

# Salumi: quali i problemi microbiologici legati al loro consumo

- Corso Maestri Assaggiatori, Gussago (BS), 7 dicembre 2019
- Dott. Bianca Piovano



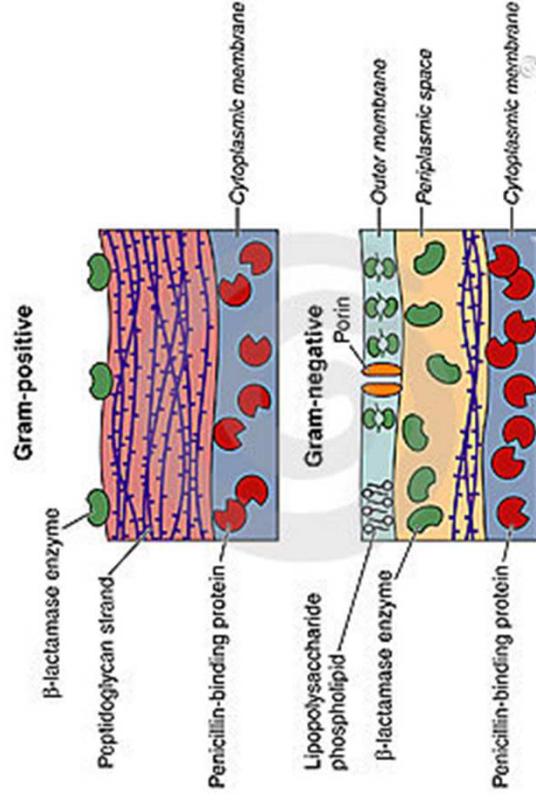
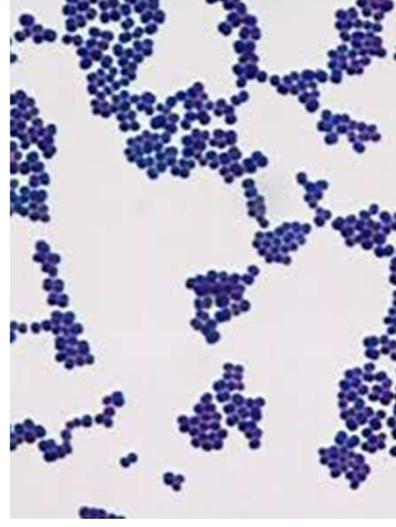
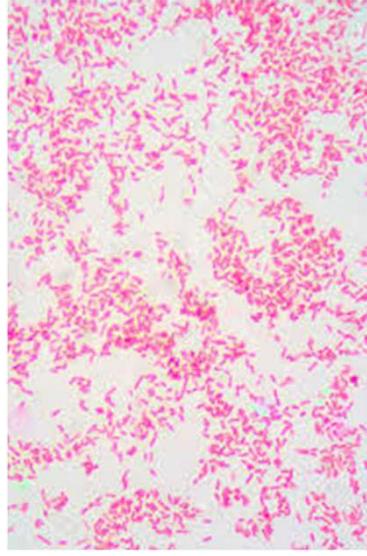
# Microbiologia dei salumi

## ➤ Batteri:

- Gram –
- Gram +
- Inquinanti, contaminanti (patogeni, banali),
- Starter

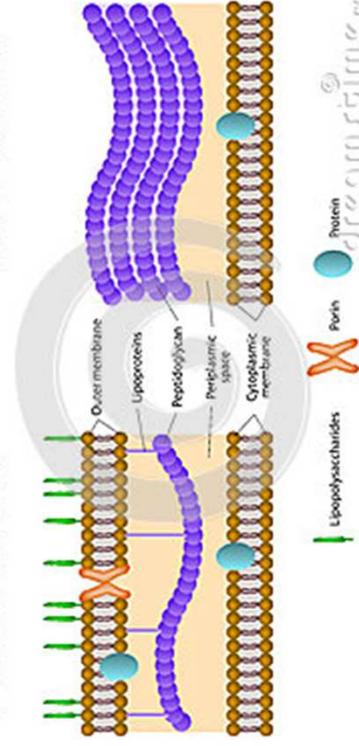
## ➤ Lieviti

## ➤ Muffe



## GRAM-POSITIVE

## GRAM-NEGATIVE



# Fattori che influenzano lo sviluppo microbico

- pH
- $A_w$
- $T^\circ$
- Conservanti: nitrati, nitriti
- Sequestranti l'acqua libera: sale, zucchero
- Disidratazione
- Affumicatura

# Trattamenti termici

## ➤ Termizzazione:

- a 65°C

## ➤ Pastorizzazione:

- a 80-82°C

## ➤ Sterilizzazione:

- a 121°C
- Durata del trattamento

# I salami crudi

- Microbiologia della produzione di salami fermentati:
  - Fonti di contaminazione
  - Agenti di deterioramento e microrganismi patogeni
  - Microrganismi utili: fermenti lattici (streptococchi e lattobacilli), micrococchi, pediococchi, stafilococchi coagulasi -, lieviti e muffe
  - Starter per la produzione di insaccati
- Additivi chimici nei prodotti di salumeria

# I fattori che influenzano la microflora degli insaccati

- Gli alimenti come ecosistemi:
- Contaminazione iniziale
- Fattori intrinseci:
  - presenza di difese naturali
  - contenuto in nutrienti
  - pH
  - $A_w$
  - potenziale redox

# Fattori estrinseci

- Disidratazione: umidità % del prodotto, acqua libera
- Aggiunta di conservanti: additivi chimici intenzionali e non
- Atmosfera di conservazione: ridotta quantità di ossigeno, aggiunta di azoto ed anidride carbonica

# Fattori impliciti

- Sono fattori che riguardano i prodotti nella loro peculiarità
- Derivano dalla particolare composizione dell'insaccato
- Carni diverse, spezie e droghe, vino
- Tipo di budello
- Microclima di maturazione e stagionatura

# Contaminazione della carne e dei tessuti

- L'interno dei tessuti sani è sterile. La carne può essere contaminata da diverse fonti:
- Microrganismi presenti sulla superficie: flora autoctona o contaminanti
- Microrganismi presenti nel tratto respiratorio
- Microrganismi presenti nel tratto gastrointestinale

# Fonti di contaminazione esterne

- Aria
- Acqua
- Suolo
- Feci, liquami, acque reflue
- Altri ingredienti
- Superfici di macchine, attrezzi, etc.
- Animali
- Operatori

# Microrganismi contaminanti gli animali

- Patogeni: enterici (Salmonella, Campylobacter, Escherichia coli, Yersinia, etc.) o altri patogeni (Listeria, Brucella, etc.)
- Microflora autoctona dell'epidermide (micrococchi, stafilococchi e corinebatteri)
- Microrganismi che contaminano le superfici (peli, pelle, piume, etc.) da altre fonti
- Microrganismi del tratto gastrointestinale (patogeni enterici, enterobatteri, Clostridium, enterococchi)

# I patogeni più frequenti nelle carni

- Agenti di gastroenteriti:
  - Salmonella, E. coli enteropatogeni, Cl. perfringens, Y. enterocolitica, Campylobacter jejuni
- Agenti di intossicazioni:
  - Staphylococcus aureus, Cl. botulinum
- Altri:
  - Listeria monocytogenes

## Tossinfezioni alimentari da salmonella

- Animali malati o portatori di salmonella
- Contaminazione durante l'eviscerazione
- Contatto dell'alimento con materiale contaminato da feci con salmonella
- Operatori portatori di salmonella
- I sintomi della salmonellosi sono diarrea, vomito, crampi addominali, febbre.
- In soggetti immunodepressi può causare condizioni anche molto serie.

# Escherichia coli enteropatogeni

- I ceppi di ***Escherichia coli*** produttori di verocitotossina o Shiga-tossina (VTEC oppure STEC) sono patogeni enterici, che producono una potente tossina responsabile di gravi forme morbose nell'uomo. Il più noto e diffuso è il sierogruppo O157. La manifestazione clinica associata a infezione da VTEC varia dalla diarrea acquosa, alla colite emorragica e alla Sindrome Emolitico Uremica (SEU).
- I VTEC sono considerati agenti di zoonosi, poiché i ruminanti, in modo particolare il bovino, sono portatori asintomatici di questi batteri e costituiscono il loro *reservoir* naturale
- Contaminazione attraverso la carne cruda, il latte, i formaggi.

## Clostridium perfringens

- Naturalmente presente nell'intestino dell'uomo e degli animali, è possibile trovarlo in diverse fonti ambientali (si trova comunemente sulla **carne cruda**).
- Cresce con poco ossigeno o in assenza totale di ossigeno e tra 43 e 47°C tende a moltiplicarsi molto rapidamente. Alcuni ceppi di C. perfringens producono nell'intestino una **tossina responsabile delle tossinfezioni alimentari**. **Sintomi** tipicamente **gastro-intestinali**, quali crampi addominali e diarrea profusa, talvolta associati a febbre e vomito.

## Yersinia enterocolitica

- Responsabile di tossinfezioni alimentari, considerate zoonosi in quanto trasmesse principalmente da animali. Questo germe è infatti assai diffuso nel tratto intestinale di animali domestici e da allevamento, come conigli, maiali, pecore, bovini, cani e gatti, ma anche in alimenti come ostriche, latte crudo ed acqua. Tra tutti, **il suino rappresenta l'animale "serbatoio"** dal quale più frequentemente vengono isolati stipiti patogeni per l'uomo.

- Caratteristica di *Yersinia Enterocolitica* è **la resistenza alle basse temperature** (si tratta di una specie psicrofila o criofila, in grado di crescere anche a 4°C), che ne permette lo sviluppo all'interno di **cibi refrigerati**.
- Il riscaldamento del cibo a 60°C per pochi minuti uccide il microorganismo, ma non inattiva le sue **tossine**, che risultano **termoresistenti**.
- Le infezioni da *Yersinia Enterocolitica* provocano il tipico quadro della **gastroenterite** (**diarrea** acquosa ricca di **muco** e **pus**, talvolta emorragica, che può persistere da una a tre settimane, accompagnata da **febbre** e dolori addominali).

# Campylobacter jejuni

- Vive nel tratto digerente di molti animali da allevamento (tra cui bovini, ovini, **suini** e pollame). Le feci di questi animali possono contaminare l'acqua dei laghi e dei corsi d'acqua.
- I **sintomi** della colite da **Campylobacter** includono diarrea, dolori addominali e crampi, anche gravi. La diarrea può essere emorragica e accompagnata da nausea, vomito, cefalea, dolori muscolari e febbre variabile da 38 a 40 °C.

## Staphylococcus aureus

- Trasmesso attraverso le **goccioline di saliva** o l'**aerosol** da una persona infetta quando tossisce o starnutisce. **Mascherine protettive.**
- **Ascessi, foruncoli** degli operatori (**guanti**) e degli animali residui di punture.
- **L'intossicazione alimentare** da stafilococco è dovuta all'ingestione di cibo contaminato da tossine prodotte da alcuni sierotipi di stafilococchi, che provocano diarrea e vomito.

# Clostridium botulinum

- Negli alimenti con pH uguale o superiore a 4,5 possibile moltiplicazione e produzione della **neurotossina**, tossinfezione alimentare molto grave che può portare a morte il consumatore. I **nitriti e nitrati** impediscono la germinazione delle spore e il conseguente sviluppo con produzione di tossina di *Cl. botulinum* su diversi prodotti a base di carne (es. salami, prosciutti cotti, mortadelle, würstel etc.)
- *Botulinum* deriva dal latino **botulus, salsiccia**. I primi casi, spesso letali, di intossicazione botulinica vennero segnalati a seguito del consumo di salsicce di maiale ove il clostridio poteva svilupparsi. E proprio per **prevenire tale rischio venne introdotto l'impiego dei nitrati e nitriti**.

## Listeria monocytogenes

- Causa la **listeriosi**, una malattia che colpisce l'uomo e gli animali, sintomi simil-influenzali, fino a malattie più gravi come meningite. Le persone più sensibili sono gli anziani, le **donne in gravidanza**, i neonati e le persone con deficit del sistema immunitario.
- La *Listeria* si ritrova nel terreno, nelle piante e nelle acque. Anche gli animali possono essere portatori.
- Tollera gli ambienti salati e le basse temperature (tra +2 °C e 4 °C). Alberga su **maniglie delle porte delle celle dei caseifici e salumifici, guarnizioni in gomma.**

# Microrganismi frequentemente isolati dalle carni fresche e refrigerate

- Batteri: Acinetobacter, Moraxella, Pseudomonas, Aeromonas, Alcaligenes, Micrococcus
- Muffe: Cladosporium, Geothrichum, Sporotrichum, Mucor
- Lieviti: Candida, Torulopsis, Debaromyces, Rhodotorula

## Microrganismi frequentemente isolati da carni termicamente trattate

- Batteri: Lactobacillus ed altri LAB, Acinetobacter, Bacillus, Micrococcus, Serratia, Staphylococcus
- Muffe: Aspergillus, Penicillium, Rhizopus
- Lieviti: Debaromyces, Torula, Torulopsis, Trichospora, Candida

## Microorganismi utili per la maturazione delle carni e degli insaccati

- Micrococcacee: aerobi=Micrococcus o anaerobi facoltativi=Staphylococcus, mesofili, alofili, poco tolleranti pH acidi
- Batteri lattici: anaerobi ossigeno tolleranti o microaerofili, spesso psicrotrofi, tolleranti NaCl, bassa Aw e valori acidi di pH

# Microrganismi agenti di deterioramento nelle carni

- **Enterobacteriaceae: mesofili o psicrotrofi, aerobi/anaerobi facoltativi, poco tolleranti NaCl, pH acidi e bassa Aw**
- **Bacillaceae: mesofili o psicrotrofi, aerobi o anaerobi facoltativi (Bacillus) o anaerobi (Clostridium), tolleranza variabile NaCl, pH bassi e bassa Aw**
- **Psicrotrofi Gram – aerobi: aerobi stretti, poco tolleranti NaCl, pH acidi e bassa Aw**
- **Lieviti e muffe: aerobi stretti o anaerobi facoltativi, spesso psicrotrofi, tolleranti NaCl, bassa Aw e bassi valori di pH**

## Specie microbiche presenti nelle carni e negli insaccati

- Coliformi totali, fecali, Escherichia coli, Acinetobacter, Moraxella, Pseudomonas, Flavobacterium, Achromobacterium, Chromobacterium
- Lactobacillus sakei, curvatus, plantarum, alimentarius, casei, Carnobacterium piscicola, carnis; Enterococcus faecium, faecalis; Leuconostoc mesenteroides, carnosum; Pediococcus pentosaceus, acidilactici

# Fermentazione

- E' associata all'essiccazione ed all'uso di sali (NaCl, nitrati e/o nitriti) e più raramente all'affumicamento ed ai trattamenti termici
- Rende il prodotto più serbevole e sicuro da un punto di vista igienico:
  - diminuzione del pH
  - antagonismi

# Modificazioni strutturali e di colore dell'impasto

- Le proteine della carne sono gelificate a causa del basso pH e dell'azione del NaCl: il prodotto può essere affettato.
- Viene modificato e fissato il colore: lo scopo è mantenere un gradevole colore rosso.
- Si ottengono modificazioni di sapore ed aroma.

# Fattori intrinseci degli insaccati fermentati

- $A_w$ :
- - carne fresca: 0,90-0,95; impasto: 0,93-0,95; prodotto finito: 0,87-0,95
- pH:
  - carne fresca: 5,3-6,4;
  - dopo la fermentazione: 5,0-5,6; prodotto finito: 6,0-7,0
- Inibitori: nitrati, nitriti

# Nitriti e nitrati:

- nitrito di K E 249
- nitrito di Na E 250, quantità indicativa introdotta 150 mg /kg
- nitrato di K E 252
- nitrato di Na E 251, quantità indicativa introdotta 150 mg/kg

# Successioni microbiche nei salumi

- Inibizione dei Gram – aerobi e delle Enterobacteriaceae (microflora iniziale)
- Crescita di fermenti lattici (alotolleranti, anaerobi facoltativi) e di microstafilococchi (alotolleranti, anaerobi facoltativi e/o nitrato-riduttori)
- Crescita di lieviti e muffe negli strati superficiali

# Batteri lattici

- Costituiscono la microflora dominante negli insaccati a pH variabile da 5,0 a 5,5.
- La velocità di acidificazione dell'impasto impedisce lo sviluppo di germi gram - e proteolitici (*Pseudomonas* ed *Enterobacteriaceae*) e di microrganismi patogeni (*Salmonella*, *S.aureus*, *Cl.botulinum*).
- Contribuiscono a formare la consistenza del salame ed alla sua conservabilità.

# Micrococchi e stafilococchi

- La **riduzione del pH** ad opera dei **batteri lattici** con produzione di acidi, oltre a proteggere il prodotto da fermentazioni anomale, contribuisce ai fenomeni di **formazione del colore rosso del magro**.
- Le **Micrococcaceae riducono i nitrati presenti nell'impasto**, consumano ossigeno all'interno del prodotto e con la degradazione delle proteine e la lipolisi contribuiscono alla **formazione dell'aroma** del salume ed al "ritardo della rancidità".

# Lieviti e muffe

- La crescita di lieviti e muffe avviene negli strati superficiali.
- I **lieviti** concorrono al consumo di ossigeno all'interno dell'impasto, alla **degradazione delle proteine ed alla lipolisi**, fattori importanti per l'aroma del salume.
- Le **muffe** che costituiscono la **piumatura** del salame, contribuiscono come i lieviti alla degradazione delle proteine, alla lipolisi ed inoltre al “**ritardo della rancidità**”.

# Fermenti lattici

- I **fermenti lattici in senso lato**, *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc carnosum*, *Enterococcus faecalis*, *Pediococcus pentosaceus*, sono naturalmente **presenti nell'impasto a livelli molto bassi**  $10E2-10E3$ . Con l'aggiunta di cloruro di sodio e zuccheri, la loro crescita viene favorita.
- La **produzione di acido lattico** rende le **condizioni più selettive** per il loro sviluppo.

# Acidificazione

- I **fermenti lattici in senso lato** sono i responsabili dell'**acidificazione**, anche se un'azione ridotta viene svolta anche dalle Micrococcaceae.
- Una rapida **caduta del pH**, inoltre, **inibisce** la crescita di **S. aureus**, germe patogeno che cresce fino ad un valore di acqua libera di 0,84 e produce la tossina fino ad un valore di acqua libera di 0,91.
- La diminuzione del pH verso 5,3 ha un effetto decisivo sulla **gelificazione delle proteine** della carne.
- L'acidificazione inoltre favorisce l'**evaporazione dell'acqua** e quindi l'essiccazione del prodotto.

# Formazione del colore

- La **riduzione** dei **nitrati** e dei **nitriti** viene svolta dai generi **Micrococcus** e **Staphylococcus** presenti naturalmente nell'impasto o aggiunti come starter.
- La **diminuzione del pH** è essenziale per catalizzare la **riduzione del nitrito a ossido nitrico NO**, determinante per la formazione di un **composto stabile**.
- La presenza di zuccheri ed acido ascorbico può catalizzare la reazione in presenza di nitriti.

# Reazioni chimiche responsabili del colore

- I **nitriti** aggiunti all'impasto o formatisi per la trasformazione dei nitrati, sempre ad opera delle micrococcacee, vengono **trasformati in NO**.
- NO si lega alla mioglobina del muscolo e forma la **nitrosomioglobina** che si trasforma in un **componente di colore rosso stabile**.

# Interazione tra microrganismi acidificanti e nitrato-riduttori

- I **fermenti lattici** producendo acido lattico con diminuzione del pH e gelificazione delle proteine, **migliorano la consistenza**.
- Ad un valore di **pH** di circa **5,8** intervengono le micrococcacee con l'attacco dei nitrati e la **formazione di nitrosomioglobina e poi di nitromiocromogeno ad un pH di 4,8-5,0**, che poi risale.

# Lipolisi

- Il **grasso** dell'impasto viene **attaccato dalle lipasi** delle micrococcacee, *Staphylococcus xylosus*, *Staphylococcus carnosus*, *Micrococcus luteus*, e si trasforma in **acidi grassi liberi, aldeidi e chetoni**.
- A tali composti è dovuto lo sviluppo **dell'aroma del prodotto**.

# Proteolisi

- Le **proteine** vengono **attaccate dalle proteasi** endogene e dalle proteasi delle muffe superficiali (Penicillium nalgiovense, Penicillium candidum, Penicillium expansum).
- Si trasformano quindi in **peptidi, aminoacidi ed ammoniaca**.
- I **peptidi** e gli **aminoacidi** sono responsabili del **sapore**, gli **aminoacidi** sono responsabili **anche dell'aroma**.
- L'**ammoniaca** determina la **risalita del pH**.

# Essicamento

- L'**impasto** ha una **umidità** di circa il **75%**.
- Con le fasi di **sgocciolamento** del prodotto, di **riscaldamento, asciugamento e stagionatura** si raggiunge nel prodotto finito un'umidità di circa il **30-40%**.
- Per tale successione di trattamenti vengono utilizzati il caldo, il freddo ed una combinazione di umidità relativa e di ventilazione.

# Micotossine

- Alcune muffe che danno la piumatura dei salami possono produrre micotossine.
- E' quindi importante favorire lo sviluppo di ceppi di muffe che non producono micotossine.
- La specie più utilizzata è il **Penicillium nalgiovense** che colonizzando il budello, forma la caratteristica piumatura bianca.

# Caratteristiche biochimiche degli schizomiceti, lieviti e muffe dei salumi

- Gen. *Micrococcus*, *M. luteus*, *M. agilis*: gram +, aerobi stretti, ox +, cat +
- Gen, *Staphylococcus*: *S. xylosus*, *S. carnosus*, *S. equorum*, *S. saprophyticus*: gram +, ox -, aerobi/anaerobi facoltativi, cat +
- Lieviti: *Debaromyces hansenii* aerobi stretti
- Muffe: *Penicillium nalgiovense*, *P. candidum*, *P. chrysogenum*, *P. expansum*: aerobi stretti, micelio colorato

# Starter e la loro performance

I fattori che influenzano l'utilizzo degli starter sono:

- contenuto iniziale in fermenti lattici dell'impasto
- dimensione dell'inoculo
- formulazione
- competitività della flora endogena

# Modalità di uso degli starter

- Gli **starter** vengono spesso forniti come colture liofilizzate.
- L'uso di **colture fresche** garantisce un inizio più **rapido della fermentazione**, ma non tutti i salumifici sono in grado di prepararle.
- Le **muffe** ed i **lieviti** possono essere aggiunti all'impasto, ma più spesso vengono **inoculati spazzolando la superficie** degli insaccati con sospensione di spore o **immergendo i salumi in sospensione di spore**.

# Conclusioni

- Gli insaccati, quindi, possono essere considerati dei veri e propri **ecosistemi**, popolati da numerose specie microbiche, alcune presenti in grandi quantità. Dalla **sinergia** o dall'**antagonismo** dei vari microrganismi deriva la **qualità finale** del prodotto di salumeria, che oltre che innocuo per la salute dei consumatori **deve essere “buono” e gratificare sensorialmente il consumatore**, che lo acquista.



Grazie dell'attenzione!