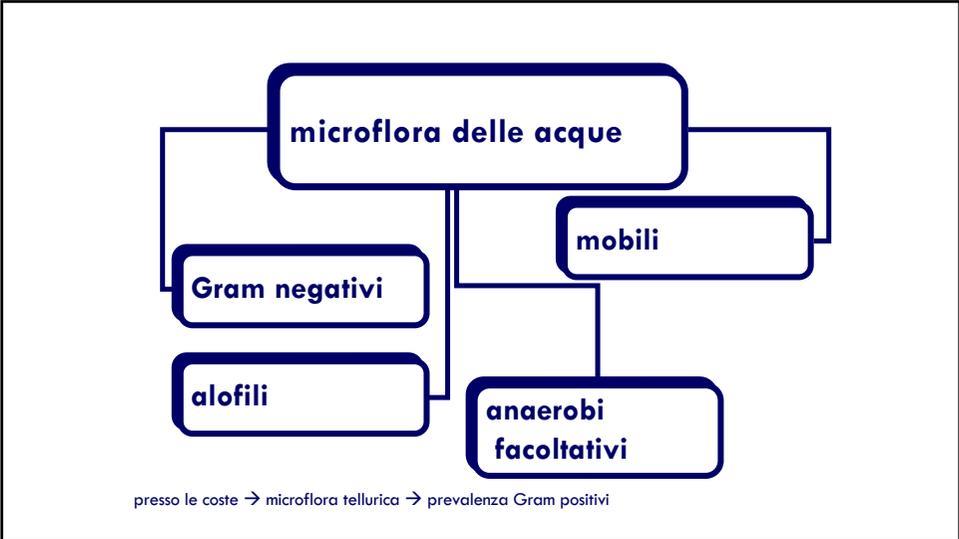
24



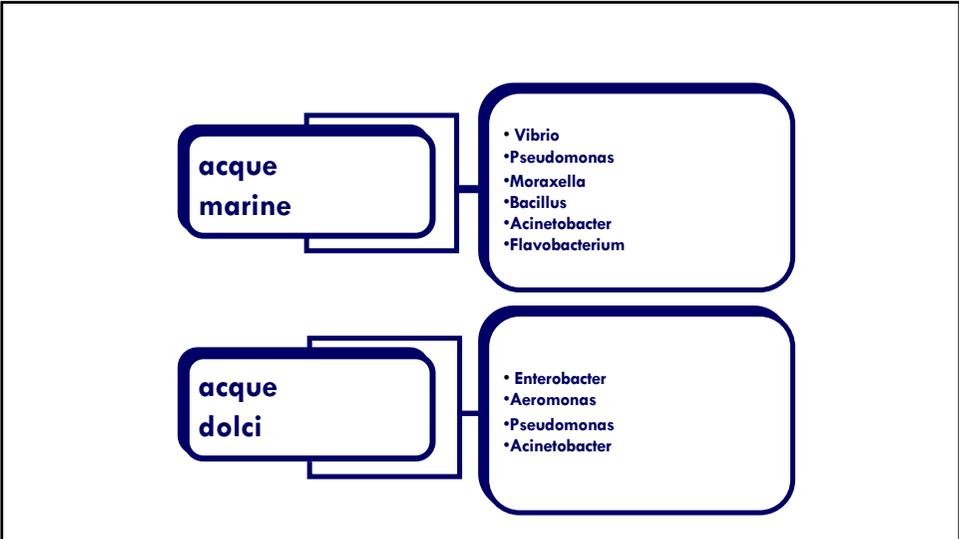
25



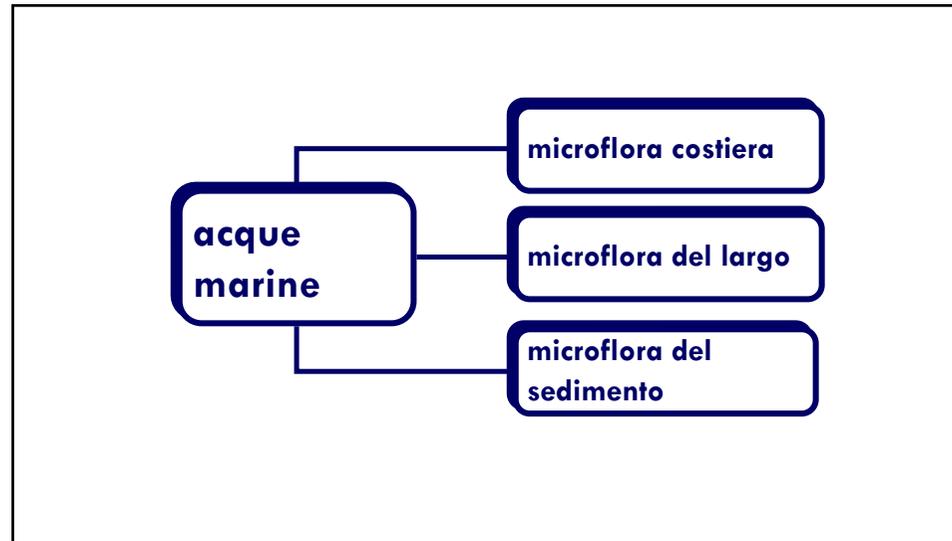
26



27



28



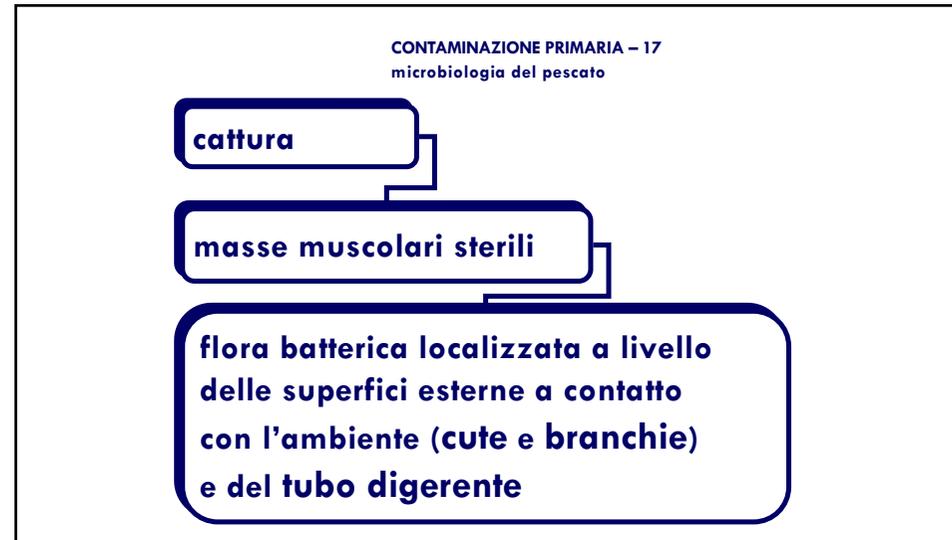
29

**Flora microbica presente al momento della pesca**

**germi psicrofili**

- temperatura ottimale sviluppo: +15-20°C  
sviluppo possibile tra -5 e +30°C
- temperatura media acque marine → inferiore a +10°C
- scarsa conservabilità del prodotto anche a temperature prossime agli 0°C

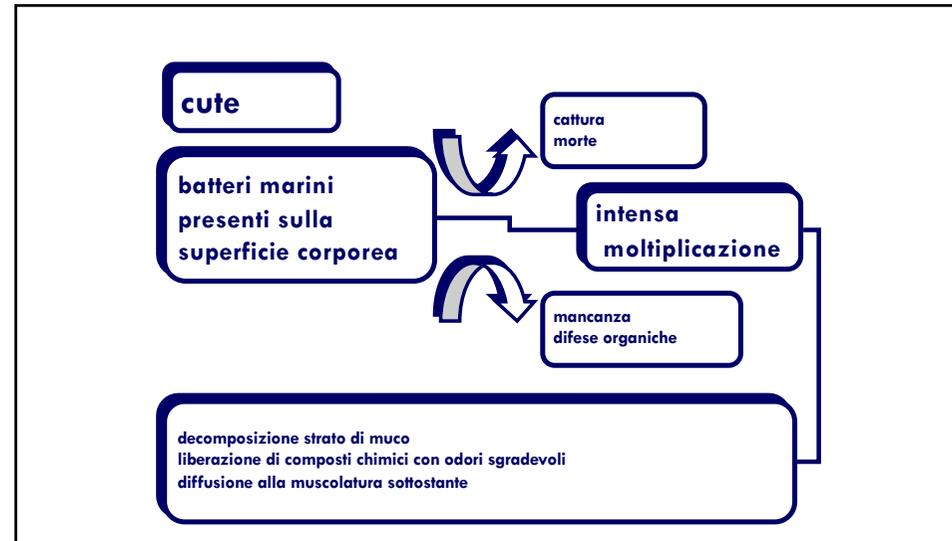
30



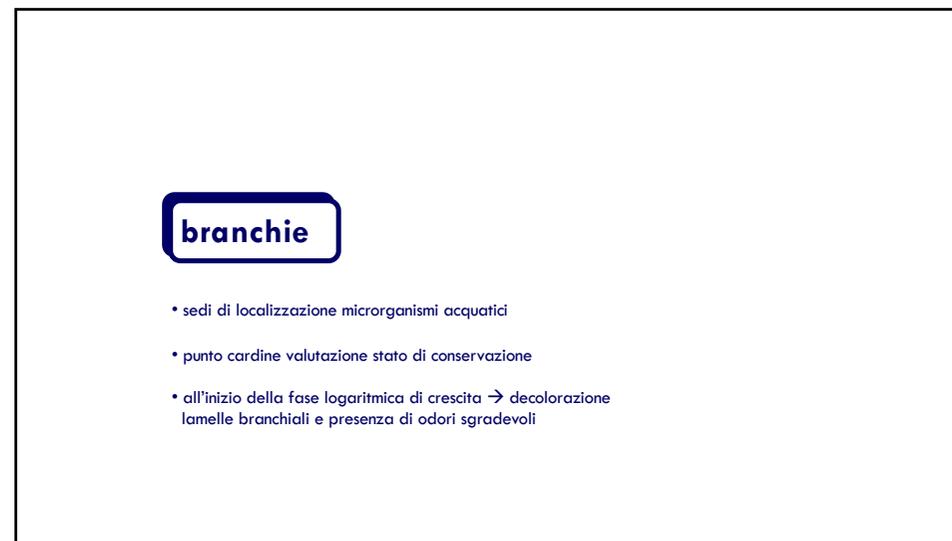
31



32



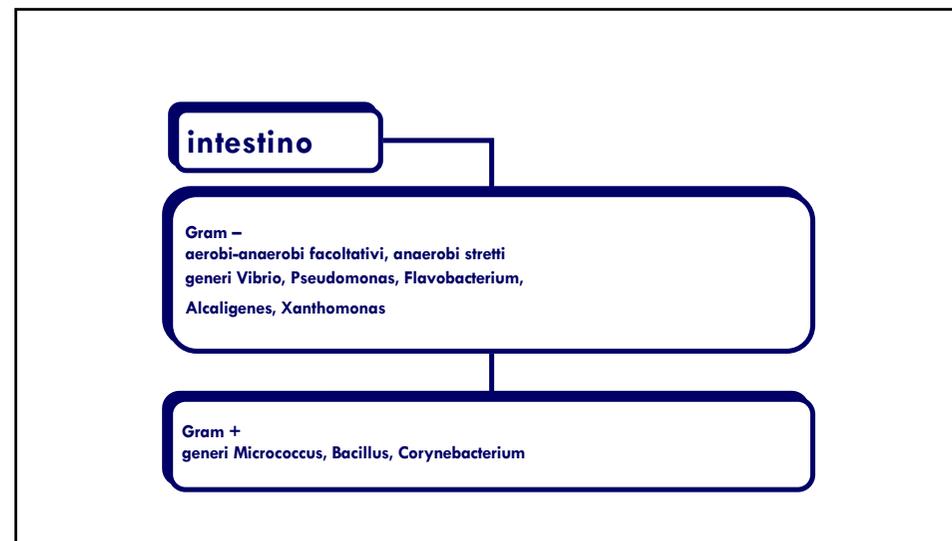
33



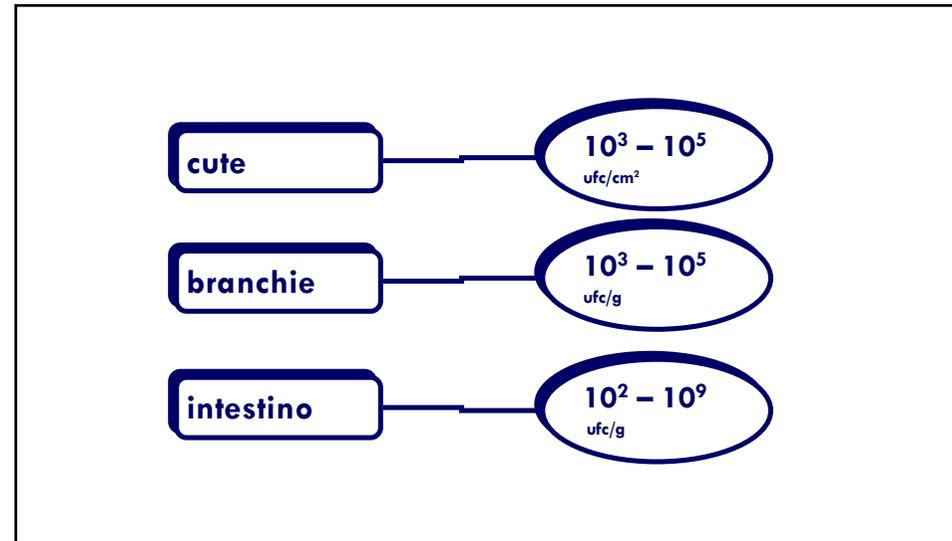
34



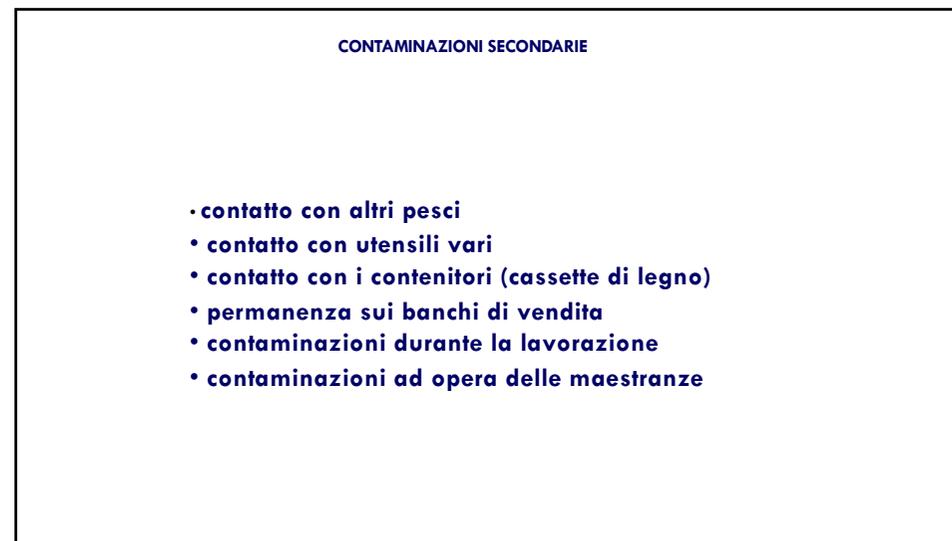
35



36



37



38

**MODIFICAZIONI DELLE CARATTERISTICHE ORGANOLETTICHE NEL CORSO DELLA CONSERVAZIONE E COMPARSA DEI FENOMENI ALTERATIVI**

39

**ridotta shelf-life prodotti della pesca**

**composizione chimica**

**tipo di flora contaminante**

**lunga agonia che precede la morte**

40

***Shewanella putrefaciens***

***Pseudomonas spp.***

41

***Shewanella putrefaciens***  
**alcune caratteristiche**

- Responsabile del deterioramento di prodotti ittici provenienti da acque marine temperate
- Acido sensibile
- Eterogeneità fenotipica MA equivalenti capacità alteranti
- Azione deteriorativa = attacco di aminoacidi contenenti zolfo (L-cisteina) con produzione di composti volatili maleodoranti (H<sub>2</sub>S)

42

***Pseudomonas***  
alcune caratteristiche

- Responsabile del deterioramento di prodotti ittici provenienti da zone tropicali sia d'acqua dolce che marina (con *S. putrefaciens*)
- Fenomeni alterativi = composti volatili (aldeidi, chetoni, esteri ecc.)

**ASSENZA di H<sub>2</sub>S**  
Composti volatili (aldeidi, chetoni, esteri e solfuri)

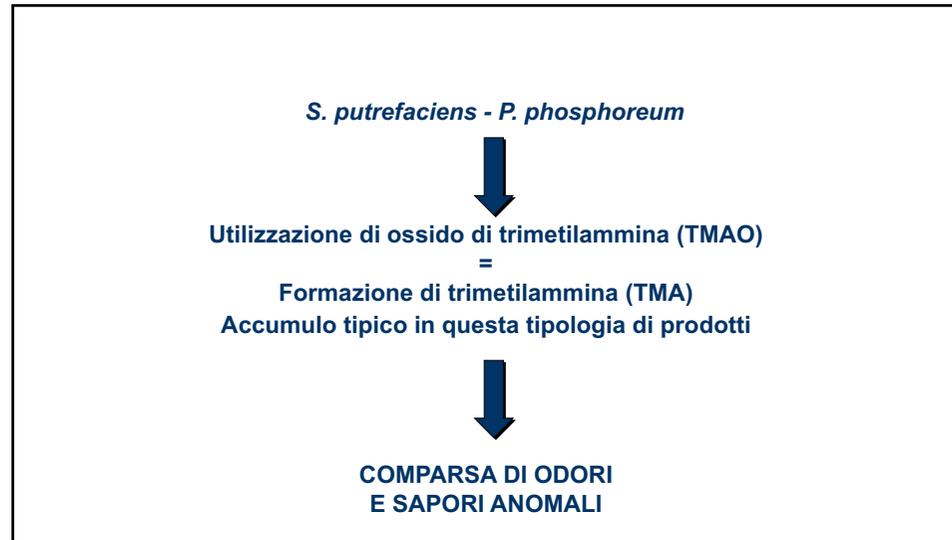
43

**Spoilage bacteria**

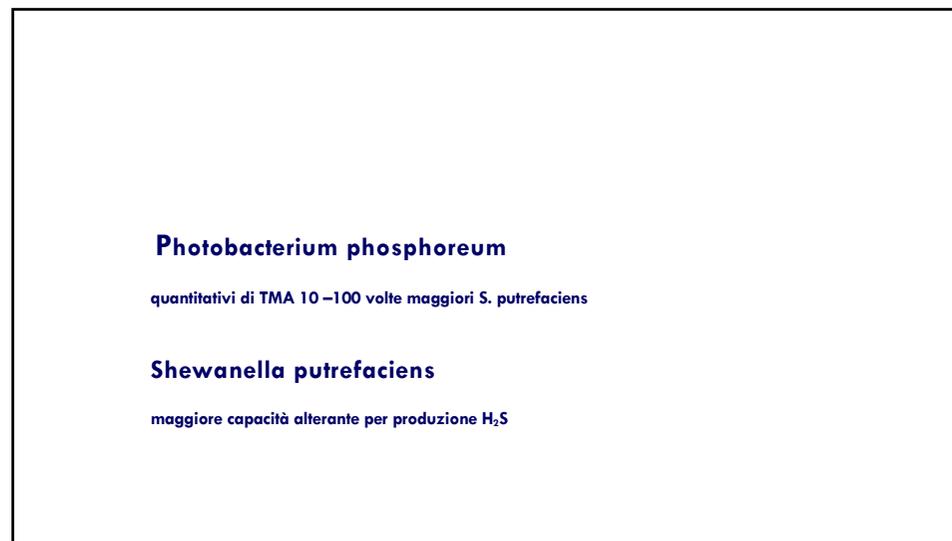
***Shewanella putrefaciens***

***Photobacterium  
phosphoreum***

44



45



46

**Interazione**  
***S. putrefaciens* / *P. phosphoreum***

**La specie dominante  
è probabilmente  
funzione della  
carica iniziale**

47

## **Spoilage bacteria**

***Photobacterium phosphoreum***  
**(acque temperate)**

**LAB e altri Gram + (acque tropicali e acque  
dolci)**

48

***Photobacterium phosphoreum***

- particolarmente resistente alla azione della CO<sub>2</sub>
- aumento fino al raggiungimento di cariche di 10<sup>7</sup>-10<sup>8</sup> ufc/g
- ... ma deterioramento evidente già con cariche < 10<sup>7</sup> ufc/g
- accumulo di TMA
- grosse dimensioni cellula batterica

49

**Spoilage bacteria**

***Enterobacteriaceae***  
**(es. *Hafnia alvei*, *Serratia liquefaciens*)**  
***Photobacterium phosphoreum***  
**LAB**

50

## LAB nei prodotti ittici



### Identificazione fenotipica insufficiente

specie di più frequente isolamento

Lactobacillus sakei  
Lactobacillus curvatus  
Carnobacterium piscicula  
(Gram et al 2002)

51

trota arcobaleno "gravad" conservata sotto vuoto

comparsa fenomeni alterativi

$10^4$ - $10^6$  ufc/g T=+3C° Carnobacterium piscicula

$10^5$ - $10^7$  ufc/g T=+8C° Lactobacillus sakei  
Lactobacillus curvatus

Carnobatteri  
particolarmente sensibili ad azione combinata sale+fumo

(Lyhs et al., 2002)

52



53

**Domande ???**

54