

Microbiologia dei salumi

Giovanna Sau

Corso Maestri Assaggiatori

Cagliari, ottobre 2017

Microbiologia dei salumi

- Batteri: forma sferica o bastoncellare
 - Gram –, Gram +
 - Aerobi obbligati, anaerobi facoltativi, anaerobi obbligati, anaerobi aerotolleranti
 - Inquinanti, contaminanti (patogeni, banali)
 - Utili: starter
- Lieviti
- Muffe

Fattori che influenzano lo sviluppo microbico

- pH
- A_w
- Conservanti: nitrati, nitriti
- Sequestranti l'acqua libera: sale, zucchero
- Disidratazione
- Affumicatura
- T°

Microbi e temperatura ottimale

- **Mesofili** (T. ottimale 35-37°C) sono la maggior parte, quelli dei salumi tutti mesofili, i lieviti e le muffe.
- **Termofili** o **termotolleranti** (>40°C) spore di Bacillus e Clostridium, alcune muffe.
- **Psicrotrofi** (T. ottimale 25-30°C ma anche <5°) più importanti per la degradazione degli alimenti conservati in frigorifero. Lieviti e muffe.

Trattamenti termici

- **Termizzazione:** basso riscaldamento
 - a 65°C
- **Pastorizzazione:** degerminazione parziale
 - a 80-82°C
- **Sterilizzazione:** uccisione tutti i microrganismi capaci di svilupparsi comprese le spore
 - a 121°C

Durata del trattamento

La trasformazione per via fermentativa

- Si impedisce lo sviluppo di microrganismi che provocano alterazioni
- Si favorisce lo sviluppo di quelli che per via fermentativa trasformano l'alimento anche profondamente, rendendolo nel contempo più sicuro dal punto di vista igienico, più gradevole e più serbevole
- I prodotti carnei fermentati sono i salami

Fermentazione nei prodotti carnei

E' associata all'essiccazione ed all'uso di sali (NaCl, nitrati e/o nitriti) e, più raramente, all'affumicamento ed ai trattamenti termici.

Avviene dopo la preparazione degli alimenti in contenitori adeguati in assenza di aria, ad opera di microrganismi anaerobi che trasformano gli zuccheri dell'impasto in acido lattico.

La fermentazione ha successo se, al termine del processo, gli zuccheri fermentescibili sono esauriti e il valore finale del pH è basso.

Classificazione dei salumi

	Crudi	affumicati	Prosciutto Sauris e Westfalia , Bacon, Speck,	
Pezzo anatomico intero		Non affumicati	Prosciutti, Culatello, Pancetta, Lardo, Guanciale, Capocollo, Bresaola, Violino	
	Cotti	affumicati	Prosciutto cotto affumicato, Prosciutto Praga	
		Non affumicati	Prosciutto e Spalla cotta Arista, Lombata, Arrosto	
	Crudi	Fermentati o Salami	affumicati	Salame ungherese e salame napoletano
Carne trita o insaccati			Non affumicati	Felino, Milano, Finocchiona Salsiccia, Soppressata
		Non fermentati	Non affumicati	Salsiccia fresca, Cotechino, Zampone, Salsiccia pollo
	Cotti	affumicati	Wurstel, Salame cotto affumicato	
		Non affumicati	Mortadella, Salame cotto	

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

Classificazione dei salami

- Presenza di un involucro semipermeabile
- Dimensione dei pezzi: grana fine, media o grande
- Calibro: piccolo, medio o grande
- Trattamento di affumicazione o di essiccazione
- Consistenza
- Ingredienti
- Trattamenti termici

I salami crudi: ingredienti

- Carne (diversi tagli, diverse fonti di approvvigionamento)
- Grasso (prevalentemente suino)
- Sale
- Zuccheri (glucosio, fruttosio, saccarosio, lattosio)
- Nitriti e nitrati
- Spezie
- Antiossidanti (acido ascorbico, ascorbato di sodio)
- Addensanti (latte, caseinati, proteine vegetali)
- Esaltatori di sapidità (sodio glutammato)

Processo di produzione: fasi

- Preparazione della materia prima: T°
- Preparazione dell'impasto: T° , tipo di tritatura, impastatura
- Sosta: t e T°
- Insacco: budelli naturali, artificiali, sintetici
- Asciugatura: fase di caldo t , T° , umidità; raffreddamento t , T° , umidità
- Stagionatura: t e T° , calo peso

I fattori che influenzano la microflora degli insaccati

Il salame crudo fermentato può essere considerato come un **ecosistema microbico** in cui un insieme di popolazione microbica concorre alla trasformazione nel prodotto finito.

La carne fresca senza l'aggiunta di alcun additivo non sarebbe assolutamente conservabile.

La salagione, infatti, ha un'azione nettamente selettiva sui microbi, mentre l'aggiunta di zuccheri consente un maggior sviluppo dei microrganismi desiderati a scapito di quelli alteranti e nocivi.

I fattori che influenzano la microflora degli insaccati

- Contaminazione iniziale (carica batterica iniziale)
- Fattori intrinseci (caratteristiche chimico-fisiche) dovute essenzialmente al processo di produzione.
- Fattori estrinseci (condizioni di conservazione)
- Fattori impliciti

Fattori intrinseci

Caratteristiche chimico-fisiche dell'alimento dovute essenzialmente al processo di produzione:

- contenuto in nutrienti
- presenza di difese naturali
- pH
- A_w
- potenziale redox

Fattori estrinseci

Un'altra importante influenza viene esercitata dalle condizioni di conservazione:

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

Fattori impliciti

Sono fattori peculiari del prodotto:

- 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 ma la carne può essere contaminata da diverse fonti:

- Microrganismi presenti sulla superficie: flora autoctona o contaminanti
- Microrganismi del tratto respiratorio
- Microrganismi del tratto gastrointestinale

Fonti di contaminazione esterne

Da tener presente durante la lavorazione del prodotto:

- 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, Escherichia coli enteropatogeni, Clostridium perfringens, Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni
- Agenti di intossicazioni:
 - Staphylococcus aureus, Cl. botulinum
- Altri:
 - Listeria monocytogenes

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 dalle carni trattate termicamente

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

Successioni microbiche nei salami

- 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

Microrganismi utili per la maturazione delle carni e degli insaccati: Micrococcacee

- Gram +; aerobi = Micrococcus o anaerobi facoltativi = Staphylococcus; entrambi sono mesofili, alofili, poco tolleranti pH acidi.
- Si trovano sulla pelle umana e animale, sono i primi che colonizzano il salame, consumano l'O₂ all'interno del prodotto; sono velocissimi come starter.
- Riducono i nitrati presenti nell'impasto.
- Con la degradazione delle proteine e la lipolisi contribuiscono alla formazione dell'aroma del salume ed al "ritardo della rancidità".

Microrganismi utili per la maturazione delle carni e degli insaccati: Fermenti lattici

- Gram + : anaerobi ossigeno tolleranti o microaerofili, spesso psicrotrofi, tolleranti NaCl, bassa Aw e valori acidi di pH (anche sotto pH 5).
- Lactobacillus: sakei, plantarum, carnosus; batteri lattici (Enterococcus faecalis, Pediococcus pentacesus, Streptococcus). Starter.
- Nell'impasto in origine sono presenti a livelli bassi, con l'aggiunta del sale e degli zuccheri si sviluppano rapidamente. La produzione di acido lattico li seleziona.

Acidificazione

- I fermenti lattici in senso lato sono i responsabili dell'acidificazione, anche se un'azione ridotta viene svolta anche dalle Micrococcaceae.
- 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.
- Una rapida caduta del pH inibisce i numerosi germi patogeni compreso lo *S. aureus*, Gram+, anaerobio facoltativo, resistente al sale, che cresce fino ad un valore di A_w di 0,84 e che può produrre enterotossine fino ad un valore A_w di 0,91. Problema dei carrier.

La velocità di acidificazione dell'impasto impedisce lo sviluppo di germi che deteriorano le 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). Anaerobi stretti (Clostridium), tolleranza variabile NaCl, pH bassi e bassa Aw, sensibile ai nitriti, produttore di esotossina sensibile al calore (neurotossina).
- Psicrotrofi Gram – aerobi: aerobi stretti, poco tolleranti NaCl, pH acidi e bassa Aw .

Microrganismi utili per la maturazione delle carni e degli insaccati: Lieviti e Muffe

- Aerobi stretti o anaerobi facoltativi, spesso psicrotrofi, tolleranti NaCl, bassa Aw e bassi valori di pH. Crescono negli strati superficiali.
- I lieviti concorrono all'azione del consumo di ossigeno, alla lipolisi e alla proteolisi.
- Le muffe, che costituiscono la caratteristica «piumatura», concorrono alla lipolisi, alla proteolisi e al ritardo di irrancidimento.

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.

Nitriti e nitrati

- nitrito di K (E 249)
- nitrito di Na (E 250) quantità indicativa introdotta 150 mg/kg- Residuo 50 mg come NaNO_2
- nitrato di K (E 252)
- nitrato di Na (E 251) quantità indicativa introdotta 300 mg/kg- Residuo 250 mg come NaNO_3

I nitriti

Azioni nel trattamento dei prodotti carnei:

- Inibiscono lo sviluppo di numerosi microrganismi.
- Stabilizzano il colore dei tessuti
- Influiscono sull'aroma dei prodotti
- Hanno azione antiossidante

Acido ascorbico e/o ascorbati

- Possono sostituire dal punto di vista funzionale una parte del nitrito
- Abbassano il potenziale di ossido-riduzione bloccando l'ossidazione della mioglobina e favoriscono la formazione di ossido di azoto dal nitrito
- Ostacolano la formazione delle nitrosamine

Formazione del colore

- Le Micrococcaceae riducono, tramite la nitrato riduttasi, il nitrato a nitrito, fino ad un pH minimo di 5,4.
- In mezzo acido, che si crea per la produzione di acido lattico da parte dei fermenti lattici, per reazione chimica spontanea, dal nitrito si forma acido nitrico e ossido di azoto.
- L'ossido di azoto si lega alla mioglobina della carne e da luogo alla nitroso-mioglobina di colore rosso.
- Con l'abbassarsi del pH e con l'essicamento, la parte proteica della nitroso-mioglobina viene denaturata e si forma il nitroso-miocromogeno stabile, di colore rosso vivo.

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.

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

Modalità di uso degli starter

- Nelle carni fresche non è necessario usualmente aggiungere starter (inseminazione naturale).
- Nelle carni congelate è opportuno rafforzare il numero di microrganismi utili presenti.
- 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.

Modalità di uso degli starter

- 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.
- La specie più utilizzata a tale scopo è il *Penicillium nalgiovense*.
- E' importante favorire lo sviluppo di ceppi di muffe che non producono **micotossine** che sono responsabili di tossicità cronica.

Conclusioni

- Il salame crudo va considerato come un ecosistema microbico in cui un insieme di popolazione microbica concorre alla trasformazione della materia prima in prodotto finito.
- Dalla sinergia o dall'antagonismo dei vari microrganismi deriva la qualità finale del prodotto che, oltre che innocuo per la salute, deve essere serbevole e “buono” sensorialmente per il consumatore che lo acquista.
- La produzione dei salumi fermentati è certamente la più qualificante e richiede la maggior competenza e la maggior attenzione da parte degli operatori.



Grazie per l'attenzione