

Struttura e aroma del formaggio presamico



La struttura e l'aroma definiscono la qualità di un formaggio e sono fortemente influenzati dal breve o lungo processo di stagionatura. Tra le diverse componenti che contribuiscono al loro sviluppo, sarà approfondito il contributo delle attività proteolitica, fermentativa e lipolitica

La proteolisi e la struttura

Nei formaggi presamici, la struttura e gli aromi che si sviluppano durante la fase di stagionatura sono dovuti principalmente alla proteolisi (figura 1). Il caglio, o il coagulante impiegato, è il principale responsabile della proteolisi primaria e la sua azione sulla caseina porta alla formazione di peptidi di diversa lunghezza. Tra gli enzimi del caglio, la pepsina bovina è quella che presenta l'attività proteolitica più forte, tagliando in più punti e causando una degradazione più rapida e complessa rispetto alla chimosina: questo tipo di attività promuove una stagionatura più veloce e un profilo aromatico

più complesso. L'impiego di coagulanti microbici molto proteolitici porta alla formazione di una maggior quantità di peptidi idrofobici, responsabili del sapore amaro. Ciò è particolarmente evidente in formaggi con pH superiore a 4,9 dove l'accumulo di peptidi idrofobici è responsabile della forte nota amara che si riscontra dopo 2-4 mesi di maturazione. Per ovviare al problema dell'amaro, l'azione enzimatica può essere bloccata tramite cottura ad alte temperature, o, come in formaggi a basso pH (<4,9), spinta a tal punto da portare alla ulteriore degradazione dei peptidi idrofobici accumulati. Tuttavia, nei formaggi a pasta filata, se

la temperatura di cottura è troppo bassa, o se il formaggio è troppo acido prima del processo di filatura (come avviene nel caso di elevate concentrazioni di *Lactobacillus helveticus*), gli enzimi proteolitici resisteranno al trattamento termico, influenzando velocemente la struttura del formaggio che diventerà più morbida, non si taglia e non scurisce in cottura, per esempio sulla pizza.

L'attività proteolitica dei microrganismi è generalmente troppo ridotta per influenzare direttamente la struttura e l'aroma dei formaggi. Solo pochi batteri lattici, ad esempio ceppi appartenenti alle specie *L. helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii* o *Enterococcus faecalis* ssp. *liquefaciens* presentano un'attività proteolitica sufficientemente alta da contribuire significativamente alla degradazione primaria della caseina. Fanno eccezione i casi in cui la fermentazione è spinta fino a bassi valori di pH, dove l'attività proteolitica di ceppi appartenenti alla specie *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* può essere tanto elevata da causare un accumulo di peptidi idrofobici (e quindi la comparsa del gusto amaro), così come l'elevata attività de-carbossilasica può portare ad elevate concentrazioni di acido gamma butirrico (GABA). L'attività proteolitica di ceppi appartenenti alla specie *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* non influenza molto la struttura del formaggio, ancora inferiore è l'impatto di ceppi proteolitici (PrTS+) appartenenti alla specie *Streptococcus thermophilus*. Molto diversa è la situazione nei formaggi fermentati mediante l'impiego di ceppi non proteolitici (PrTS-) di *S. thermophilus* (e una ridotta quantità di PrTS+ *S. thermophilus*) come la crescenza. In questi formaggi, caratterizzati da un'elevata umidità e un pH relativamente alto ($5,0 \pm 0,1$), la struttura è determinata dall'utilizzo di alte concentrazioni di caglio che, durante la maturazione e stoccaggio, trasformano il prodotto da soffice a quasi totalmente liquido. L'aroma principalmente di latte e leggermente di for-

maggio è solo parzialmente influenzato dalla coltura starter utilizzata. Diversa è la situazione di formaggi molli con basso pH ($4,7 \pm 0,1$), come Camembert, Brie, Munster e Romadur. In questi formaggi, la ridotta concentrazione di legami Ca-fosfato presenti nella matrice di caseina causata dal basso pH, dalla forte demineralizzazione e dalla degradazione della caseina, determina lo sviluppo di una struttura molto molle e acquosa. In passato, questo è stato dimostrato avvenire in formaggi anche senza la presenza di colture di superficie, ma semplicemente lasciando in atmosfera satura di ammoniaca il coagulo acido. La struttura di formaggi molli con un pH più elevato ($5,15 \pm 0,15$), come il Camembert Stabilisé, non diventerà liquida/acquosa, grazie al maggior numero di legami Ca-fosfato e alla ridotta degradazione della caseina.

Il ruolo dei microrganismi e lo sviluppo dell'aroma

Se il loro contributo all'attività proteolitica è (quasi) solamente marginale, i microrganismi - starter e non starter (NSLAB) - giocano un ruolo chiave nello sviluppo dell'aroma e gusto tipici di un formaggio (figura 2). Gli enzimi chiave coinvolti sono le (endo)peptidasi, che contribuiscono alla produzione degli aminoacidi responsabili del gusto dolce e umami e le transaminasi che agiscono sugli aminoacidi liberando ulteriori composti aromatici.

I batteri lattici trasportano al proprio interno i peptidi rilasciati dal caglio (o coagulante). All'interno delle cellule, le endo-peptidasi agiscono sui peptidi fino a liberare gli aminoacidi necessari al sostentamento della crescita cellulare. Un'elevata attività endo-peptidasi-ca può portare a un accumulo eccessivo di questi composti, che vengono di conseguenza rilasciati all'esterno, ossia nel siero. Nella maggior parte dei casi, però, l'accumulo di aminoacidi nel formaggio è principalmente dovuto all'attività degli enzimi che si liberano in seguito alla lisi o danneggiamento degli starter e NSLAB. Tra i batteri lattici, quelli che lisano velocemente sono i ceppi "mesofili" appartenenti alla specie *Lc. cremoris*, (in parte anche ceppi di *Lc. lactis biovar diacetylactis*) e i "termofili" appartenenti alle specie *L. helveticus* e *L. delbrueckii*, in grado di produrre alti contenuti di aminoacidi come il glutammato (responsabile del gusto umami) e, specialmente i ceppi termofili, la treonina (responsa-

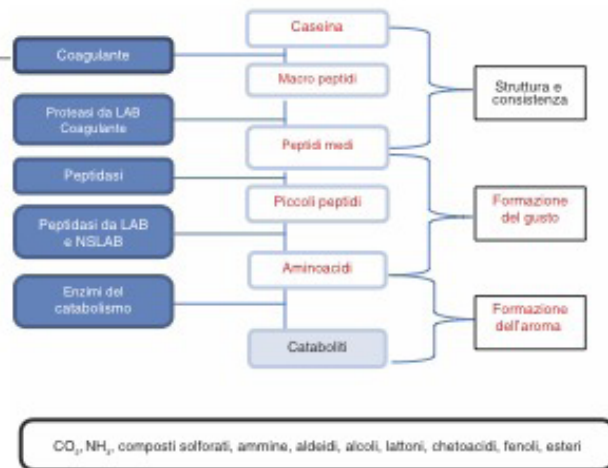


Figura 1. La proteolisi nei formaggi e l'influenza su struttura, aroma e gusto

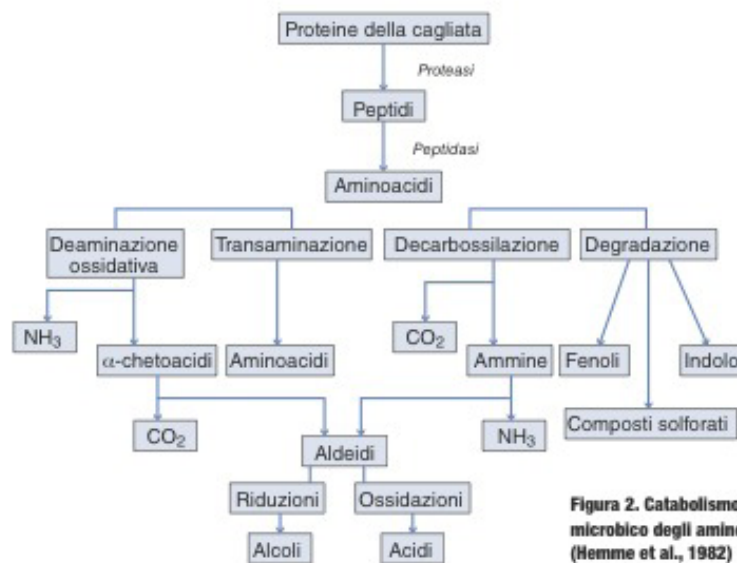


Figura 2. Catabolismo microbico degli aminoacidi (Hemme et al., 1982)

bile del gusto dolce). Tipicamente non lisanti (se non quando vengono attaccati da batteriofagi) sono i ceppi di *Lc. lactis* (e in parte ceppi di *Lc. lactis biovar diacetylactis*) e di *S. thermophilus*.

Oltre a influenzare direttamente il gusto e aroma del formaggio, gli aminoacidi possono essere ulteriormente modificati dall'azione di transaminasi microbiche, con conseguente liberazione di diversi e complessi composti aromatici. La forte attività delle transaminasi di *Lc. cremoris* e di *Lc. lactis biovar diacetylactis* sugli aminoacidi ramificati dà origine ai tipici composti solforati che caratterizzano formaggi tipo Cheddar e Gouda, mentre l'attività delle transaminasi di *L. helveticus* e *L. delbrueckii* è responsabile del tipico aroma floreale del Parmigiano Reggiano e Grana Padano. Anche in formaggi a pasta filata matura, l'attività transaminasica di NSLAB come per esempio ceppi di *Lactobacillus paracasei*

o *Lactobacillus rhamnosus*, può contribuire significativamente allo sviluppo dell'aroma. Infine, l'aroma può essere influenzato dall'azione delle lipasi. L'attività lipolitica nella pasta dei formaggi è dovuta all'azione delle lipasi aggiunte (come nel caso delle lavorazioni di latte pastorizzato negli USA o per produzioni destinate agli USA) o già presenti nel caglio in pasta, come avviene nella produzione del provolone piccante. In quest'ultimo caso, il processo di filatura, degradando i globuli di grasso, contribuisce a una maggiore lipolisi, e quindi impatto sull'aroma. In tutti gli altri casi, la lipolisi è generalmente debole, soprattutto nei formaggi a latte pastorizzato, dato che le lipasi del latte non resistono al trattamento termico. Trattamenti termici più alti di $62\text{ }^{\circ}\text{C}$ per 15 secondi riducono molto l'attività, e trattamenti termici superiori a $76\text{ }^{\circ}\text{C}$ per 15 secondi eliminano completamente l'attività.

© RIPRODUZIONE RISERVATA