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: MVET-02/B; 6 CFU (60 ore)

Parte 3

A.A. 2026-2027

Docente del Corso:
Dr. Gianluigi Ferri
DVM; PhD in Food Inspection
gferri@unite.it

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 …*

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"

Alterazioni degli alimenti

Bacterial world

Danni fisici

Reazioni chimiche

Degradazione microbica:
crescita e metabolismo batterico

causa principale

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

… formazione dello slime, decolorazione, colonie visibili

Alterazioni degli alimenti

- Causa la perdita di circa il **25.0 %** dei prodotti alimentari.
- Inficia negativamente sulle valutazioni di sostenibilità aziendali.
- Limita l'accesso a risorse in molti Paesi del mondo.

Perché gli alimenti vanno incontro ad alterazione?

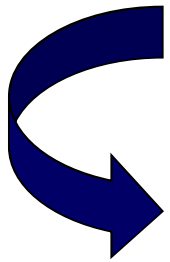
- **Alimento** come **sistema** / micro-environment **DINAMICO**.
- Gli alimenti sono sterili? Oppure c’è altro…???

Tutti gli alimenti sono dotati di una flora microbica specifica

risultante da:

- **materie prime utilizzate**
- **parametri di processo**
- **condizioni di conservazione**

Materie prime → grande varietà di specie microbiche



Capacità di colonizzazione del substrato → notevole aumento numerico

Spoilage Association

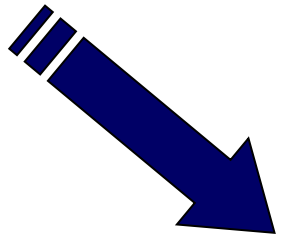
comunità microbiche presenti sul prodotto al momento della comparsa dei fenomeni alterativi

… alcuni hanno contribuito al deterioramento
(Specific Spoilage Organisms)

… alcuni non hanno provocato
modificazioni indesiderate

Fenomeni alterativi

- Moltiplicazione microbica
- Spoilage Association.
- CBT (CMT, CPT, EC…).



SSOs

(Specific Spoilage Organisms)



parte della microflora che partecipa effettivamente al processo di deterioramento

Meccanismi non sempre ben noti

Minime modificazioni di processo → sviluppo e composizione

Stessa tipologia di prodotto → fenomeni alterativi diversi

Fenomeni alterativi

CRESCITA

Valutazione della possibile correlazione diretta con l'entità fenomeno:

1. **CBT (CMT & CPT)**
2. **Muffe**
3. **Slime**
4. **Colorazioni anomale**

ATTIVITÀ METABOLICA

odori anomali

SSO
(Specific Spoilage Organism)

parametri qualitativi

(spoilage potential)

(abilità del germe nel produrre in coltura pura metaboliti associati al deterioramento del prodotto)

paramentri quantitativi

(spoilage activity)

(abilità quantitativa del germe nel produrre metaboliti associati al deterioramento del prodotto)

caratteristica comune a molte specie poste in condizioni di crescita illimitata

… 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

riferiti ad un prodotto specifico

Spoilage domain

- Range di condizioni ambientali: pH, temperatura, aw, 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.

Studio alteranti

PRIMA fase

- Studio quali-quantitativo delle modificazioni (organolettiche, microbiologiche, chimiche)
- Si verificano durante il periodo di conservazione
- Variano, nel corso del tempo, le concentrazioni composto chimico target

SECONDA fase

- Isolamento e identificazione di specie microbiche presenti al momento del rifiuto sensoriale
- Valutazione capacità alteranti su substrati specifici

TERZA 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**

→alimenti proteici conservati aerobicamente a temperature di refrigerazione

… facciamo alcuni esempi:

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

(prodotti della pesca, carni DFD);

… facciamo alcuni esempi:

***Pseudomonas* spp. (contaminazione post-processo) e *Bacillus* spp. psicrotrofi (spore) → latte pastorizzato;**

LAB, ***Enterobacteriaceae***, (***Brochothrix thermosphacta*** e clostridi) →
carni confezionate sotto vuoto (***S. putrefaciens*** se DFD);

- ***I batteri lattici (LAB), essendo ubiquitari, hanno un ruolo importante nell'insorgenza dei fenomeni alterativi.***
- ***A seconda del loro metabolismo, i LAB vengono classificati in omofermentanti ed eterofermentanti. I primi hanno come unico catabolita l'acido lattico, mentre i secondi producono acido lattico e anidride carbonica.***

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

… 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

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**

1. Antagonismo

e.g.

- 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 e antifungine (antibiotici) e competizione per il **Fe**

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)

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

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*

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)

2. *Metabiosi* → alcuni esempi …

rimozione dell'O_2 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*.

2. Metabiosi & fenomeni alterativi

LAB → **degradano l'Arginina (a ornitina)**

↓

ulteriormente degradata dalle Enterobacteriaceae in Putrescina

=

Il livello di putrescina risulta 10-15 volte superiore a quello che si evidenzia in assenza di associazione

(Dainty et al., 1986, Jorgensen et al., 2000)

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)

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 omoserin lattone – AHLs in molti Gram-negativi).

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 …

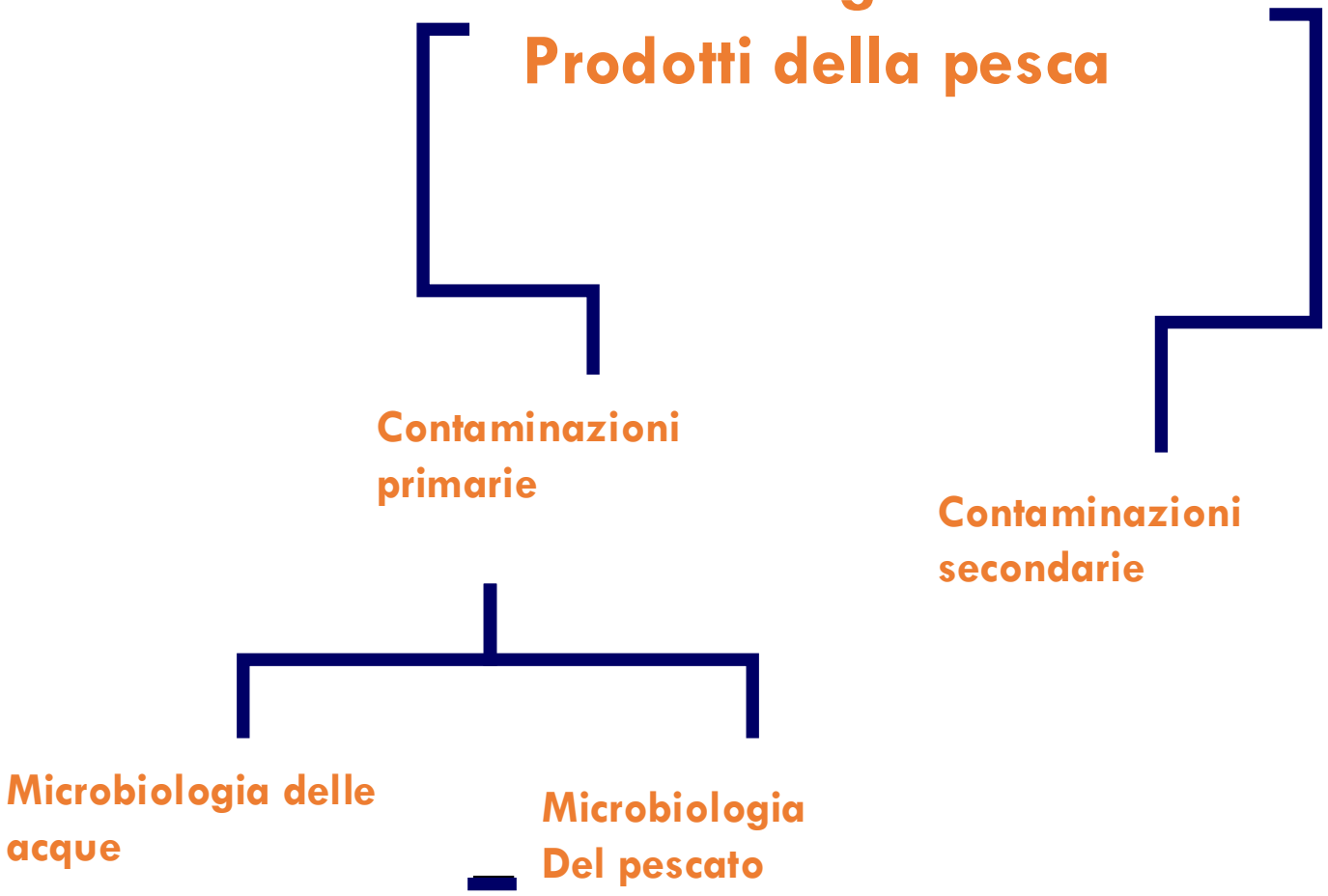
la produzione di AHL è un fenomeno molto diffuso tra i microrganismi alteranti

Grado di contaminazione →Prodotti della pesca

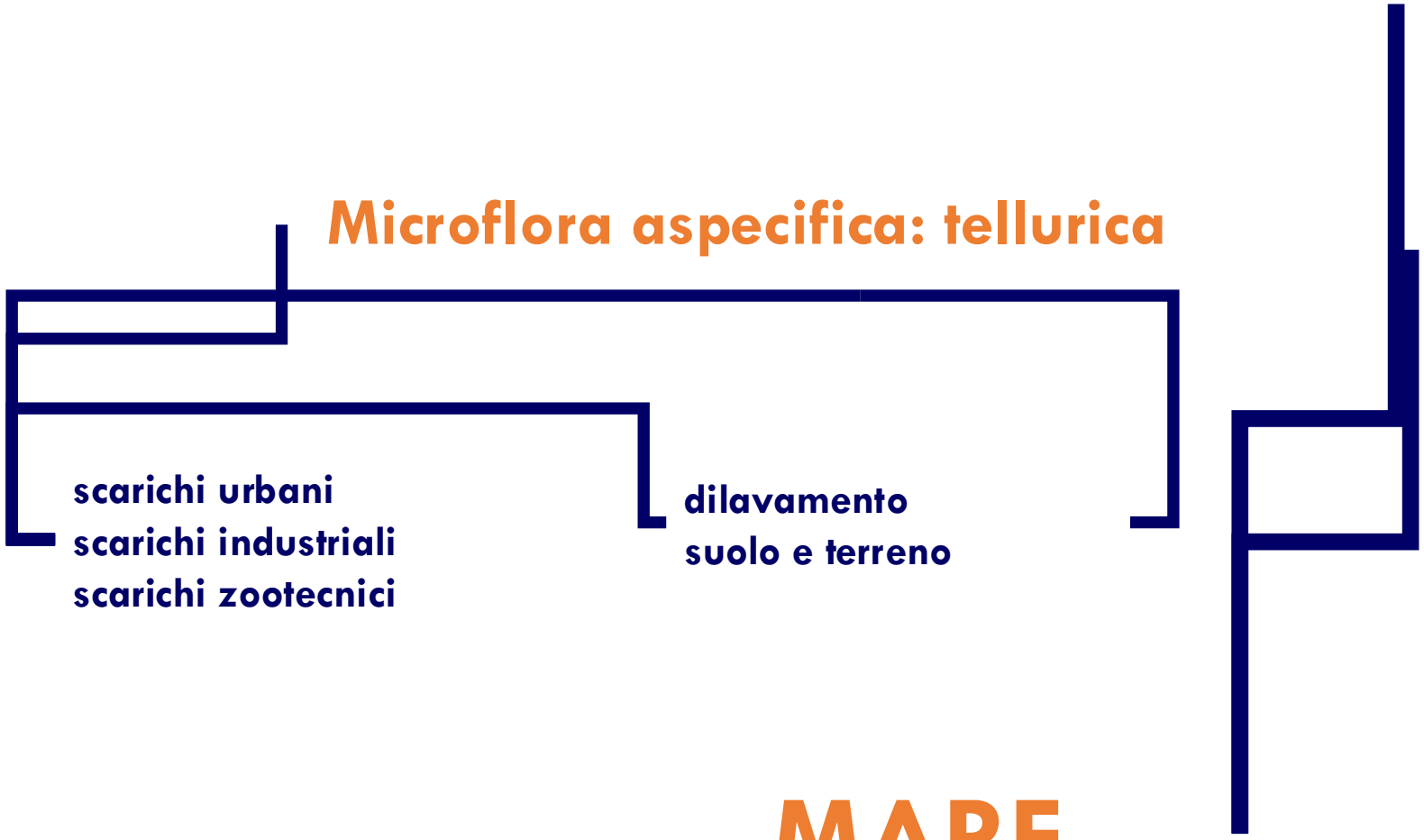
direttamente
proporzionale

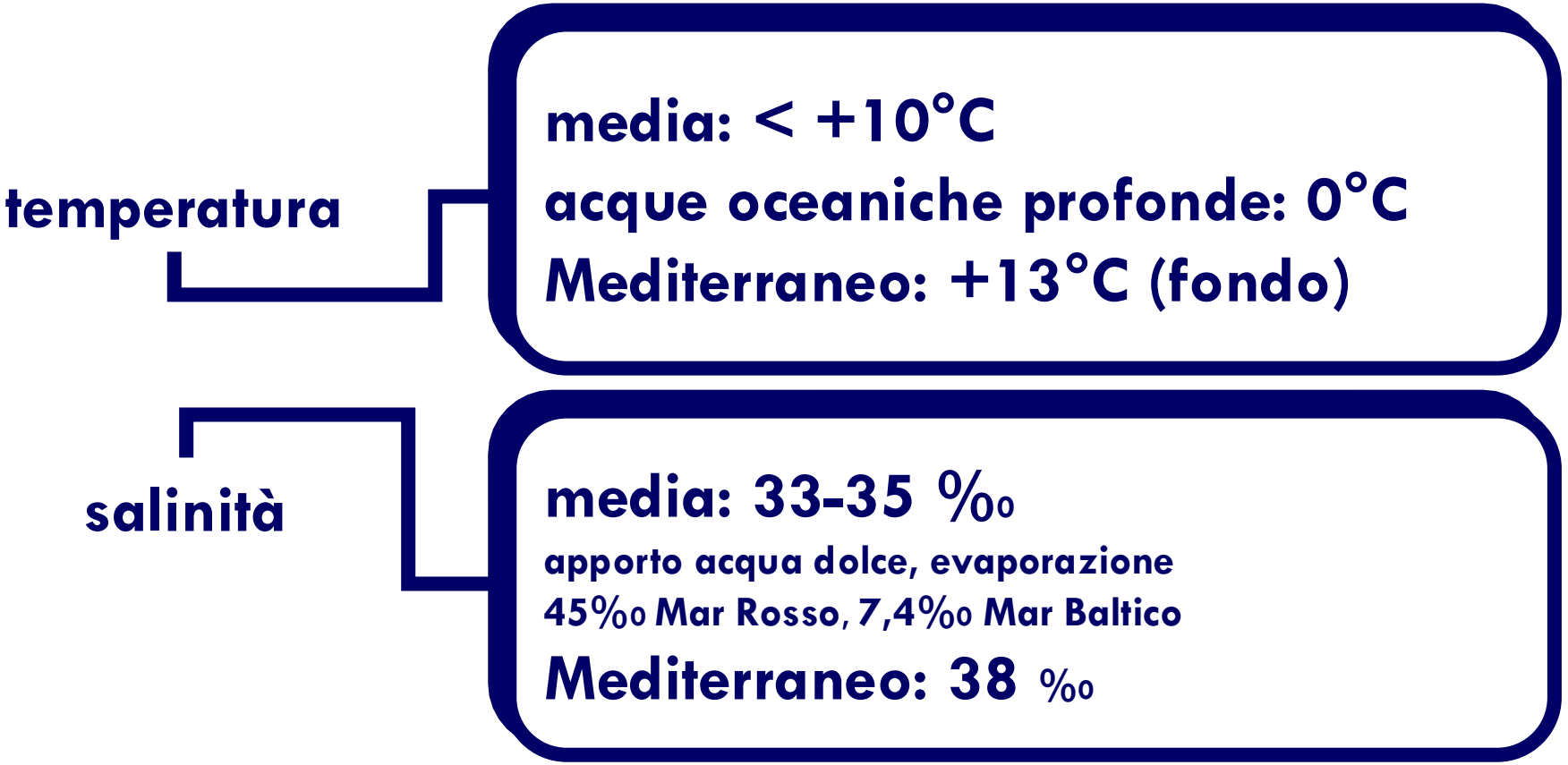
Grado di contaminazione
Ambiente acquatico

Microbiologia dei Prodotti della pesca



Microflora specifica acque dolci




temperatura
media: < +10°C
acque oceaniche profonde: 0°C
Mediterraneo: +13°C (fondo)
salinità
media: 33-35 ‰
apporto acqua dolce, evaporazione
45‰ Mar Rosso, 7,4‰ Mar Baltico
Mediterraneo: 38 ‰

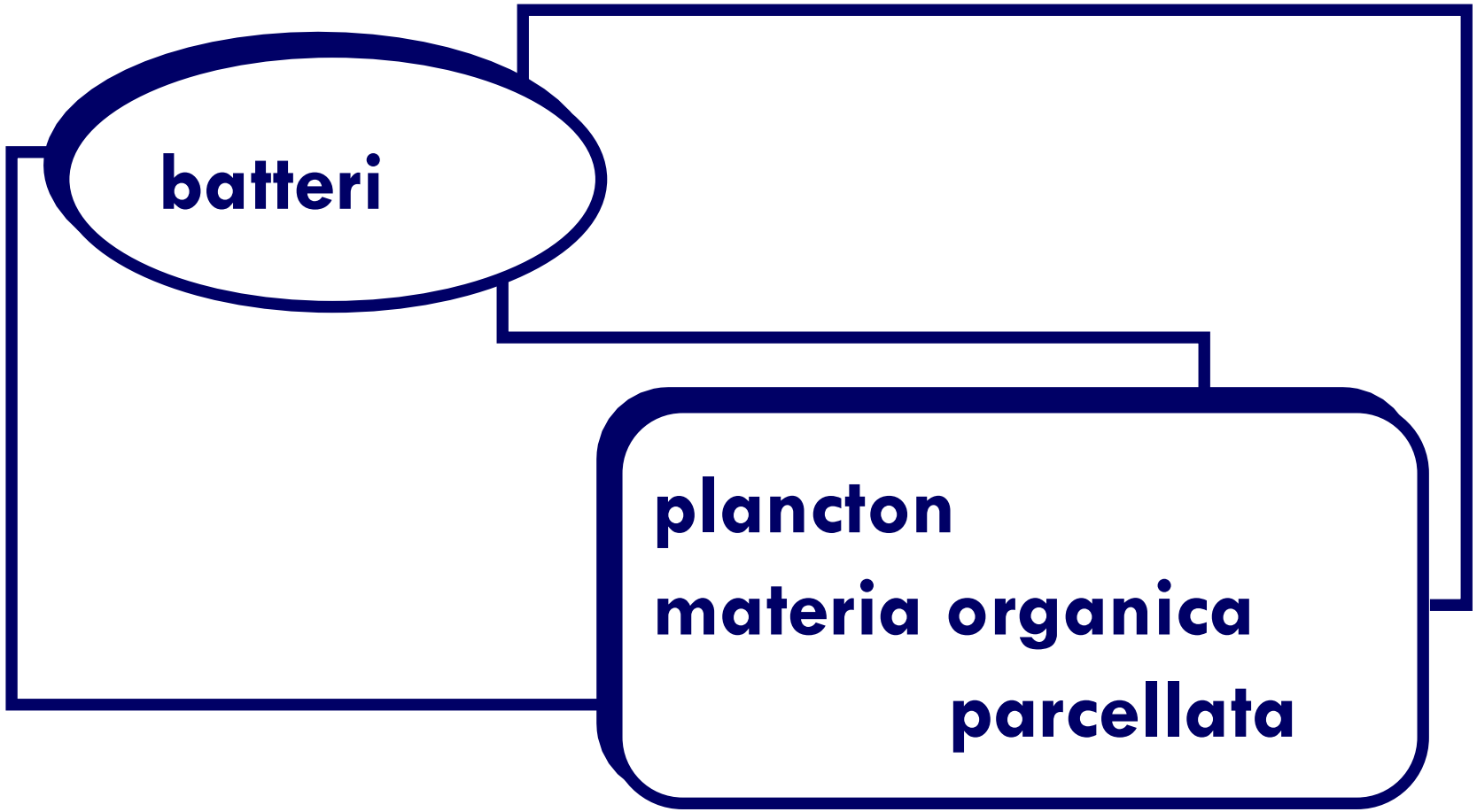
fattori non ancora ben conosciuti

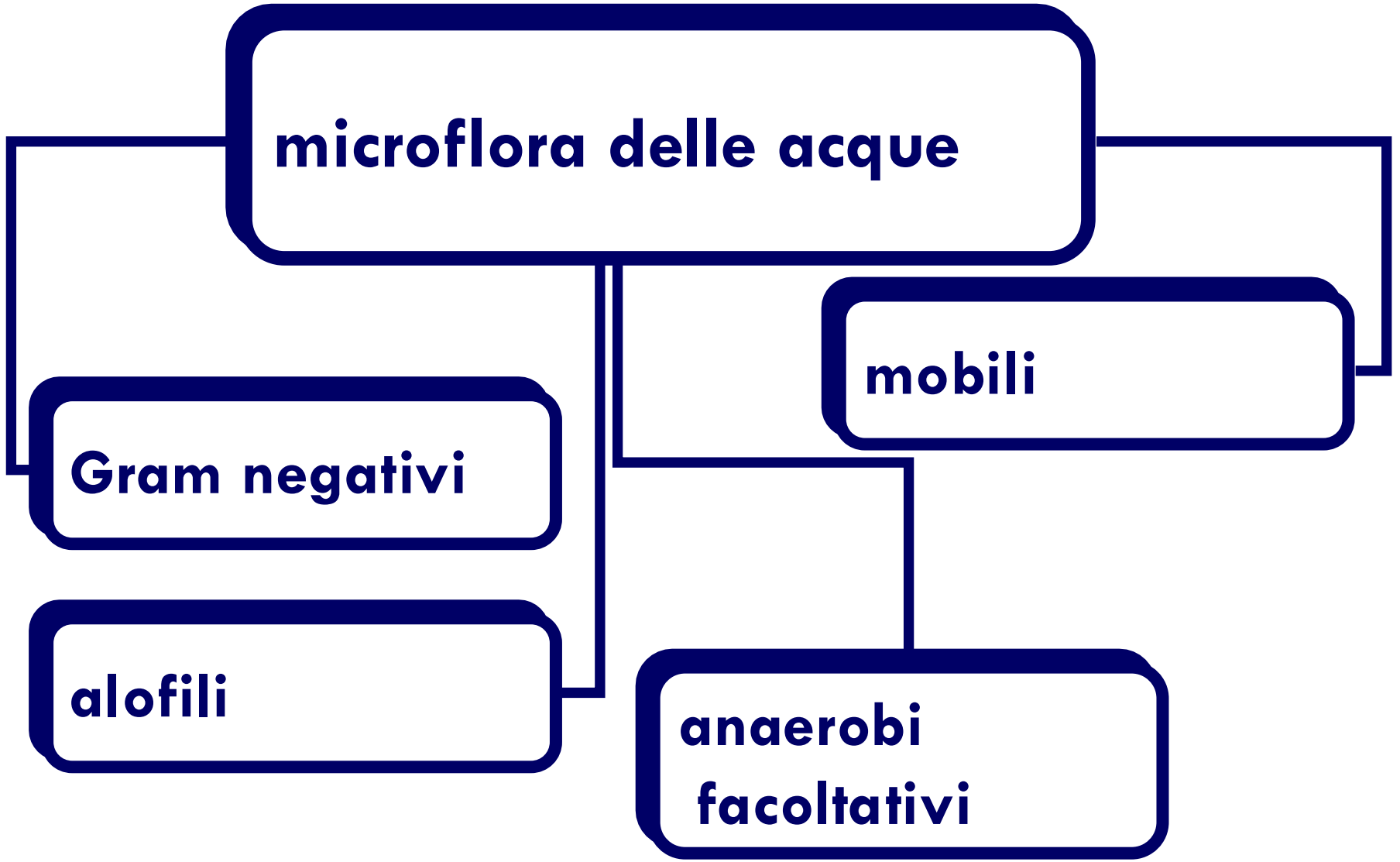
fisico-chimici, biochimici, biologici

scomparsa molte specie microbiche

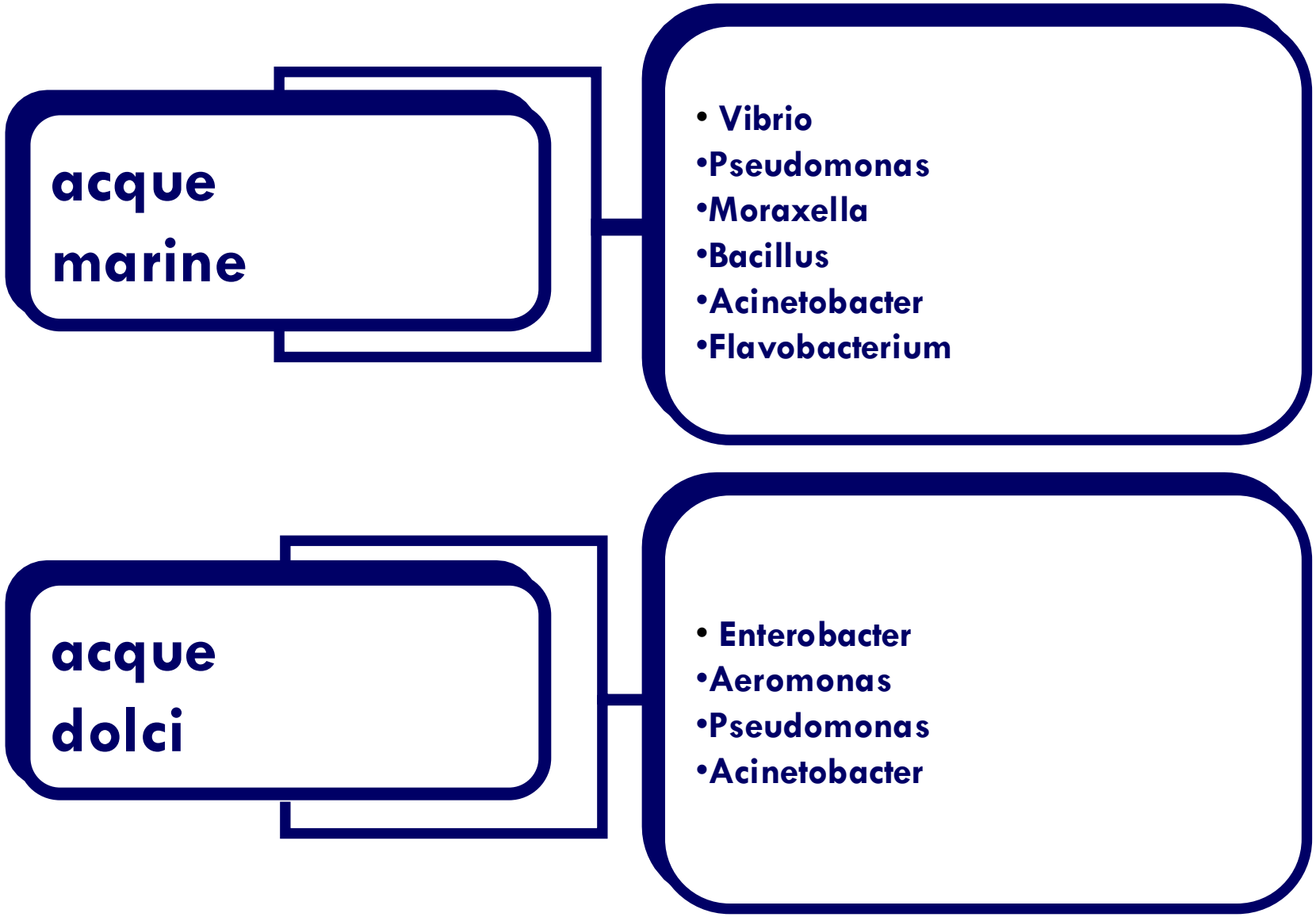
(+++ telluriche)

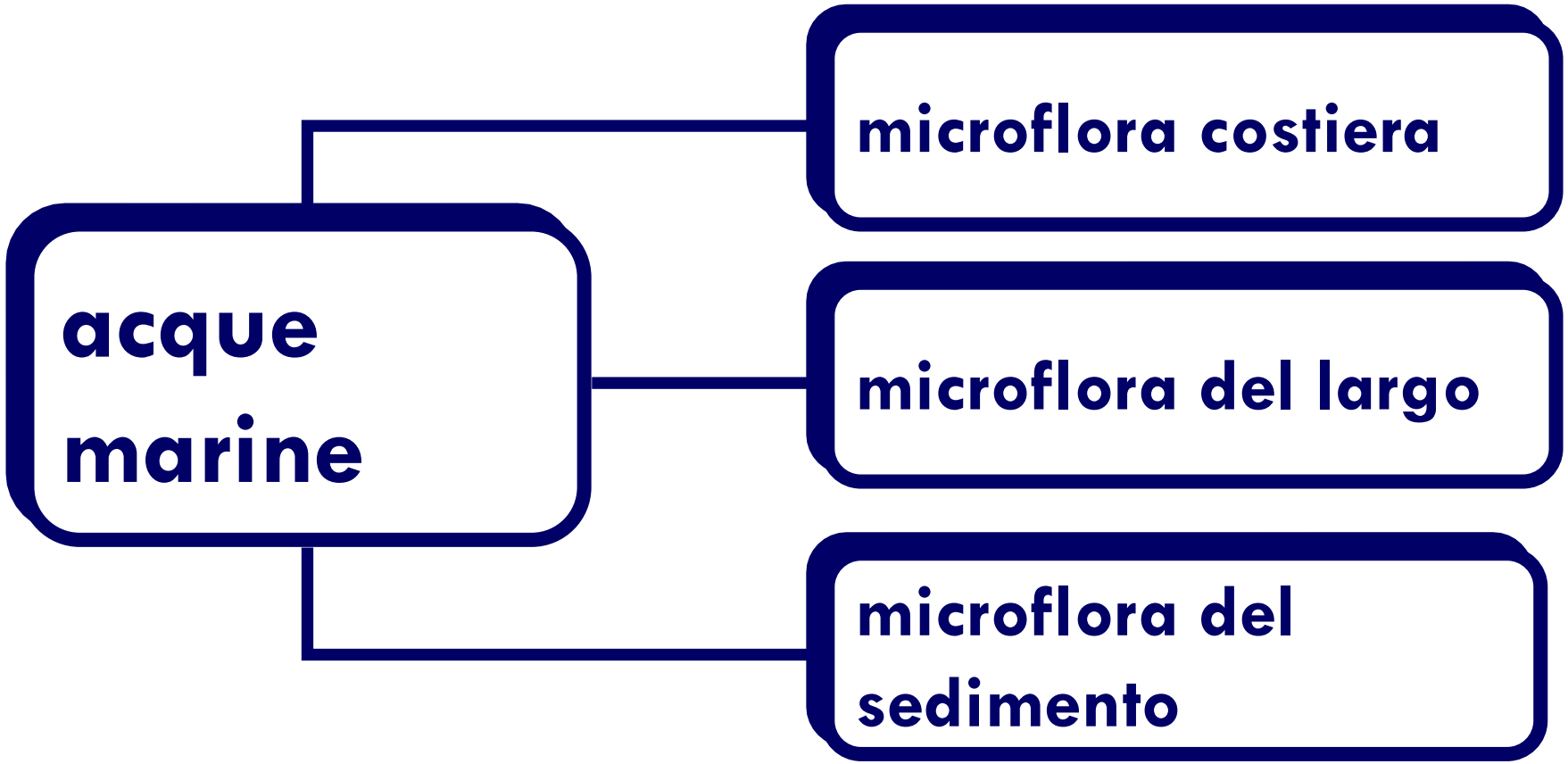
- microflora “temporanea”
- microflora “permanente”
- microflora “ubiquitaria”


batteri
plancton
materia organica
parcellata



presso le coste → microflora tellurica → prevalenza Gram positivi


acque marine
• Vibrio
•Pseudomonas
•Moraxella
•Bacillus
•Acinetobacter
•Flavobacterium
acque dolci
• Enterobacter
•Aeromonas
•Pseudomonas
•Acinetobacter


acque marine
microflora costiera
microflora del largo
microflora del sedimento

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

cattura

masse muscolari sterili

flora batterica localizzata a livello delle superfici esterne a contatto con l'ambiente (cute e branchie) e del tubo digerente

cute

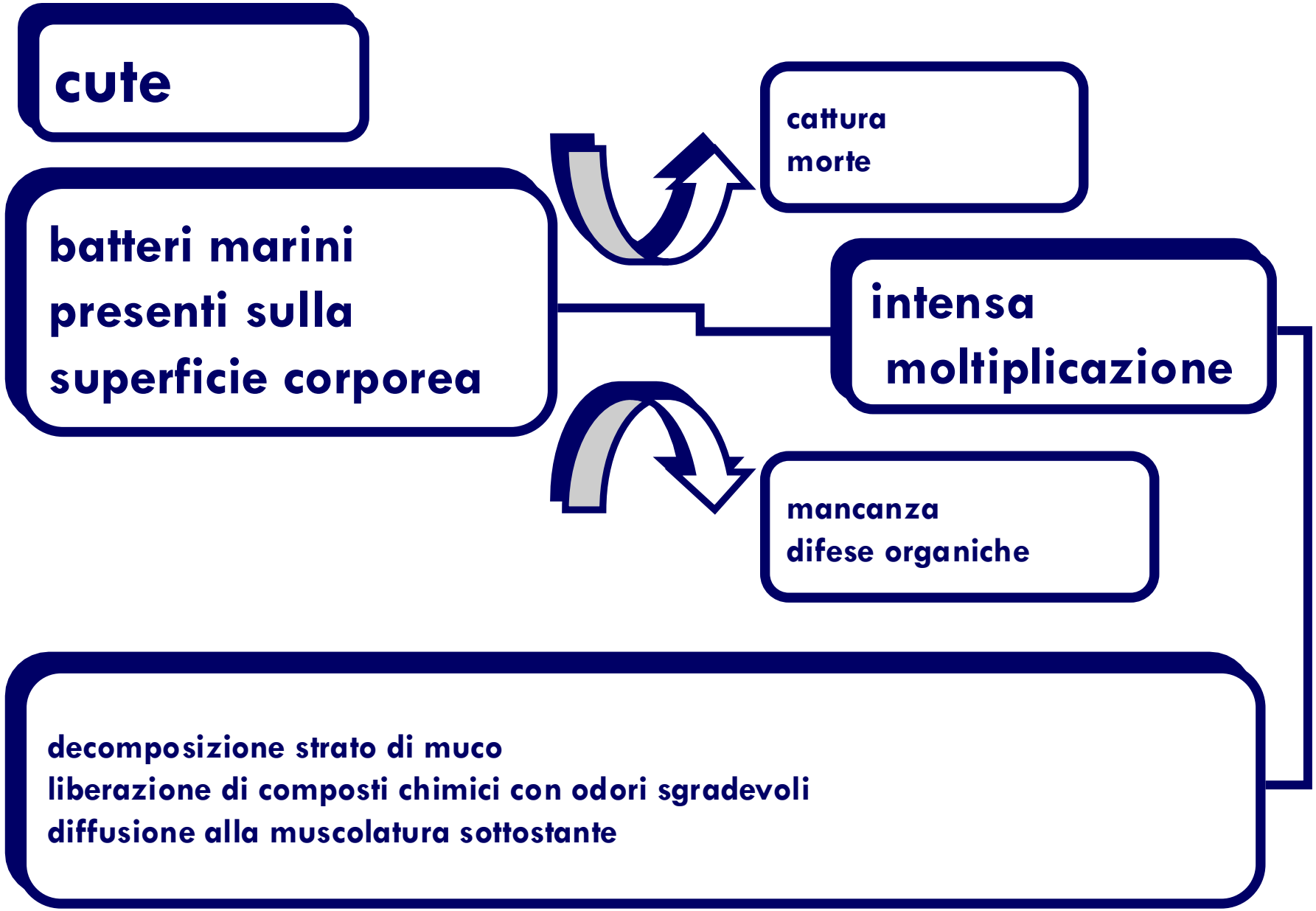
strato di muco

(mucopolisaccaridi e mucoproteine)

(ghiandole situate nello spessore della cute)

- **diminuisce la resistenza dell'acqua durante il moto**
- **funzioni protettive (sostanze tossiche e parassiti)**

substrato adatto allo sviluppo dei batteri presenti nell'ambiente idrico


cute
batteri marini presenti sulla superficie corporea
cattura
morte
intensa moltiplicazione
mancanza
difese organiche
decomposizione strato di muco
liberazione di composti chimici con odori sgradevoli
diffusione alla muscolatura sottostante

branchie

- sedi di localizzazione microrganismi acquatici
- punto cardine valutazione stato di conservazione
- all'inizio della fase logaritmica di crescita → decolorazione lamelle branchiali e presenza di odori sgradevoli

intestino

flora batterica aspecifica

grado di inquinamento ambientale
qualità dell'alimento presente nell'ambiente

esame microbiologico intestini soggetti in migrazione stagionale → condizioni prossime alla sterilità

intestino

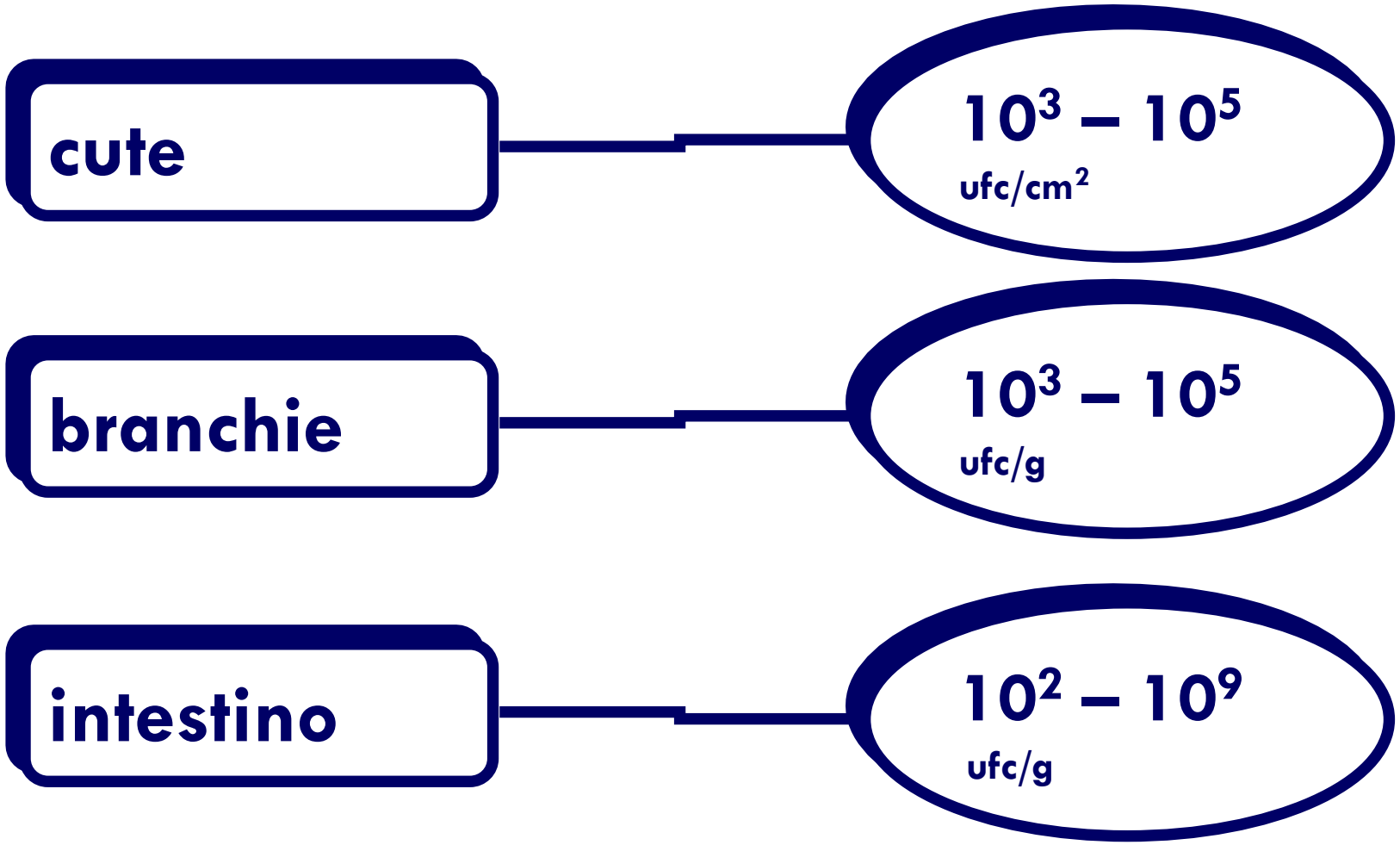
Gram –
aerobi-anaerobi facoltativi, anaerobi stretti
generi Vibrio, Pseudomonas, Flavobacterium,

Alcaligenes, Xanthomonas

Gram +
generi Micrococcus, Bacillus, Corynebacterium

intestino

batteri enterici → ruolo importante comparsa processi alterativi (cattura non seguita da una pronta e completa eviscerazione)


cute
$10^3 – 10^5$
ufc/cm²
branchie
$10^3 – 10^5$
ufc/g
intestino
$10^2 – 10^9$
ufc/g

acque dolci

- **maggior numero di batteri Gram +**

  (Streptococcus, Micrococcus, Bacillus e corineformi)

- **costante presenza specie del genere Aeromonas**

Fattori in grado di influenzare il grado di contaminazione dei prodotti della pesca al momento della cattura

abitudini di ciascuna specie

es. specie bentoniche → cariche microbiche elevate a livello di cute, branchie ed intestino (strato limoso dei fondali ricco di sostanze organiche in decomposizione)

fattori intrinseci all'animale

abbassamento difese organiche per cause patologiche o fisiologiche (lunghi periodi di digiuno durante la fregola →abbassamento flora microbica intestinale)

condizioni ambientali luogo di pesca

variazioni quali-quantitative della microflora
in rapporto alla temperatura delle acque
acque fredde → 10-10^2 ufc/cm^2 di cute; 95% psicrofili
acque temperate →fino a 10^7 ufc/cm^2 di cute

movimenti e rimescolamenti legati a clima e stagioni

fioritura del plancton (sostanze ad azione antibatterica)
picchi di sviluppo batterico in tarda primavera ed inizio autunno

grado di inquinamento delle acque

vicinanza alle coste →maggiore entità di inquinamento e presenza di specie mesofile anche ad habitat intestinale

tipo di pesca

es. pesca a strascico → sconvolgimento fondali
→ forte inquinamento del prodotto

CONTAMINAZIONI SECONDARIE

si verificano successivamente alla fase di cattura

CONTAMINAZIONI SECONDARIE

- contatto con altri pesci
- contatto con utensili vari
- contatto con i contenitori (cassette di legno)
- permanenza sui banchi di vendita
- contaminazioni durante la lavorazione
- contaminazioni ad opera delle maestranze

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

ridotta shelf-life prodotti della pesca

composizione chimica

tipo di flora contaminante

lunga agonia che precede la morte


fenomeni autolitici
scissione macromolecole organiche →predispongono il substrato all'attacco microbico
prodotti della pesca
disponibilità metaboliti prontamente utilizzabili
si verificano contemporaneamente all'attività microbica
difficile demarcazione netta tra i due ordini di fattori
sperimentalmente: ruolo trascurabile

contaminazione pre-mortem

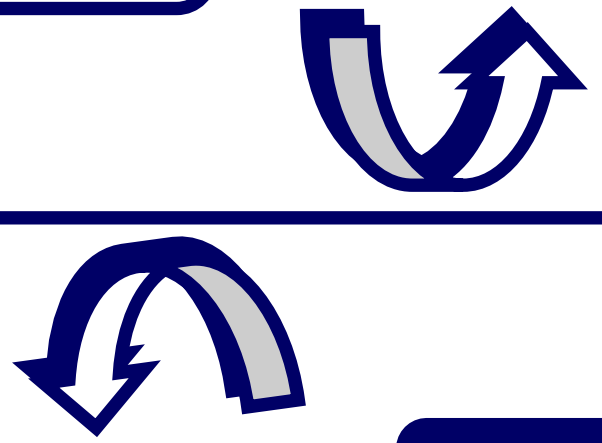
batteriemia preagonica per intenso affaticamento
(intrappolamento nelle reti e recupero a secco)
aumento permeabilità intestinale e passaggio in
circolo germi del tratto gastro-enterico

soluzioni di continuo della cute
(tentativi di liberazione dalle maglie della rete)
passaggio diretto dei germi nei tessuti interni

contaminazione post-mortem

sedi primarie di localizzazione
(cute, branchie, intestino)

- rete vascolare
- penetrazione cutanea
- **fibre collagene**



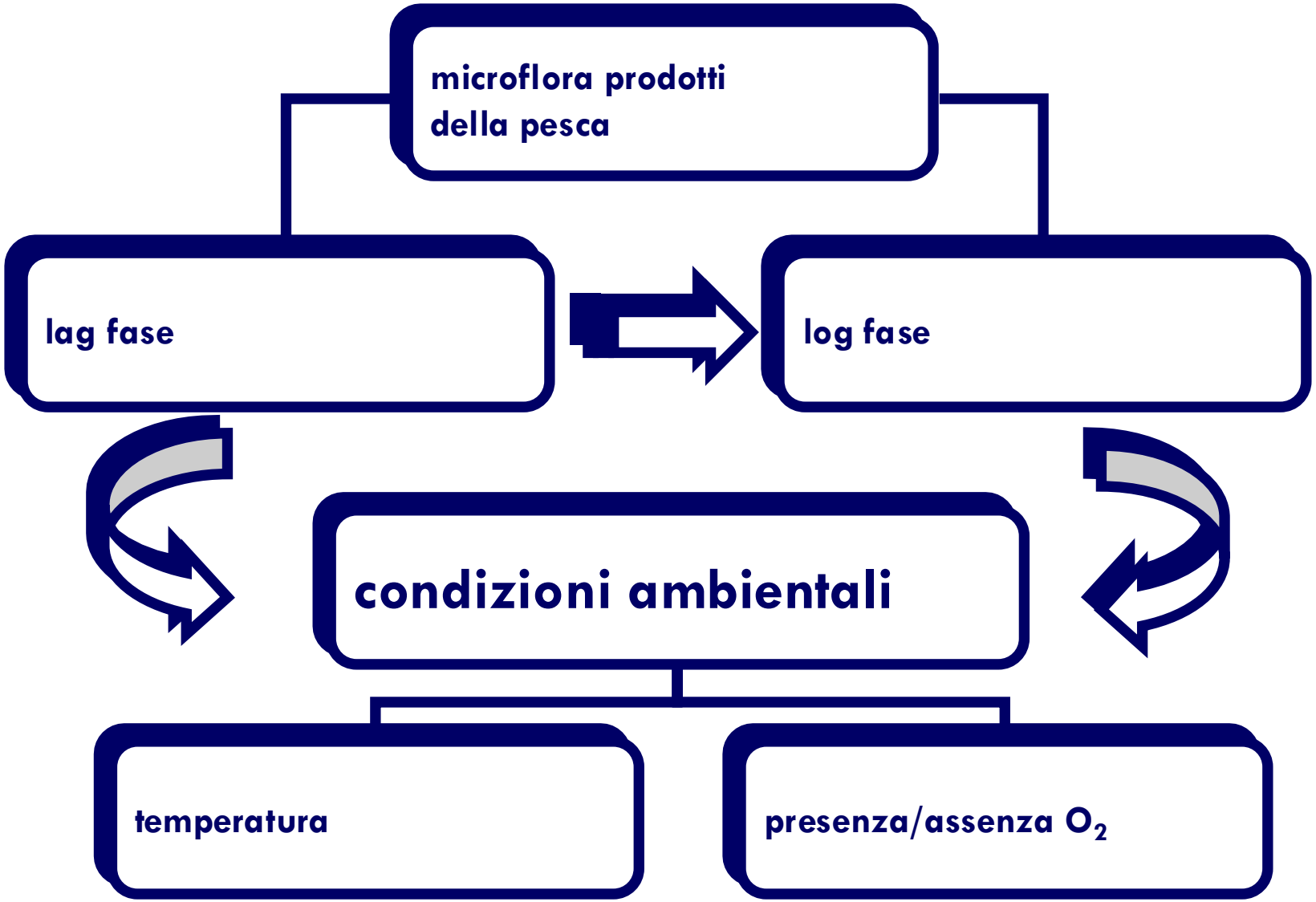
- conformazione corpo del pesce
  sezione arrotondata e pesci piatti
- presenza e spessore strato di muco
- resistenza epidermide e derma

masse muscolari

la maggior parte della attività degradativa avviene
a livello della **superficie corporea** a causa del
metabolismo aerobio dei germi alteranti
(processi alterativi di carattere ossidativo)

masse muscolari

fenomeni alterativi


microflora prodotti
della pesca
lag fase
log fase
condizioni ambientali
temperatura
presenza/assenza O_2

prima fase

- ossidazione carboidrati
- riduzione TMAO

seconda fase

degradazione proteica

prima fase

microrganismi
aerobi

utilizzazione substrati prontamente utilizzabili:
- glucosio e acido lattico
  (ossidazione e formazione di CO_2 e H_2O)
- frammenti nucleotidici
- composti azotati (azoto non proteico)

microclima
parzialmente
anaerobico

microrganismi
anaerobi facoltativi

riduzione dell'TMAO
respirazione anaerobica
accettore finale di elettroni

prima fase

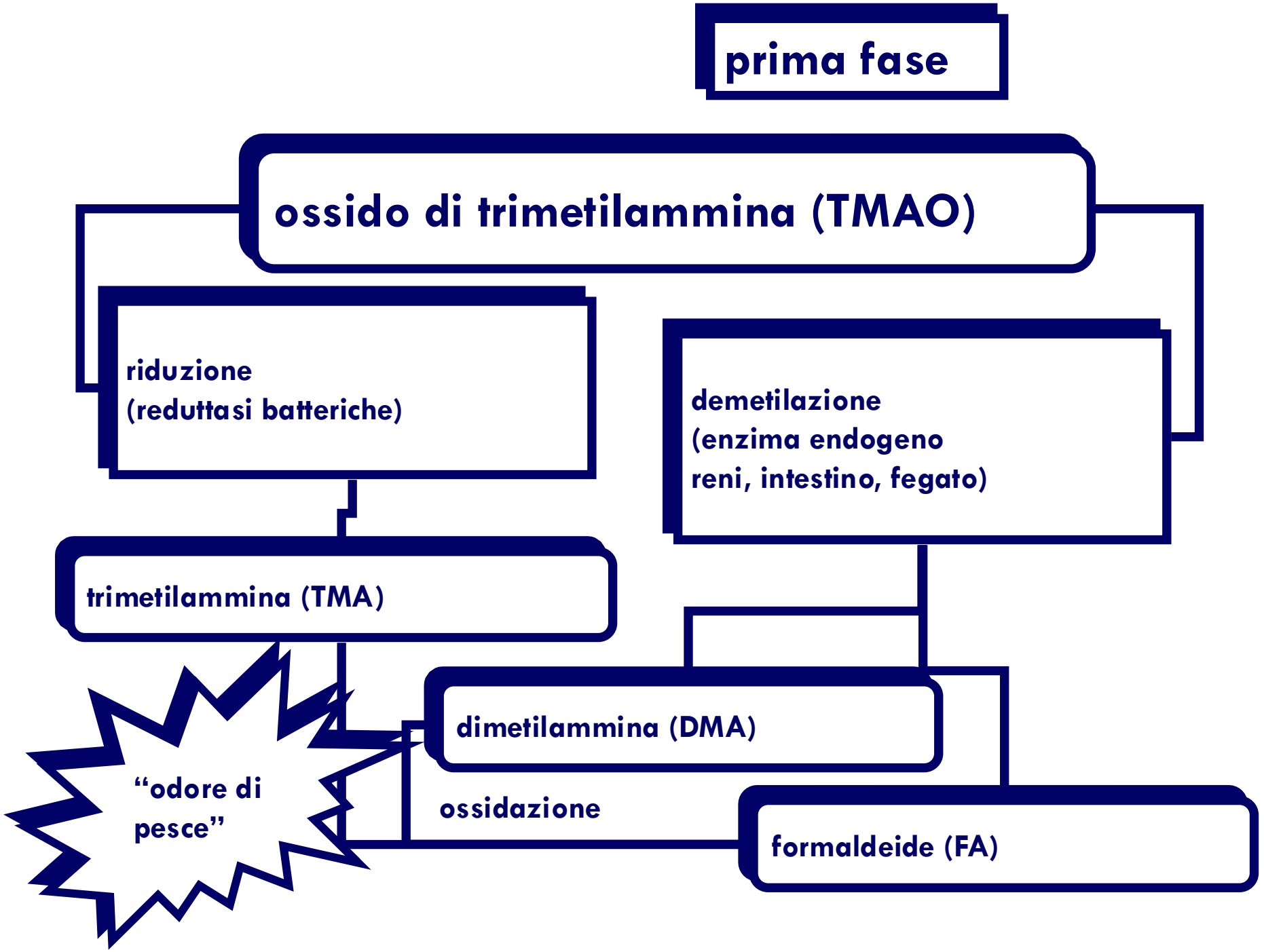
ossido di trimetilammina (TMAO)

composto azotato non proteico presente nei muscoli e soprattutto nei visceri di pesci e invertebrati marini

svolge funzioni osmoregolatrici, di detossificazione e nel muscolo prende parte a reazioni redox

è sintetizzato per via enzimatica
piccole quantità assunte con l'alimentazione (alghe)

notevole variabilità di specie, individuale, ed in relazione a fattori come taglia, sesso, età, stagione e ambiente


prima fase
ossido di trimetilammina (TMAO)
riduzione
(reduttasi batteriche)
demetilazione
(enzima endogeno
reni, intestino, fegato)
trimetilammina (TMA)
dimetilammina (DMA)
“odore di
pesce”
ossidazione
formaldeide (FA)

seconda fase

fase logaritmica curva di crescita batterica

- adattamento corredo enzimatico al substrato
  - scissione grosse molecole proteiche
    - aminoacidi

seconda fase

aminoacidi

arricchimento flora microbica
con specie a scarsa o nulla
attività proteolitica
(gen. Fusobacterium)
per la presenza di aminoacidi
prontamente accessibili

istamina, putrescina, cadaverina, …
idrogeno solforato, metilmercaptano,
dimetilsolfuro, …

Shewanella putrefaciens

Pseudomonas spp.

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 contenti zolfo (L-cisteina) con produzione di composti volatili maleodoranti (H_2S)**

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_2S

Composti volatili (aldeidi, chetoni, esteri e solfuri)

Muscolo di pesce

Ricchezza nutrienti
Limitata disponibilità ferro
Siderofori pseudomonadi → elevata capacità di legare il ferro

Favorita selezione di questo gruppo

comparsa dei fenomeni alterativi

10^8 - 10^9 ufc/g

Prodotti ittici freschi confezionati sottovuoto e conservati a T° di refrigerazione

Fenomeni alterativi

Shelf-life sostanzialmente sovrapponibile prodotti non confezionati e mantenuti nelle stesse condizioni

Spoilage bacteria

Shewanella putrefaciens

Photobacterium phosphoreum

S. putrefaciens - P. phosphoreum

Utilizzazione di ossido di trimetilammina (TMAO)
=
Formazione di trimetilammina (TMA)
Accumulo tipico in questa tipologia di prodotti

COMPARSA DI ODORI
E SAPORI ANOMALI

Photobacterium phosphoreum

quantitativi di TMA 10 –100 volte maggiori S. putrefaciens

Shewanella putrefaciens

maggiore capacità alterante per produzione H_2S

Interazione
S. putrefaciens / P. phosphoreum

La specie dominante
è probabilmente
funzione della
carica iniziale

Spoilage bacteria

Photobacterium phosphoreum

(acque temperate)

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

Photobacterium phosphoreum

- particolarmente resistente alla azione della CO_2
- aumento fino al raggiungimento di cariche di 10^7-10^8 ufc/g
- … ma deterioramento evidente già con cariche < 10^7 ufc/g
- accumulo di TMA
- grosse dimensioni cellula batterica

prodotti della pesca
provenienti da acque dolci o marine tropicali

Ruolo trascurabile Photobacterium phosphoreum
(sensibile al calore e legato alla presenza di NaCl)

Gram positivi (LAB)

minore produzione di TMA
Presenza di batteri cmq in grado di ridurre il TMAO

Prodotti ittici trasformati “*lightly preserved*” conservati a T° di refrigerazione

Spoilage bacteria

Enterobacteriaceae

(es. *Hafnia alvei*, *Serratia liquefaciens*)

Photobacterium phosphoreum

LAB

LAB nei prodotti ittici



Identificazione fenotipica insufficiente

specie di più frequente isolamento

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

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
Lactobacilluis curvatus

Carnobatteri
particolarmente sensibili ad azione combinata sale+fumo

(Lyhs et al., 2002)

Interazione batterica

LAB

Produzione acido lattico → abbassamento pH substrato
Produzione batteriocine
Competizione utilizzazione substrato

Inibizione crescita altri microrganismi

Ruolo dei LAB nel determinismo dei fenomeni alterativi

- **ruolo di scarso rilievo nella modificazione delle caratteristiche organolettiche**
- **… un ceppo di L. sakei produttore di H_2S**

… ruolo della microflora restante..

- **batteri in grado di ridurre il TMAO (accumulo TMA)**

Quadri microbiologici ipotizzati nel salmone affumicato confezionato sottovuoto

1) Caratterizzato pressochè esclusivamente da batteri lattici *(10^7- 10^9 ufc/g)*
2) Batteri lattici e *Enterobacteriaceae* (10^7 – 10^8 ufc/g)
3) *Photobacterium phosphoreum (*10^6– 10^7ufc/g)

Modalità di conservazione	Microrganismi deterioranti
marinatura	LAB e lieviti
blando trattamento T° (Sous vide)	Batteri sporigeni
salatura/disidratazione	Lieviti e miceti filamentosi

Salagione a secco (pesci non grassi)

- **batteri alofili (*Halococcus*, *Halobacterium*)**
  - **forte potere proteolitico**
- **ammuffimento (*Sporendonema*, *Oospora*)**

Salagione in umido (pesci grassi)

- **Gram-negativi, alofili, anaerobi stretti**
- **lieviti osmotolleranti**
- **Gram-negativi, alofili aerobi (Moraxella-like)**

RIASSUMENDO

… aumentando la pressione selettiva con

→ abbassamenti a_w

carni e prodotti della pesca essiccate e salate

“estremofili” batteri alofili

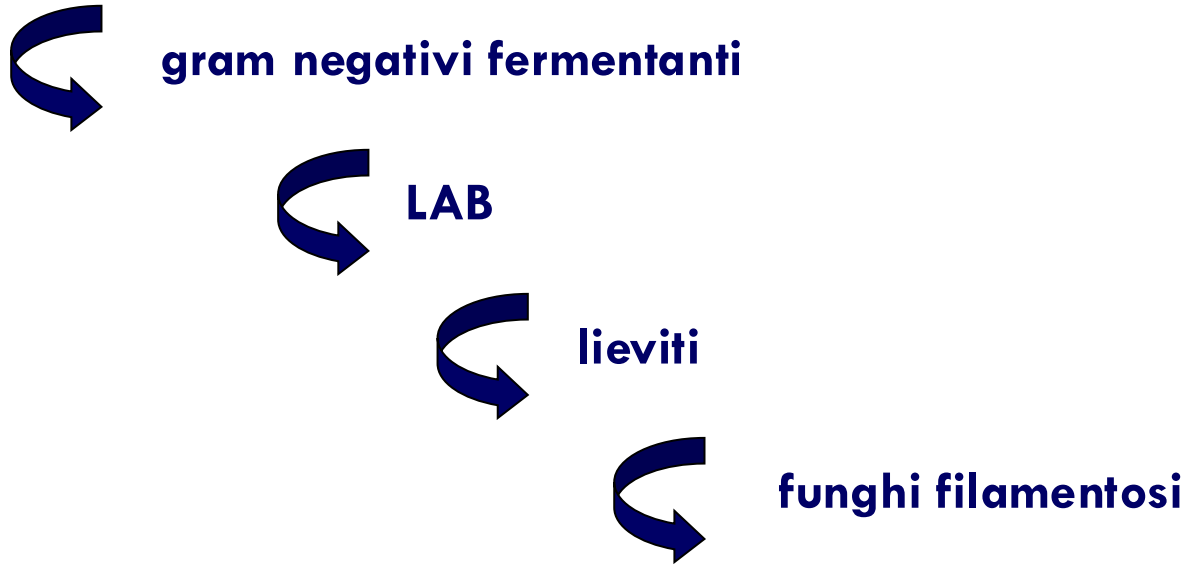
lieviti osmofili

muffe filamentose

… quindi

… aumentando la "forza" dei trattamenti conservativi gli alteranti si modificano come segue:

gram negativi, psicrotrofi non fermentanti



Conclusioni e Prospettive future 1

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

Conclusioni e Prospettive future 2

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 3

Sistemi e strategie di conservazione

Mirate

Esclusivamente agli SSOs

Inibendone la crescita

…oppure

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

- **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.**

Conclusioni e Prospettive future 5

necessità di ulteriori studi per meglio comprendere:

gli SSOs di un range sempre maggiore di prodotti alimentari

il ruolo dei composti AHL nelle reazioni di alterazione

Domande ???