

BRUNO BATTISTOTTI*, MARCO NOCETTI**, MAURO PECORARI**,
ANGELO STROPPIA***

Formaggi da latte bovino. Aspetti microbiologici e tecnologici

Non è certamente facile definire i fattori che determinano la “tipicità” di un prodotto alimentare da un punto di vista scientifico, poiché essa costituisce la risultante di diverse componenti tendenti a sintetizzarsi negli attributi di “unicità e irripetibilità in altri contesti produttivi”.

È certo però che da tempi remoti l'uomo ha collegato prodotti alimentari tradizionali alla zona di origine, identificandoli con denominazioni riferite a territori o località nell'inconscio presupposto che le peculiarità e le specificità organolettiche e strutturali degli aspetti qualitativi dipendessero dall'habitat fisico, inteso come l'armonica fusione di fattori ambientali (agro-zootecnici e climatici) e di fattori tecnici. Per i formaggi, questi attengono alla produzione del latte, alla sua trasformazione casearia e alla stagionatura.

La tipicità è quindi un dono della natura e della cultura che conferisce al prodotto caratteri che lo rendono unico e originale. Nello specifico, i formaggi DOP sono il frutto di una complessa interazione tra ambiente, materia prima e abilità dell'uomo.

Le caratteristiche pedoclimatiche, ambientali, culturali e socio-economiche di un territorio determinano il tipo di agricoltura e di piante coltivate, si riflettono poi sulle proprietà del latte ivi prodotto e costituiscono la base per il riconoscimento della specificità, dell'origine e della tipicità dei prodotti caseari DOP.

In Italia, la maggior parte dei formaggi da latte vaccino (fanno eccezione il Ragusano, il Caciocavallo Silano e il Provolone del Monaco) è prodotta

* Comitato Scientifico Consultivo del Grana Padano

** Consorzio del Formaggio Parmigiano-Reggiano (CFPR)

*** Consorzio Tutela del Formaggio Grana Padano

al Nord, dove, peraltro, si produce, per la fertilità dei suoli e l'abbondanza d'acqua, anche la maggior quantità di latte. Ciò ha favorito la produzione di tipologie casearie di grande formato a lunga stagionatura e conservabilità (circa il 36% del latte bovino nazionale è trasformato in Grana Padano e in Parmigiano Reggiano). Nei mesi da primavera ad autunno, in coincidenza con le più elevate produzioni di latte a seguito della diffusa stagionalità dei parti, il latte era destinato alla produzione di formaggi da consumarsi anche nel periodo invernale, dopo stagionature anche di 15-20 mesi e oltre. Soltanto in periodi particolari dell'anno venivano prodotti formaggi tipici a breve stagionatura e di piccolo formato, per uso familiare o prevalentemente in vicinanza dei grandi centri di consumo.

Per Grana Padano e Parmigiano Reggiano si cominciò a parlare di maggengo e di vernengo (cioè dei formaggi prodotti in estate e in inverno) nel secolo scorso, ma con maggior apprezzamento per il primo.

Oggi, gli enormi progressi nelle tecniche agronomiche e di razionamento, che rendono disponibili alimenti di qualità costanti per tutto l'arco dell'anno e la distribuzione praticamente uniforme dei parti nelle diverse stagioni hanno reso meno importanti le differenze nella qualità del latte durante l'anno. Ciò è successo anche per molti altri formaggi molli e semiduri, mentre per altri la stagionalità rimane un fattore importante: è il caso della Fontina della Val d'Aosta la cui produzione estiva con le bovine al pascolo presenta peculiari caratteristiche di eccellenza.

La gamma dei DOP da latte vaccino comprende formaggi freschi, molli, semiduri e duri, a crosta secca o lavata, a pasta filata o erborinata: ognuno con specificità strutturali e organolettiche molto diverse.

Tutti sono ottenuti dalla cagliata a seguito di attività enzimatiche, controllate e/o stimulate, costitutive del latte o apportate dal caglio ma, soprattutto, dai microrganismi del latte o dello starter comunque presenti nella cagliata e nel formaggio durante il corso della stagionatura. Proprio dalla specificità della microflora e dal suo controllo, esercitato attraverso opportune tecniche operative dall'esperienza dell'uomo, origina la tipicità.

Il formaggio DOP è, quindi, l'espressione più completa di un processo biotecnologico, in quanto rappresenta il risultato di uno straordinario processo di fermentazione, dove sviluppo di microrganismi e tecnologia di produzione raggiungono la più esaltante combinazione.

Si può affermare, pertanto, che un formaggio tipico deve le sue peculiarità e specificità organolettiche e nutrizionali alla filiera: ambiente-materia primamicroorganismi-tecnologia.

L'utilizzo del latte crudo rappresenta uno dei più importanti fattori di bio-

diversità delle produzioni DOP. La complessa e differente presenza di comunità microbiche, conseguenza di selezioni ambientali in molti casi addirittura secolari, contribuisce a caratterizzare e a differenziare il processo di caseificazione e di maturazione del formaggio.

Tutti i formaggi tradizionali sono stati a lungo prodotti da latte crudo, senza trattamenti termici di risanamento; oggi, per quelli a breve stagionatura, è prevista generalmente la pastorizzazione o la termizzazione per assicurare la salubrità del prodotto e garantire la sicurezza al consumatore. Nelle DOP il reintegro della microflora autoctona è ottenuto con latte-innesto o siero-innesto preparati quotidianamente da ciascun produttore con il proprio latte o con starter isolati dagli stessi formaggi DOP, a seguito di studi appositamente condotti e finalizzati a caratterizzare la biodiversità della microflora coinvolta nel processo di maturazione.

Per quanto attiene alla produzione dei due formaggi duri più diffusi (Grana Padano e Parmigiano Reggiano) la tecnologia segue alcuni passaggi chiave che possono essere schematicamente descritti:

- utilizzo di latte crudo, per valorizzarne la componente microbica autoctona;
- cottura a temperature intorno ai 55°C, per assicurare un basso tenore di umidità della cagliata necessario per consentire la lunga stagionatura;
- utilizzo di una coltura microbica starter (siero-innesto) ottenuta dall'incubazione per circa 20 ore del siero di fine lavorazione, composta prevalentemente da batteri lattici a elevata termofilia e con un'elevata acidoresistenza, ottenuti attraverso una lunga selezione tecnologica;
- stagionatura protratta anche per due anni o più.

La realizzazione delle specifiche caratteristiche di questi formaggi è essenzialmente il frutto di due distinte attività fermentative.

La prima, a opera di una flora lattica termofila che rappresenta l'immagine di un eco-sistema ambientale di caseificio. Questo patrimonio microbiologico è il risultato di anni di selezione naturale, conseguente a un quotidiano impiego di tali batteri, che ha portato alla realizzazione di un'associazione batterica costituita da specie e ceppi con una biodiversità genomica che si concretizza in effetti tecnologici non ripetibili con altre colture e, quindi, specifici per questo prodotto.

La seconda è conseguente all'attività di fermenti lattici, stavolta mesofili, che rimangono vivi nel formaggio anche dopo due anni e che sono in grado, unitamente agli enzimi nativi del latte e a quelli prodotti dalla flora lattica termofila del siero-innesto, di indirizzare e guidare il lento e complesso processo maturativo, degradando più di un terzo della caseina in sostanze più semplici

quali peptoni, peptidi e amminoacidi liberi; composti in grado di conferire al formaggio le tipiche caratteristiche strutturali, organolettiche e nutrizionali.

Risulta quindi evidente che la flora lattica, mesofila e/o termofila, rappresenta il più importante fattore di difesa della tipicità, in quanto anello di congiunzione tra ambiente e formaggio.

La tecnologia di caseificazione condiziona in modo decisivo la componente microbica della cagliata favorendone o rallentandone la moltiplicazione. Da cagliate simili per composizione chimica, si possono ottenere formaggi molto diversi, in funzione delle differenti operazioni tecnologiche realizzate sul latte in caldaia, sulla massa caseosa, in formatura e sul formaggio in salatura e stagionatura. Con spurgo accentuato della cagliata riscaldata a 54-56 °C, aggiungendo sino a 20 milioni di batteri lattici acidificanti per ml di latte, si ottengono formaggi duri come Grana Padano e Parmigiano Reggiano, caratterizzati dalla tipica granulosità della pasta. Nel caso invece della Fontina della Val d'Aosta si può prevedere l'aggiunta di un numero comunque ridotto di batteri lattici autoctoni a basso potere acidificante che garantiscono un adeguato contrasto delle flore anticasearie, ma al contempo permettono di ottenere la peculiare elasticità della pasta di questo formaggio. La pressatura, il raffreddamento delle forme, la specifica tecnica di salatura e la bassa temperatura di stagionatura, aiutano poi a controllare la conduzione del processo di maturazione.

Considerazioni simili si possono fare per il Ragusano, ottenuto da latte crudo senza alcun innesto, con una tecnologia finalizzata a moltiplicare la microflora autoctona del latte e di quella adesa, sotto forma di biofilm, alla tina di legno (tempo di coagulazione, prima e seconda cottura per addizione di acqua calda e, successivamente, di scotta e maturazione della cagliata).

Le particolari fasi tecnologiche, che caratterizzano il processo di caseificazione del Ragusano, sono state affinate nel tempo, al fine di ottenere quella specifica popolazione microbica in grado di assicurare e valorizzare la biodiversità.

Per alcuni formaggi DOP le peculiarità strutturali e aromatiche dipendono anche dalle condizioni ambientali che caratterizzano la formatura e la stagionatura del formaggio.

È il caso di formaggi a pasta filata (come il Ragusano), o a crosta lavata (come la Fontina e il Pizzone di Moena), a crosta con morchia (come il Taleggio), o come gli erborinati (Gorgonzola).

Nel caso del Ragusano, ad esempio il disciplinare prevede l'utilizzo di attrezzature di legno, per consentire di valorizzare il patrimonio di microorganismi presenti nel latte crudo proprio per la loro capacità di colonizzare

le superfici interne delle diverse attrezzature di legno. La presenza di cellule batteriche cocciche (*Str. salivarius ssp waiiu*, *Str. salivarius ssp thermophilus*, *Lc. lactis ssp lactis*) e di una matrice extracellulare sulla superficie interna della caldaia (tina) funzionano da innesto e da potenziamento della microflora nativa del latte.

Nei formaggi DOP a crosta lavata, questa diventa un importante fattore di tipicità; contribuisce a mantenere morbida la pasta all'interno, ma, soprattutto, con l'attività della microflora che si insedia nella morchia, costituita in prevalenza da eumiceti dei generi *Penicillium*, *Geotrichum* e, *Debariomyces* e da batteri dei generi, *Brevibacterium*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, determina una intensa maturazione centripeta (proteolitica e lipolitica), specifica per la sinergia di specie e di ceppi direttamente correlati all'ambiente di stagionatura.

Il formaggio Fontina deve parte delle sue caratteristiche organolettiche alla microflora superficiale composita, che viene progressivamente stimolata dai continui interventi di "frottage" e salatura a secco e il cui sviluppo risulta condizionato dalla stagionatura in grotte naturali (umidità 90%, temperatura media 8-10°C).

Nel formaggio Gorgonzola lo sviluppo delle muffe interne, un tempo lasciato alla libera contaminazione ambientale (maturazione in grotta), oggi è ottenuto con l'inoculo del latte con ceppi di *Penicillium weidemanii* var. *fuscum*, isolati direttamente da Gorgonzola e differenziati per l'attività proteolitica e lipolitica più o meno intensa in funzione delle caratteristiche del formaggio che si intende produrre, e dalla successiva "foratura" delle forme. Le condizioni ambientali idonee per assicurare lo sviluppo delle muffe sono assicurate dall'utilizzo di ambienti igienicamente controllati e dotati di impianti di climatizzazione in grado di garantire i corretti parametri di temperatura e di umidità.

Le peculiarità delle DOP casearie sono frutto di tecniche empiriche trasmesse nel tempo che, in particolare negli anni recenti, a seguito di sperimentazioni e ricerche appositamente condotte, hanno trovato supporto scientifico per innovazioni nei processi tecnologici anche dei formaggi DOP di oggi.

L'evoluzione dei sistemi produttivi dei formaggi DOP è una conseguenza di un progresso tecnico che si può identificare con l'adozione delle nuove conoscenze e delle invenzioni capaci di determinare mutamenti in grado di razionalizzare il processo e ridurre i costi senza intaccare i caratteri distintivi dei prodotti finali né il legame con la tradizione.

È pertanto evidente che nella lunga storia che ha caratterizzato queste produzioni tradizionali, si è assistito a un'evoluzione che ha permesso di adattare il prodotto DOP al mutare dei gusti dei consumatori, ma che, nello stesso

tempo, ha saputo mantenere la sua originalità legata a una specifica caratterizzazione territoriale.

Alcune considerazioni esemplificative: dai primi del 1900 si è diffuso l'utilizzo del siero innesto nella produzione di Parmigiano Reggiano e Grana Padano, con la finalità di ridurre i difetti e, oggi, anche di garantire la biodiversità di batteri lattici, la salubrità dei formaggi e, quindi, la sicurezza per il consumatore. Nel tempo, l'utilizzo si è generalizzato tanto da diventare un caposaldo nella caseificazione, punto fermo per le due DOP, quotidianamente rinnovato dal siero residuo di caseificazione strettamente legato al territorio di produzione del latte. La tecnologia di caseificazione seleziona batteri lattici specifici particolarmente qualificati. I parametri tecnologici di conduzione del processo di caseificazione risentono oggi dell'utilizzo di questo siero-innesto (il tempo impiegato nel processo di caseificazione risulta, rispetto al passato, significativamente ridotto), tanto più quando l'apporto di batteri lattici in caseificio per le ottime caratteristiche igieniche del latte in caldaia, è particolarmente basso.

La tradizione, per i formaggi DOP, deve costituire la base di partenza su cui è necessario inserire i nuovi mezzi e le nuove conoscenze che possono giocare un ruolo fondamentale nel garantire una maggiore competitività economica, senza rinunciare all'originalità e all'unicità dei prodotti.

Ogni produzione DOP è caratterizzata da specifici parametri che ne garantiscono l'originalità, frutto della lunga e, in alcuni casi, secolare tradizione; tradizione che non può identificarsi esclusivamente con i concetti di staticità e con l'assenza di rinnovamento, ma che deve essere opportunamente integrata dall'adozione di processi innovativi, solo se questi non escono dall'alveo della tipicità.

L'innovazione, soprattutto negli anni recenti, ha permeato consistentemente il comparto delle produzioni DOP, coinvolgendo l'intera filiera produttiva: dalle tecniche agronomiche all'alimentazione delle bovine, dalle strutture zootecniche ai sistemi di produzione del latte, dalla sostituzione delle razze autoctone ai nuovi criteri di selezione genetica, dalle tecniche di conservazione alle modalità di conferimento del latte, dalle attrezzature di caseificazione agli ambienti di stagionatura del formaggio, ecc.

Nei disciplinari di produzione dei formaggi DOP è dedicato particolare rilievo alla qualità casearia del latte.

È noto come il concetto di qualità vada considerato in funzione della destinazione della materia prima. Parametri di qualità del latte, per i formaggi DOP, sono il contenuto di lipidi e di proteine, caratteri merceologici da cui dipende la quantità, ma anche la qualità del prodotto, l'acidità titolabile e,

per quelli ottenuti con una coagulazione prevalentemente presamica, la reattività al caglio e l'attitudine allo spurgo del coagulo.

Per il latte destinato alla produzione di formaggi a lunga stagionatura, deve essere attentamente valutata anche la presenza di microrganismi anticaseari quali i clostridi (sporigeni anaerobi gasogeni) e i propionici (per i formaggi a pasta compatta senza occhiatura), poiché l'accumulo di gas prodotto dal loro metabolismo nel corso della stagionatura potrebbe tradursi in difetti di struttura che comprometterebbero la buona riuscita del formaggio.

La maggior parte dei formaggi DOP ottenuti da latte vaccino (16 su 31) ha voluto garantire una codificata qualità della materia prima vincolando la produzione esclusivamente a definite razze bovine.

È il caso della Fontina, che prevede di utilizzare esclusivamente il latte della razza Valdostana (Pezzata Rossa, Pezzata Nera e Castana), o del Nostrano Valtrompia e dello Strachitunt, le cui produzioni devono essere ottenute con almeno il 90% di latte di Bruna Alpina, o del Provolone del Monaco che indica una percentuale minima di latte (20%) prodotto da bovine tipo genetico autoctono Agerolese.

Tutto questo, nella consapevolezza di ciò che le razze locali hanno significato per il migliore adattamento all'ambiente e quindi all'utilizzo della flora locale e per il legame stesso della razza con l'origine del formaggio.

Alcune varianti genetiche delle caseine e della β -lattoglobulina risultano più idonee a ottenere latte che palesa una spiccata attitudine alla coagulazione presamica e un coagulo dotato di caratteristiche reologiche che favoriscono lo spurgo della cagliata. Tali varianti sono spesso presenti con elevate frequenze in alcune razze locali.

Per altre produzioni DOP, questo obiettivo lo si è perseguito attraverso una mirata selezione genetica delle bovine al fine di ottenere quelle frequenze geniche più idonee alla produzione di un latte con una migliore attitudine alla trasformazione casearia.

Per quanto riguarda la sicurezza alimentare, i formaggi prodotti da latte crudo possono offrire gli stessi standard di sicurezza di quelli ottenuti utilizzando le tecniche di sanificazione di cui dispone la moderna industria alimentare. Questi sistemi produttivi tradizionali, infatti, nella continua ricerca dell'eccellenza qualitativa, hanno tramandato, nel corso del tempo, le tecnologie migliori e le innovazioni più idonee a ottenere le caratteristiche rispondenti alle esigenze dei consumatori, comprese quelle igieniche.

Nel caso dei formaggi Grana Padano e Parmigiano Reggiano, ad esempio, i fattori chiave della tecnologia che ne determinano la sicurezza sono la cot-

tura della cagliata, lo sviluppo di una flora lattica fortemente acidificante, il rapido abbassamento del pH e la lunga stagionatura.

Durante la lavorazione il riscaldamento dei granuli di cagliata a una temperatura di 54-56 °C e la lunga permanenza della cagliata in queste condizioni (60 e più minuti) determinano l'abbattimento dei batteri patogeni e lo sviluppo di un ambiente idoneo ai soli batteri lattici termofili, aggiunti al latte come colture starter prima della coagulazione. Nella cagliata questi batteri crescono rapidamente nelle prime ore, svolgendo un forte antagonismo competitivo nei confronti di altri microrganismi, compresi i germi patogeni, che non sono pertanto in grado di moltiplicarsi, anche quando la temperatura scende.

L'effetto più evidente della crescita dei batteri lattici è l'acidificazione della cagliata: nelle ore immediatamente successive alla cottura, la rapida e intensa fermentazione del lattosio, con la conseguente produzione di acido lattico, determina un rapido abbassamento del pH. Nelle prime ore il pH scende a valori prossimi a 5,0: nella zona esterna della forma, dopo circa 6-8 ore, e all'interno, dopo 18-20 ore. La cagliata permane a queste condizioni per 48-72 ore e tale diminuzione di pH è considerata uno dei fattori intrinseci più importanti per inibire la crescita di microrganismi patogeni.

La lunga stagionatura a valori di AW attorno a 0,90 fornisce un ulteriore rilevante contributo alla sicurezza di questi formaggi.

Tale sicurezza è, oggi, ben documentata da molti studi di tipo epidemiologico, dall'utilizzo di modelli predittivi delle decrescite batteriche, oltre che da studi sperimentali svolti per verificare l'eventuale sopravvivenza di batteri potenzialmente patogeni nella pasta; ricerche che hanno confermato l'assoluta sicurezza igienica di questi formaggi, dato che dopo 24 ore dalla caseificazione di latte inoculato con *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*, nella massa caseosa di Grana Padano e Parmigiano Reggiano non si è rilevata presenza di patogeni; analoghi risultati sono stati ottenuti recentemente anche su microrganismi ben più resistenti come il *M. avium paratuberculosis*.

La costanza e l'uniformità della produzione rappresentano la condizione essenziale per definire la qualità di un formaggio prodotto industrialmente. Nelle produzioni DOP, al contrario, una contenuta disomogeneità qualitativa è comunemente accettata, in virtù delle diverse condizioni ambientali e dei marchi connotati di artigianalità che le caratterizzano.

All'interno della stessa DOP, pertanto, è possibile evidenziare caratteristiche diverse per quanto attiene specifici parametri strutturali e organolettici.

È il caso del Gorgonzola dolce e morbido e di quello consistente e piccante.

Nel Provolone Valpadana DOP, non solo si distingue la produzione dolce da quella piccante, ma può risultare significativamente diversa anche la dimensione e la forma del formaggio; pesi e volumi, quindi, che possono condizionare il successivo processo maturativo e, conseguentemente, lo sviluppo degli aromi e dei sapori.

All'interno della stessa DOP si evidenziano produzioni speciali: come "Riserva" nel Grana Padano e "Bollino oro" nel Parmigiano Reggiano (che garantiscono stagionature di 20 e di 30 mesi di stagionatura, rispettivamente) o come "Mezzano", "Vecchio" e "Stravecchio" nell'Asiago di allevo; anche il Bra, il Formai de Mut, il Piave e altri sono presentati sul mercato con diverse stagionature.

Nella medesima tipologia di formaggi DOP, l'ottenimento di produzioni di diversa eccellenza qualitativa rientra nei canoni della normalità. Infatti, la capacità del casaro, l'artigianalità del processo produttivo, la qualità del latte e le differenti condizioni ambientali in cui si sviluppa il processo caseario, possono influenzare la diversa qualità del prodotto.

Nei casi in cui la presenza di difetti strutturali, riscontrati attraverso i controlli degli organi delegati, siano tali da compromettere le caratteristiche tipiche previste dal disciplinare della DOP, si procede alla dequalificazione del prodotto non conforme.

Un prodotto DOP fornisce al consumatore la certezza che le materie prime e tutte le attività di produzione, di trasformazione e di stagionatura del formaggio sono effettuate esclusivamente all'interno della zona di origine.

La produzione è regolata da un Disciplinare pubblico approvato dall'Unione Europea il cui rispetto è verificato da un organismo di certificazione che redige un piano dei controlli validato dal MIPAAF. Il sistema di certificazione prevede un autocontrollo da parte dei produttori e controlli indipendenti da parte di enti terzi: con tali modalità il sistema di certificazione di una DOP assicura il consumatore sulla provenienza delle materie prime, sui metodi di ottenimento e sulle peculiari caratteristiche di tipicità del prodotto. Anche a valle della produzione, la vigilanza sul prodotto in commercio, basata anche sull'utilizzo delle più recenti tecnologie che permettono in modo sempre più accurato e affidabile di valutare la genuinità dei prodotti e di riconoscerne l'originalità, contribuisce in modo significativo a innalzare il livello di garanzia che le DOP forniscono al consumatore.

Le produzioni tipiche possono così stabilire una sorta di "patto" con il consumatore che diventa parte integrante nel mantenimento di un patrimo-

nio culturale e gastronomico che rappresenta l'espressione di un territorio, consentendo, in tal modo, di contribuire al mantenimento di attività agricole che hanno saputo preservare le tradizioni e le biodiversità di quell'ambiente.

I formaggi DOP, pertanto, attraverso un percorso di assoluta trasparenza sono in grado di garantire, anche attraverso gli articolati strumenti normativi concepiti a partire dalla Convenzione di Stresa e sviluppati nei regolamenti comunitari nati con il Reg. CEE 2081/1992, un prodotto alimentare che risponde a regole produttive leali e costanti che si rifanno alla tradizione e alle pratiche storiche di un territorio.