

PRODUZIONI CASEARIE

Descrizione e preparazione di caglio animale artigianale



¹ANGELO CITRO, ²ANGELA MONTONE, ³STEFANO CITRO, ⁴MARCO CITRO, ⁵VINCENZO CITRO

¹Medico veterinario

²Biologo, IZSM Portici

³Ingegnere esperto in tecnologie casearie

⁴Dottore in ingegneria chimica

⁵Esperto casaro

Il caglio (o *presame*) è definito come un complesso enzimatico eterogeneo, ottenuto dall'abomaso, anche detto quarto stomaco, di alcune specie di giovani ruminanti (bovini, ovini, caprini o bufalini). L'abomaso si presenta come una borsa allungata il cui contenuto viene definito "gemma", mentre l'involucro che lo contiene prende il nome di "pelletta".

Le caratteristiche chimiche e microbiologiche del caglio variano in funzione dell'età dell'animale, del regime alimentare (solo latte o latte e alimenti solidi), del tempo trascorso tra

l'ultima somministrazione di alimenti e la macellazione, dai trattamenti subiti dai caglioli.

Il ruolo principale del caglio è quello di coagulare il latte attraverso l'idrolisi di uno specifico legame delle caseine, attraverso la precipitazione delle proteine e conseguente formazione del coagulo, che porterà alla produzione del formaggio (foto 1).

A seconda dei processi produttivi è possibile ottenere: caglio liquido, in polvere o in pasta.

Il **caglio liquido**, secondo la tradizione, è estratto dalla mu-

cosa superficiale dell'abomaso di vitelli lattanti non ancora svezzati. La preparazione consiste in una serie di passaggi che prevedono l'essiccazione dell'abomaso, la triturazione e la macerazione in acqua e NaCl al 15/20%. Al termine della macerazione la componente solubile viene separata per decantazione e centrifugazione, ottenendo così l'estratto grezzo di proenzimi (prochimosina e propepsina) non ancora attivati. Riducendo il pH della soluzione a valori molto bassi, si ottiene l'attivazione degli enzimi. Così dopo l'eliminazione o riduzione di enzimi aspecifici diversi dalla chimosina e dalla pepsina, è necessario standardizzare il titolo enzimatico, a secondo della destinazione d'uso.

Il **caglio in polvere** è ottenuto, dopo i passaggi preliminari di macerazione, attivazione e chiarificazione, per filtrazione in letto fluido utilizzando NaCl come carrier. I vantaggi principali di questo prodotto sono ingombri minimi di magazzino e conservazione non refrigerata (comunque da effettuare in ambiente fresco).

Il **caglio in pasta** è considerato indispensabile per la produzione di diversi formaggi tipici della caseificazione italiana. Esso trae le proprie origini secolari da una produzione di tipo artigianale dove gli abomasi vengono prelevati da giovani animali, generalmente agnelli o capretti, alimentati principalmente con latte materno (*caglio bianco*). Tradizionalmente gli agnelli e i capretti venivano macellati dopo processo di suzione del latte, in modo che all'atto della rimozione l'abomaso fosse abbastanza pieno. Il caglio in pasta ottenuto da questi abomasi è risultato avere livelli di lipasi più elevati a quello prodotto da stomaci vuoti. Inoltre, i cagli ottenuti da abomasi di animali ad alimentazione mista (*caglio verde*), hanno un corredo enzimatico significativamente diverso, con livelli di chimosina inferiori rispetto al caglio bianco, così come di lipasi pregastrica. Subito dopo il prelievo, l'abomaso subisce una blanda pulizia, viene legato alle due estremità e successivamente lavorato con metodologie che variano in base alle regioni, ai singoli produttori e alle necessità del caseificio.

Enzimi del caglio

Il corredo enzimatico del caglio è per lo più di origine digestiva. Gli enzimi di principale interesse caseario in esso contenuti sono gli enzimi proteolitici (chimosine e pepsine) e lipolitici (lipasi).

I primi sono responsabili dell'attività coagulante del caglio e sono coinvolti nell'idrolisi dei legami peptidici delle proteine, generando polipeptidi, dipeptidi, mono-peptidi e amminoacidi. Questi enzimi sono presenti in tutte le specie animali, vegetali e microbiche e hanno un comportamento molto diverso durante la caseificazione.

Le **chimosine** sono un complesso caratterizzato da tre forme definite chimosine "a", "b" e "c". Hanno un massimo di stabilità a pH 5,4 e non coagulano il latte sotto i 15 °C.

La massima capacità coagulante è a 40 °C, mentre sopra i 60 °C sono quasi completamente inattive e iniziano a denaturarsi. In generale l'effetto proteolitico secondario è molto limitato, l'attività proteolitica è massima a pH 3,5. Le **pepsine**, invece, hanno un massimo di stabilità a pH 5,6, con una attività coagulante massima a pH 2,8 e intorno ai 40 °C e con un'attività proteolitica, nettamente più forte di quella della chimosina. La temperatura di denaturazione è simile a quella delle chimosine.

In un giovane ruminante la chimosina è maggiormente presente rispetto alla pepsina. Con il passare del tempo la pepsina aumenta la propria presenza relativa e quando l'animale sarà completamente svezzato questa diventa predominante a scapito della chimosina.

La concentrazione della chimosina e pepsina nel caglio influisce sulla cosiddetta forza o titolo del caglio, definita da Soxhlet nel 1877, come parti di latte coagulate da una parte di caglio in condizioni prefissate (40 minuti a 35 °C). Nei ruminanti gli enzimi lipolitici, che ritroviamo nel caglio, sono di origine pregastrica e gastrica. La maggior parte di tali enzimi vengono secreti nel lattante da ghiandole durante la salivazione e ingerite con la saliva durante la poppata (*lipasi pregastriche*).

Così come per quelli proteolitici la presenza di enzimi lipolitici nel caglio dipende da diversi fattori come l'alimentazione dell'animale, le condizioni di macellazione, e metodi di preparazione. La loro azione è quella di eseguire l'idrolisi dei trigliceridi, distruggendo le catene complesse e liberando acidi grassi semplici, che sono i principali responsabili dei



Foto 1. Caglio di capretto stagionato 60 giorni.

caratteristici sapori del formaggio. Le lipasi pregastriche finora studiate presentano pH ottimali di azione nel campo neutro e alcalino per quelle di capretto (pH 6,2 - 8,6), più acido per quello di agnello (pH 5,9 - 6,6) e di vitello (pH 5,3 - 5,2). Le lipasi pregastriche presenti nel caglio in pasta presentano un'attività massima intorno a pH 6,2, con una temperatura ottimale compresa fra 20 °C e 62 °C. Mentre in fase acquosa l'enzima alla temperatura di 50 °C viene inattivato, all'interno della pasta del formaggio resiste e la sua azione è protetta dall'effetto isolante esercitato dal grasso e dalle proteine. Di conseguenza l'attività lipolitica continuerà a esercitarsi anche durante la stagionatura del prodotto.

La lipasi gastrica è un enzima secreto nello stomaco, responsabili di una diversa attività idrolitica verso i trigliceridi. Da uno studio condotto da Richardson et al. (1970) è emerso che le pellette di agnelli di età compresa fra 16 e 24 settimane contengono più lipasi gastrica rispetto ad animali di età inferiore (6-8 settimane). Questo a conferma del fatto che fisiologicamente nel periodo in cui l'animale si nutre esclusivamente di latte, l'enzima coinvolto nel metabolismo dei grassi è esclusivamente di origine pregastrica.

L'impiego degli enzimi lipolitici nella tecnologia casearia è dovuto principalmente all'impiego di caglio in pasta, caprino e ovino, in quanto è noto che le lipasi sono assenti nei cagli liquidi e in polvere. Tale assenza è dovuta principalmente al fatto che, nella preparazione del caglio liquido, si ha una fase di abbassamento del pH, necessaria per la trasformazione della prochimosa in chimosina, che porta alla perdita degli enzimi lipolitici.

Un altro enzima presente nel caglio naturale (circa 0,3 mg/ml di caglio bovino liquido) è il lisozima. Individuato per la prima volta negli inizi degli anni '80, quest'enzima sembra essere molto importante nel contrastare la crescita batterica e inibire la fermentazione tardiva nel formaggio stagionato.

Tecniche di produzione dei cagli

A livello industriale i cagli vengono preparati in polvere, liquidi e in pasta, mentre artigianalmente si preparano solo quello in pasta. Negli ultimi anni si è osservato un crescente utilizzo dei cagli industriali a discapito di quelli artigianali. Ciò è dovuto sia alla maggiore praticità di utilizzo del caglio liquido commerciale a titolo noto, sia perché il processo artigianale mal si concilia con la richiesta di requisiti igienico-sanitari sempre più stringenti.

Industrialmente, il caglio in pasta viene preparato prelevando la materia prima fresca (abomasi di agnello e capretto) surgelandola fino all'inizio del processo di preparazione. La tecnologia consiste nello sfruttare operazioni di macinazione, estrazione e ricostruzione che consentono l'ottenimento di un composto equilibrato per quel che riguarda le attività

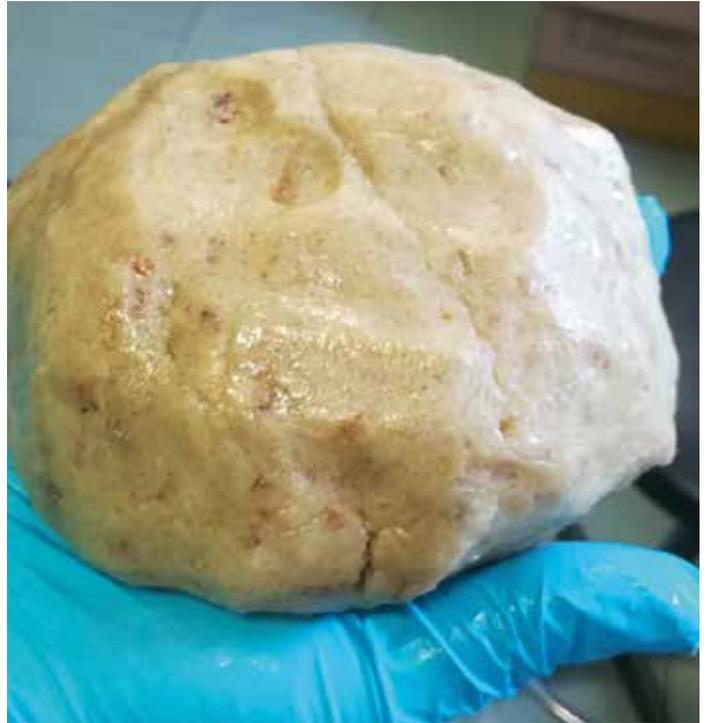


Foto 2. Caglio di capretto macinato e impastato con sale pronto per la stagionatura, in frigorifero a temperatura di circa 10 °C, prima dell'utilizzo.

enzimatiche, a titolo noto, con carica batterica contenuta e assenza di impurità.

Tuttavia, la sostituzione dei cagli in pasta con preparazioni industriali può comportare, come discusso in precedenza, la perdita di quelle qualità organolettiche che questo particolare tipo di caglio è in grado di conferire al formaggio. Quasi tutti i formaggi PAT campani prevedono l'uso esclusivo di caglio in pasta d'agnello o capretto, ottenuti in modo artigianale o tradizionale, tanto che le schede di produzione di formaggi PAT ne impongono l'utilizzo in modo esplicito però questo a volte non accade (foto 2).

Il processo produttivo del caglio in pasta artigianale

Preme sottolineare che è necessario rispettare precauzioni di carattere igienico sanitario e che la macellazione deve essere fatta nel rispetto delle normative vigenti.

L'abomaso, prelevato con cura per non contaminarlo con le feci e conservandone il contenuto, viene legato con uno spago alle estremità (ostio omaso-abomasale e piloro). **Il cagliolo così preparato può essere esposto ad asciugare all'aria per qualche giorno oppure può essere messo subito sotto sale, riducendo il rischio di contaminazioni.** I caglioli vengono disposti in un contenitore col fondo forato per permettere il drenaggio dei liquidi, a strati alterni col

sale. La fase di asciugatura, tenuta in ambiente freddo o refrigerato al riparo dalla luce, deve durare almeno trenta giorni e può essere estesa fino ad alcuni mesi. Al termine dell'asciugatura gli abomasi acquistano una consistenza semisolida, paragonabile a quella di un impasto per pane, successivamente vengono estratti dal sale, liberati dallo spago, ripuliti dal grasso esterno e quindi macinati con un tritacarne. Si ottiene una pasta di colore verde - beige più o meno lattiginoso, composta da pellette e gemme, che va impastata a lungo aggiungendo sale, in quantità compresa tra 0,2 e 0,5 kg per kg di caglio, per omogeneizzarla nella sua composizione enzimatica.

Il composto così ottenuto deve essere trasferito in un contenitore idoneo al contatto con alimenti, ben pulito e asciutto, avendo cura di non lasciare aria all'interno. Il contenitore andrà conservato a una temperatura inferiore a 10 °C per almeno sei mesi prima dell'utilizzo, allo scopo di ridurre la carica batterica del caglio in pasta. Per questo motivo è consigliabile preparare il caglio con gli agnelli e capretti delle macellazioni natalizie e utilizzarlo nella campagna casearia successiva. In alcune zone i produttori locali usano aggiungere al termine del processo, latte o derivati, per rendere il prodotto di colore più chiaro e di consistenza più cremosa.

È fortemente consigliato, almeno per le prime annate di preparazione, utilizzare il caglio in pasta dopo averlo sottoposto ad analisi microbiologiche. Le analisi riguarderanno la carica totale e i batteri citrato-fermentanti, responsabili del gonfiore ai venti giorni e spesso veicolati dal caglio in pasta.

Nell'uso quotidiano il caglio viene controllato visivamente e si verifica che non presenti odori anomali. Per l'utilizzo deve essere sciolto in acqua tiepida per favorire il passaggio in soluzione degli enzimi, e quindi deve essere filtrato, anche con una garza per rimuovere eventuali particelle di sabbia, peli o legno. Solitamente le dosi di impiego oscillano tra 30 e 40 g per ettolitro di latte, sufficienti per ottenere la presa del latte in 13-15 minuti.

I formaggi ottenuti con il caglio in pasta sono caratterizzati da un gusto piccante, più marcato nel caglio di capretto. Tradizionalmente il caglio in pasta è utilizzato per i formaggi pecorini delle regioni del centro-sud Italia oppure per il provolone piccante per il quale si utilizza il caglio di capretto.

Rispettando poche semplici precauzioni, è possibile produrre il caglio a livello aziendale caratterizzando fortemente il proprio prodotto e rafforzando il concetto di legame col territorio e la tipicità del prodotto.

Caratteristiche microbiologiche

La qualità igienica dei cagli artigianali italiani è considerata generalmente scarsa, sebbene il suo utilizzo sia considerato

sicuro nell'industria casearia. Eventuali cariche batteriche indesiderate vengono ridotte o eliminate con la stagionatura del caglio macinato e salato per periodi che possono variare dai due ai sei mesi. Dal punto di vista microbiologico il caglio artigianale, presenta in genere una varietà di microrganismi come coliformi, batteri lattici, enterococchi, muffe e lieviti. Mentre assenti sono microrganismi patogeni come stafilococchi, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*. Tra i batteri anaerobi solfito-riduttori, alcune specie appartenenti al genere *Clostridia* sono ubiquitarie e considerate importanti nel settore lattiero caseario, poiché responsabili di specifici difetti provocati in alcuni formaggi definiti gonfiori tardivi. Le specie maggiormente riscontrate in campioni di formaggi in cui è presente gonfiore tardivo sono: il *Clostridium tyrobutyricum*, il *Clostridium butyricum* e il *Clostridium sporogenes*. Tra questi il *C. tyrobutyricum* è anche una delle specie più frequentemente isolate negli insilati. Contrastanti invece sono i dati inerenti alla specie *Clostridium perfringens*. Se alcuni autori, infatti, ne evidenziano una scarsa presenza sia in forma vegetativa che come spora altri invece hanno rilevato una carica rilevante (sino a 4 log cfug-1) di questo microrganismo.

Conclusioni

Da quanto sopra esposto è auspicabile predisporre delle procedure per la produzione di cagli in pasta, in particolare per i formaggi PAT (Prodotti Agroalimentari Tradizionali), conseguenti a controlli di laboratorio sia chimico/fisici che microbiologici così da poter realmente legare un prodotto lattiero caseario al territorio di appartenenza e non banalizzare le produzioni con enzimi di fabbricazione industriale o addirittura di origine "fungine". In Sicilia e nel Lazio alcuni formaggi DOP (Denominazione di Origine Protetta) vengono prodotti con cagli autoctoni autoprodotti e in Campania alcuni ricercatori stanno provando a fare.

Per saperne di più

1. Addis M., Piredda G., Pes M., Di Salvo R., Scintu M.F., Pirisi A. (2005): Effect of the use of three different lamb paste rennets on lipolysis of the PDO Pecorino Romano Cheese, «Int. Dairy J.», 15, pp. 563-569.
2. Addis M., Piredda G., Pirisi A. (2008): The use of lamb rennet paste in traditional sheep milk cheese production, «Small Rumin. Res.», 79, pp. 2-10.
3. Addis M., Pirisi A., Di Salvo R., Podda F., Piredda G. (2005): The influence of the enzymatic composition of lamb rennet paste on some properties of experimentally produced PDO Fiore Sardo cheese, «Int. Dairy J.», 15, pp. 1271-1278.
4. Calandrelli, M. et al. (1997): Effect of kid rennet production technology on its microbiological characteristics and on the chemical composition of "semicorro" goat milk

- cheese. *Scienza e Tecnica Lattiero casearia* 48(4):343-360.
5. Citro A., (2019) :Mozzarella e outros queijos de leite de bufala. Associação Brasileira Criadores de Bufalos- ABCB.
6. Citro A. (06.07.2019) Vetmare - Sicurezza alimentare e benessere animale: un binomio inscindibile Pisciotta (SA) S.I.Me. Ve.P. - Relazione : Il benessere animale . 7. Ripercussioni sulla fabbricazione ed utilizzo del caglio animale per la produzione dei formaggi D.O.P. , I.G.P. e P.A.T.
8. Cocolin L., Rantsiou K., IacumiL., Urso R., Cantoni C., Comi G., (2004): Study of the ecology of fresh sausage and characterization of populations of lactic acid bacteria by molecular methods. *Applied and Environmental Microbiology*70(4) , 1883-1894.
9. Corradini C. (1995) :Chimica e tecnologia del latte *Tecnica Alimentare*, 174-178.
10. Cruciatà M., Sannino C., Ercolini D, Scatassa M.L., et altri. (2004): Animal rennet as sources of dairy Lactic acid bacteria . *Applied and environmental Microbiology*;80: 2050-20161.
11. Fallico V., Tuminello L., Pediliggieri C., Horne J., Carpino S., Licitra G. (2006):Proteolysis and Microstructure of Piacentinu Ennese Cheese Made Using Different Farm Technologies, «*J. Dairy Sci.*», 89, pp. 37-48.
12. Ferrandini, E. (2006): Elaboración de Queso de Murcia al Vino con cuajo natural en pasta. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, Murcia. (Spain).
13. Ferrandini, E., Castillo, M., López, M. B., de Renobales, M., Virto, M., Hernández, I., et al. (2008). Technological characterization of experimental natural rennet pastes. *Food Science and Technology International*, 14, 63-71.
14. Florez A.B., et al. (2006) :Biochemical and microbiological characterization of artisan kid rennet extracts used for Cabrales cheese manufacture, *LWT - Food Science and Technology* 39,605-612.
15. Horne J., Carpino S., Tuminello L., Rapisarda T., Corallo L., Licitra G. (2005): Differences in volatiles, and chemical, microbial and sensory characteristics between artisanal and industrial Piacentinu Ennese cheeses, «*International Dairy Journal*», 15, pp. 605-617.
16. Gil P.L., et al. (2007) :Hygienic quality of ewes' milk cheeses manufactured with artisan-produced lamb rennet pastes, *Journal of Dairy Research* 74, 329-335
17. Lilla S., et al. (2001) :Rapid Commun. Mass Spectrom., 15, 1101-1110
18. Montone A. (20.10.2020) La Produzione ed il Controllo dei Prodotti Agroalimentari Tradizionali (P.A.T.)-Federazione Regionale Ordini dei Medici veterinari della Regione Campania. Relazione Il Caglio animale artigianale produzione , prove di caseificazione , lavorazione e stagionatura.
19. Moschopoulou E. (2011) : Characteristics of rennet and other enzymes from small ruminants used in cheese production, *Small Ruminant Research*, 101 (i-3) 188-195.
20. Mucchetti G.,Neviani E.(2006) : Microbiologia e tecnologia lattiero casearia - Qualità e sicurezza. Editrice Tecniche Nuove.
21. Nelson J.A. et al. (1977): Pregastric esterase and other oral lipase - a review. *J. Dairy Sci.* 60, 327-362.
22. Parco A. (2013): Caratterizzazione igienico-sanitaria e qualitativa di cagli tradizionali siciliani. Tesi Università degli Studi di Messina dipartimento di Scienze Veterinarie Dottorato di ricerca in Scienze Veterinarie. Coordinatore: Prof. Adriana Ferlazzo - Relatore A. Giuffrida - M.L. Scatassa.
23. Pahud J.J.,et al. (1982) : Calf rennet lysozyme, *Biochemical Journal*, 201(3), 661-664.
24. Piredda G, Addis M (1998). Influenza dell'alimentazione sulle attività enzimatiche del caglio in pasta d'agnello. *Sci. Tecn. Latt.-Cas.*, 49, 129-138.
25. Piredda G., Addis M. (2003): Utilizzo del caglio in pasta di agnello nella produzione di formaggi sardi da latte di pecora, *Sci.Tecn. Latt.-Cas.*, 54, 225-235.
26. Pirisi A., Pinna G., Addis M., Piredda G., Mauriello R., Pascale S., De Caira S., Mamone G., Ferranti P., Addeo F., Chianese L. (2007): Relationship between enzymatic composition of lamb rennet paste and proteolytic, lipolytic pattern and texture of PDO Fiore Sardo ovine cheese, «*Int. Dairy J.*», 17, pp. 143-156.
27. Pizzillo M., Claps S., Marano G., Morone G., Calandrelli M. (2000): Effect of different ripening rooms on chemical-physical characteristics of "Pecorino di Filiano" cheese, «*Sci. Tecn. Latt. Cas.*», 51, pp. 257-272.
28. Richardson G.H. et al. (1970): Differences between calf and adult bovine rennet, *J. Dairy Sci.*, 53, 1367-1372.
29. Ramsey H.A. et al., (1956) : Esterolytic activity of certain alimentary and related tissues from cattle in different age groups, *J. Dairy Sci.*, 39, 1312.
30. Randazzo C.L., Pitino I., Ribbera A., Caggia C. (2010): Pecorino Crotonese cheese:Study of bacterial population and flavour compounds, «*Food Microbiology*», 27, pp. 363-374.
31. Salvadori Del Prato O. (2001): Trattato di tecnologia casearia -Edagricole-New Business Media.
32. Santillo A, Caroprese M, Marino R, Muscio A, Sevi A, Albenzio A., (2007): Influence of lamb rennet paste on composition and proteolysis during ripening of pecorino foggiano cheese. *International Dairy Journal* 17.
33. Scatassa, M.L., Mancuso, I., Arcuri, L., Parco, A., Cruciatà, M., Todaro, M., et al. (2014): Il caglio in pasta utilizzato per la produzione di formaggi tradizionali siciliani: indagine microbiologica. In atti XXI Congresso Nazionale sipaoc (pp.158-158).
34. Sicilia M. (2018) : Preparazione ed uso del caglio in pasta. Associazione delle Casare e dei Casari di Aziende Agricole (Dicembre 2018).INFO 002 pp.1-2.
35. Voidarou C., et al. (2011):Chemical and microbiological characterization of artisan inoculants used for the fermentation of traditional dairy products in Epirus area (Greece), *Anaerobe* 17, 354-357.