

I GEORGOFILI

Quaderni
2014-III



PRODOTTI A DENOMINAZIONE DI ORIGINE. FATTORE DI COMPETITIVITÀ E QUALITÀ: I FORMAGGI

a cura di Alessandro Nardone e Gianfranco Piva

Firenze, 2 dicembre 2014



EDIZIONI POLISTAMPA

Con il contributo di



ENTE CASSA DI RISPARMIO DI FIRENZE

Copyright © 2015
Accademia dei Georgofili
Firenze
<http://www.georgofili.it>

Proprietà letteraria riservata

Supplemento a «I Georgofili. Atti della Accademia dei Georgofili»
Anno 2014 - Serie VIII - Vol. 11 (190° dall'inizio)

Direttore responsabile: Paolo Nanni

Edizioni Polistampa
Via Livorno, 8/32 - 50142 Firenze
Tel. 055 737871 (15 linee)
info@polistampa.com - www.polistampa.com
Sede legale: Via Santa Maria, 27/r - 50125 Firenze

ISBN 978-88-596-1491-3

Servizi redazionali, grafica e impaginazione
SOCIETÀ EDITRICE FIORENTINA

INDICE

GIANFRANCO PIVA <i>Introduzione</i>	7
PAOLO DE CASTRO <i>Prodotti DOP/IGP in Europa: presente, futuro, fattore di competitività</i>	11
NICOLA BALDRIGHI <i>Importanza dei DOP: fattore di qualità</i>	19
FORMAGGI DA LATTE BOVINO	
ANDREA FORMIGONI, FRANCESCO MASOERO <i>Aspetti zootecnici: legame al territorio</i>	33
BRUNO BATTISTOTTI, MARCO NOCETTI, MAURO PECORARI, ANGELO STROPPA <i>Aspetti microbiologici e tecnologici</i>	45
UMBERTO BERNABUCCI, FILIPPO ROSSI, ALESSANDRO NARDONE <i>Aspetti nutrizionali</i>	55
IMPATTO AMBIENTALE	
MARCO TREVISAN, SARA CORRADO <i>LCA Formaggi DOP</i>	65

FORMAGGI DA LATTE DI PECORA

ANDREA CABIDDU, MAURO DECANDIA, GIOVANNI MOLLE
Formaggi da latte di pecora. Aspetti zootecnici: legame al territorio 75

ANTONIO PIRISI, MARGHERITA ADDIS, ROBERTA COMUNIAN
Aspetti microbiologici, fisico-chimici e tecnologici 89

MARCELLO MELE, ANNA NUDDA
Aspetti nutrizionali 115

FORMAGGI DA LATTE DI BUFALA

LUIGI ZICARELLI
Aspetti zootecnici: legame al territorio 127

FRANCESCO ADDEO
Aspetti microbiologici e tecnologici 143

PIER LORENZO SECCHIARI, LUIGI ZICARELLI
Aspetti nutrizionali. La Mozzarella di Bufala Campana 165

GIANFRANCO PIVA
Considerazioni conclusive 175

Introduzione

L'Accademia dei Georgofili fondata a Firenze il 4 giugno del 1753 si «propone di contribuire al progresso delle scienze e della loro applicazione in agricoltura in senso lato». In questo ambito il Comitato Consultivo “Allevamenti e Prodotti animali” dell'Accademia dei Georgofili ha promosso la Giornata di studio “Prodotti a denominazione di origine. Fattore di competitività e qualità: i formaggi”.

ORIGINE DEL FORMAGGIO

La produzione del formaggio ha origini antichissime ed è stata strettamente legata allo sviluppo delle tecniche di allevamento del bestiame.

La pastorizia fu la prima attività svolta dall'uomo, dopo la caccia, la raccolta e prima della nascita dell'agricoltura. Utilizzando all'inizio piccole greggi composte da pecore o capre (i bovini vennero impiegati molto più tardi) si produceva latte per un consumo esclusivamente familiare e immediato, infatti, causa la sua facile deteriorabilità, il latte non poteva essere conservato.

Successivamente si iniziarono a conservare, come bevande acidificate, le eccedenze prodotte dalla mungitura quali il *kumis* citato da Erodoto e Senofonte o il bulgaro *Kefir*, dal quale deriva l'attuale yogurt.

Il primo casaro citato dalla storia/poesia è stato Polifemo cantato da Omero nell'*Odissea*.

Il termine usato oggi, “Formaggio”, secondo alcuni, deriva dal greco *For-*

* *Ordinario Nutrizione Alimentazione Animale già Università Cattolica; Coordinatore Gruppo di Lavoro “Prodotti a Denominazione di Origine - Fattore di Competitività e Qualità”*

mos (messo in forma), secondo altri da *Formaticum*, parola con la quale si indicava una “forma” di questo prodotto “*de caseus formatus*” (formato da formaggio – *caseus*, infatti, in latino è il termine proprio del formaggio).

Con la diffusione dell’Impero Romano, la conquista dei territori greci e delle colonie dell’Italia meridionale, le tecniche di caseificazione si svilupparono maggiormente: abbandonato il lattice di fico o di fiore di cardo per la formazione del coagulo, prese sempre più piede l’utilizzo del caglio di capretto e di agnello, preferito per il suo elevato potere coagulante.

Un ulteriore passo in avanti nella tecnica di produzione del formaggio si ebbe quando si iniziò a utilizzare, accanto al latte di pecora e di capra, anche quello di vacca; inoltre si incominciarono a produrre non solo formaggi molli di pronto consumo, ma anche a pasta dura e stagionati, di più facile e lunga conservazione.

FORMAGGI A PASTA DURA

Le origini del *Grana* risalgono all’anno Mille, quando i monaci cistercensi, per rispondere alla necessità di conservare il latte in eccesso, che veniva prodotto sul territorio da loro bonificato, sperimentarono la preparazione di un formaggio a pasta dura, che, per la sua struttura, venne chiamato volgarmente *grana*, era il *caseus vetus*.

Così nacque il nome di formaggio di grana o più semplicemente *grana*. I grana più citati sono il *lodesano* o *lodigiano*, considerato da molti il più antico, il *milanese*, il *parmigiano*, il *piacentino* e il *mantovano*, a seconda della zona di produzione.

Storicamente la culla del grana fu nel XII secolo, quando accanto ai grandi monasteri e ai castelli comparvero i primi caselli (caseifici): piccoli edifici a pianta quadrata o poligonale dove avveniva la lavorazione del latte. I principali monasteri presenti tra Parma e Reggio erano: due benedettini (San Giovanni a Parma e San Prospero a Reggio) e due cistercensi (San Martino di Valserena e Fontevivo, entrambi nel parmense).

Risulta difficile stabilire con precisione la data di nascita del grana; la tradizione vuole che sia nato in ambiente monastico, attorno al 1135, anno di fondazione dell’abbazia di Chiaravalle milanese.

Per molto tempo il formaggio fu considerato un alimento povero, poi cominciò a conquistare le tavole dei potenti.

In ogni caso alla fine dell’XI secolo questo prodotto era già una realtà affermata, con una vera e propria rete commerciale.

Boccaccio nel *Decamerone* segnala che già nel 1200-1300 il Parmigiano-Reggiano aveva raggiunto la tipizzazione odierna, il che spinge a supporre che le sue origini risalgano a diversi secoli prima. Non è escluso che la tecnica di produzione fosse analoga a quella di un formaggio piacentino appunto chiamato “il Piacentino” e a uno lodigiano (il Granone Lodigiano) che si trova citato di sfuggita nelle fonti romane.

Nel 1477 Pantaleone da Confienza, ricorda: «I formaggi piacentini da alcuni sono chiamati parmigiani perché a Parma se ne producono di simili non molto diversi per qualità». Bartolomeo Stefani nel suo ricettario *L'arte di ben cucinare* (1662) diceva del formaggio grana «Per la precedenza nella bontà dei formaggi, fra loro contendono Piacenza e Lodi».

Il conte Francesco Cavazzi della Somaglia (1513) indica le tre provenienze del formaggio (grana): piacentino, parmigiano e milanese (ovvero lodigiano).

Quale che fosse il luogo di produzione, ormai il grana aveva fama consolidata per la sua conservabilità, e viaggiava per l'Italia e oltralpe accompagnato dalla indicazione del luogo di origine.

I DOP

Lo sviluppo commerciale e la necessità di tutelare commercialmente il prodotto dagli altri formaggi simili, come il Piacentino e il Lodigiano, portò il duca di Parma a ufficializzare la denominazione d'origine con un atto del 7 agosto 1612.

Nel documento vengono definiti i luoghi dai quali doveva provenire il formaggio che poteva chiamarsi di Parma: questa data segna l'inizio della storia della Denominazione d'Origine, oggi riconosciuta in sede europea.

I rappresentanti dei caseifici di Parma, Reggio, Modena, Mantova (destra Po) si accordano sulla necessità di approvare un marchio di origine per il loro formaggio.

Così, il 27 luglio 1934 nasce il Consorzio Volontario Interprovinciale Grana Tipico che adotta il marchio ovale per le forme idonee; tale marchio recava l'annata e la scritta *C.G.T. Parmigiano Reggiano*.

Il momento di svolta nella produzione dei formaggi si ebbe nel 1951. A Stresa, nel giugno di quell'anno, fu siglata una “Convenzione”, nella quale si indicano norme precise in tema di denominazioni dei formaggi e indicazioni sulle loro caratteristiche. In quella occasione vennero distinti il formaggio “di Grana Lodigiano” che poi è divenuto “Grana Padano” e il “Parmigiano Reggiano”. Il 10 aprile 1954 l'Italia stabilisce norme sulla “Tutela delle Deno-

minazioni di origine e tipiche dei formaggi”. Il 30 ottobre 1955 fu emanato il Decreto del presidente della Repubblica n. 1269 sul “Riconoscimento delle denominazioni circa i metodi di lavorazione, caratteristiche merceologiche e zone di produzione dei formaggi”. Vengono sostituite le denominazione d’origine precedenti e facenti riferimento al consorzio di tutela, nato nel 1934, con il nome di “Consorzio Interprovinciale del Grana Tipico”.

In Italia oggi siamo a 46 DOP, accanto abbiamo una folla di altri formaggi (403, forse 500 o secondo alcuni chef mille), ciascuno con le sue caratteristiche e i suoi estimatori. Questa proliferazione è la conseguenza del fatto che dietro ogni formaggio c’è «un pascolo un diverso verde sotto un diverso cielo» dice Italo Calvino.

De Gaul si lamentava del fatto che era difficile governare la Francia, un paese con 256 formaggi.

Formaggi antichi codificati dalla tradizione nei metodi di produzione, nelle caratteristiche merceologiche, nel territorio di produzione sono oggetto di una continua evoluzione, pur nel solco della tradizione, per rispondere alle esigenze di adeguamento alla dinamica delle tecnologie agronomiche, microbiologiche, tecnologiche e delle conoscenze scientifiche. In questo contesto si colloca il significato di tutta una serie di ricerche scientifiche relative a vari aspetti delle filiere che sono state fatte anche in questi ultimi anni. Mi limito a citare, fra le molte, due importanti programmi di ricerca nei quali sono stato coinvolto come coordinatore, ormai in fase di conclusione. *GPL-free* che ha avuto il supporto dalla Regione Lombardia, del Consorzio del Grana Padano e *FILIGRANA* sostenuta dal MiPAAF dal titolo emblematico *Valorizzazione della produzione del Grana Padano DOP tramite il controllo di filiera e l’ottimizzazione dei processi produttivi*. Si tratta di progetti ai quali hanno partecipato varie istituzioni di ricerca con decine di ricercatori e aziende della filiera (aziende agricole comuni e sperimentali, caseifici, strutture di stagionatura, ecc.) che hanno riguardato la produzione del Grana Padano. Di alcune delle acquisizioni raggiunte si farà certamente cenno oggi, dato che fra i relatori vi sono ricercatori dei programmi di ricerca. Sicuramente si sono ottenuti risultati importanti ed elementi trasferibili per un miglioramento del sistema produttivo.

Molti dei fattori caratterizzanti le varie DOP certamente devono ancora essere adeguatamente approfonditi. Uno sforzo di ricerca in questo senso è la sola via per preservare le DOP e per migliorare qualità e sicurezza.

Prodotti DOP/IGP in Europa: presente, futuro, fattore di competitività

Nell'Unione Europea si contano oggi quasi 1.250 prodotti alimentari DOP e IGP. Di questi, circa il 15% fanno riferimento a prodotti lattiero-caseari, in particolare formaggi. Dall'emanazione dei primi regolamenti comunitari sulle indicazioni geografiche, i riconoscimenti DOP/IGP sono continuamente cresciuti, a dimostrazione dell'interesse dei produttori agroalimentari verso questo tipo di certificazione che, da un lato tutela le imprese da pratiche illegali di imitazione e contraffazione, dall'altro garantisce i consumatori sull'origine territoriale dei prodotti. Basti pensare che dal 2000, questi riconoscimenti sono più che raddoppiati (+126%).

Sebbene il valore di mercato espresso da questi prodotti DOP/IGP sia "ridotto" (meno di 20 miliardi di euro a livello complessivo, di cui oltre 6 miliardi riferiti ai soli formaggi), il ruolo che essi esprimono per la sostenibilità economica delle aree rurali va ben oltre questi valori economici. In Italia, le aziende agricole e di trasformazione collegate a questi sistema certificato hanno superato le 80.000 unità, per un valore alla produzione vicino ai 7 miliardi di euro.

La centralità del sistema DOP/IGP in Italia deriva dal fatto di rappresentare la principale destinazione per la produzione di suino pesante e latte vaccino, due tra le più importanti filiere zootecniche italiane. I formaggi DOP assorbono infatti la metà di tutto il latte vaccino prodotto, rappresentando altresì il 53% dell'export totale di formaggi, figurando tra i principali prodotti del "Made in Italy" conosciuto in tutto il mondo.

In particolare, la quota dei prodotti DOP/IGP italiani che raggiunge i mercati extra-Ue è significativa, pari a circa il 48% dell'export in valore colle-

* Commissione Agricoltura e Sviluppo Rurale del Parlamento Europeo

gati a tali produzioni certificate. Tra questi, il principale paese di destinazione è rappresentato dagli Stati Uniti.

È importante porre l'accento sui mercati di destinazione dei nostri prodotti, alla luce della crescita economica e socio-demografica che interesserà soprattutto le economie emergenti (BRIC). Basti pensare che entro dieci anni, paesi come l'India, la Cina o il Brasile registreranno incrementi nei redditi e nel numero delle famiglie "benestanti" (e quindi con rilevante capacità di spesa) superiori al 60%. Tale aumento nei redditi comporterà una crescita nei consumi alimentari, tanto da portare a un raddoppio delle vendite di tali prodotti nel mercato cinese.

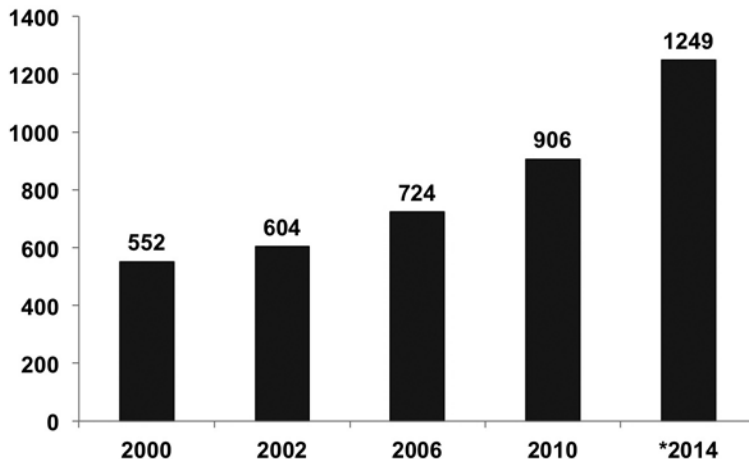
Tuttavia, la possibilità per i prodotti DOP/IGP di arrivare sui mercati esteri più lontani non è solamente frenata dall'elevata frammentazione che connota l'offerta produttiva ma incontra una serie di barriere all'ingresso (tariffarie e non tariffarie) che spesso ne rendono impossibile l'export.

In conclusione, dalle evidenze illustrate precedentemente, si comprende come le DOP e le IGP rappresentino sistemi di qualità che hanno permesso di "contrastare" il crollo che ha coinvolto i consumi alimentari a causa dalla crisi economica. Basti inoltre pensare che, alla luce della prossima eliminazione delle quote latte, molti sistemi produttivi locali potranno continuare a sopravvivere proprio grazie all'esistenza dei formaggi DOP.

Per tale motivo, le politiche europee per la qualità e il "pacchetto latte" del 2012 (che ha introdotto, tra l'altro, la programmazione produttiva necessaria a contrastare gli effetti negativi legati alle crisi di mercato) sono andate nella direzione di una maggior competitività dei prodotti DOP/IGP, necessaria alla tenuta e sostenibilità delle economie rurali europee.

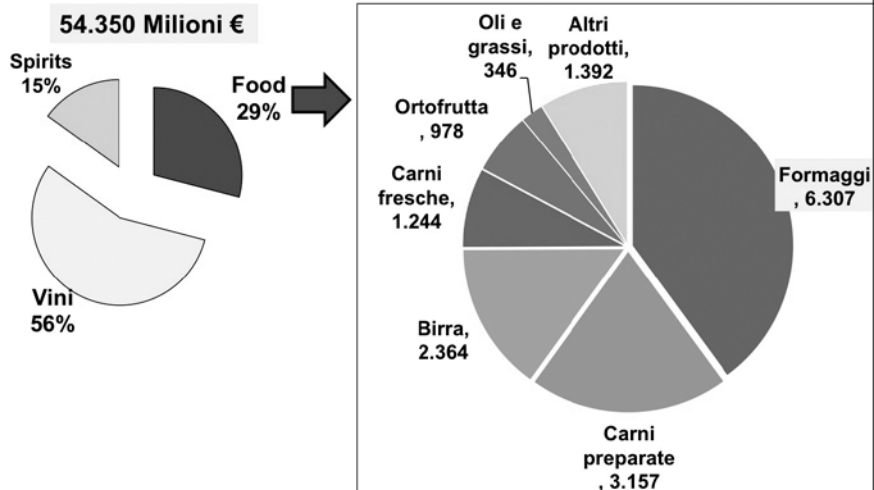
Una maggior competitività che deve necessariamente trovare un importante ambito di sviluppo nell'internazionalizzazione. Rispetto a tale obiettivo, gli ostacoli presenti nel percorso di crescita dell'export sono numerosi (basti pensare ai contrasti a livello istituzionale e commerciale per il riconoscimento giuridico delle indicazioni geografiche) e per tale motivo assumono rilevanza strategica gli accordi di libero scambio volti a "ridurre" tali barriere all'ingresso. Particolare attenzione merita quindi il TTIP (accordo Usa-Ue), alla luce del ruolo di primo piano detenuto dal mercato statunitense per l'export agroalimentare italiano e dei prodotti DOP/IGP.

LA CRESCITA DELLE REGISTRAZIONI DOP/IGP IN EUROPA (Nr. prodotti agroalimentari)



* al 24 novembre 2014

IL VALORE ESPRESSO DAI PRODOTTI DOP/IGP IN EUROPA (Valore alla produzione, Milioni di euro 2010)



IL SISTEMA ITALIANO DEI PRODOTTI FOOD DOP E IGP (2012-2013)

Riconoscimenti DOP/IGP (2014) **266**
% su totale Ue **22%**

Aziende agricole **75.156**
% sul totale settore (iscritte CCIAA) **9,8%**

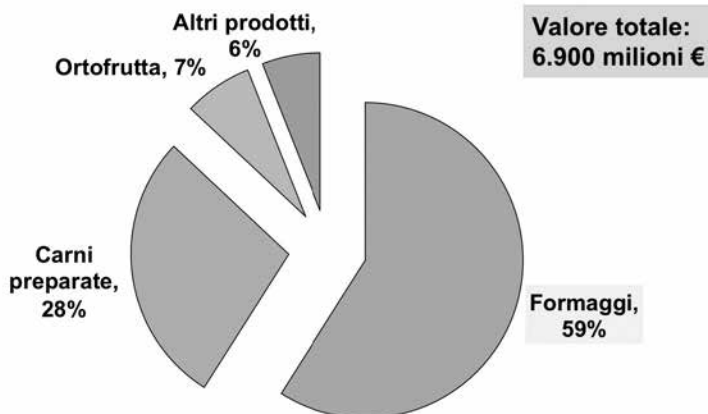
Imprese di trasformazione **7.090**
Totale operatori **80.435**

Valore alla produzione (mln €) **6.900**

Valore dell'export (mln €) **2.050**

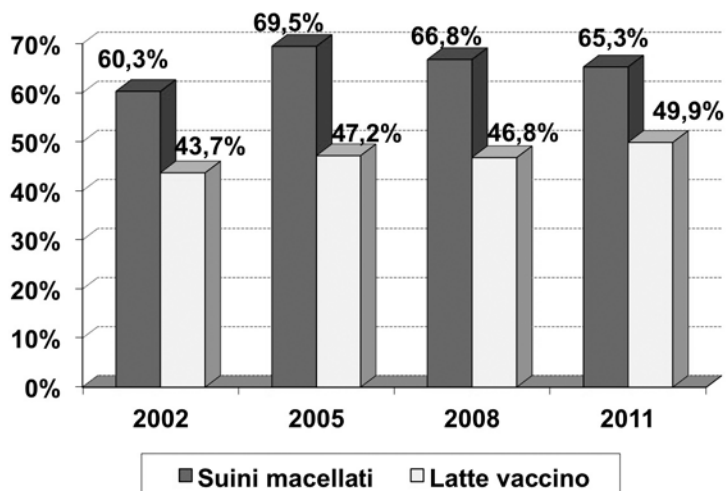
Fonte: Istat, Qualivita, Commissione Europea

LA SUDDIVISIONE PER VALORE ALLA PRODUZIONE DEI PRODOTTI DOP E IGP IN ITALIA (2012)

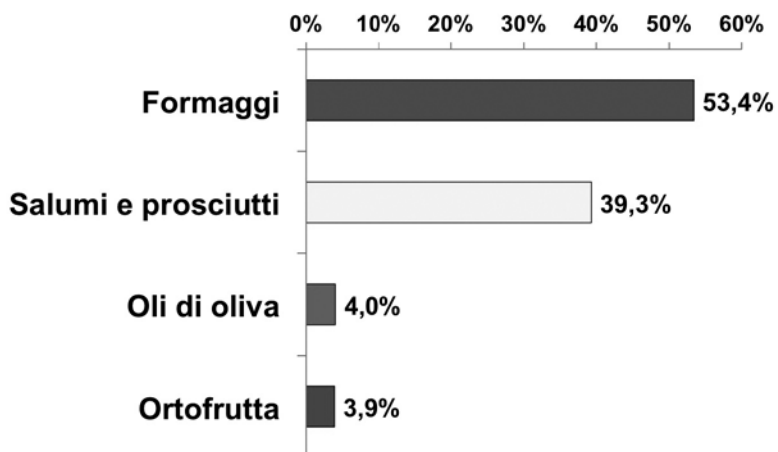


Fonte: Istat, Qualivita

GLI IMPATTI DI FILIERA DEI PRODOTTI DOP/IGP (% quantità prodotte destinate alle filiere certificate)

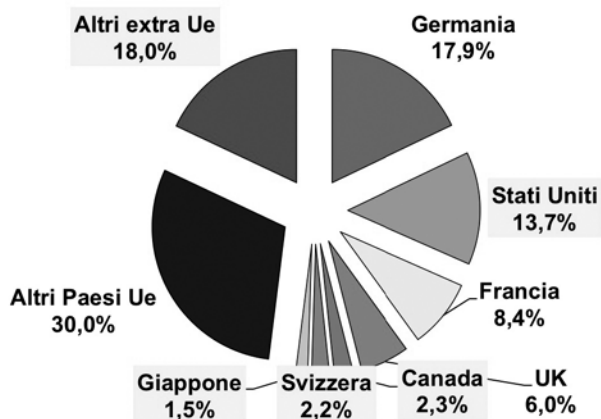


IL PESO DEI PRODOTTI DOP E IGP NELL'EXPORT DI SETTORE (% sul totale di categoria, valori 2012)



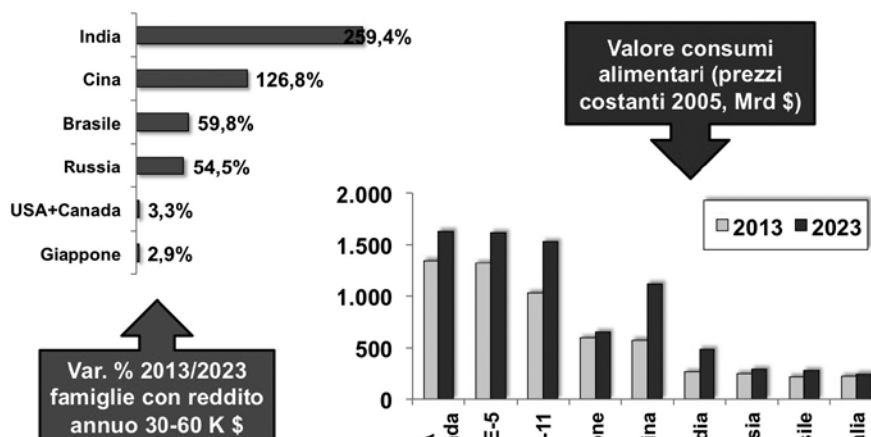
LA DESTINAZIONE DELL'EXPORT ITALIANO DI PRODOTTI DOP/IGP (% sui valori, 2012-2013)

Quota extra-Ue: 48%



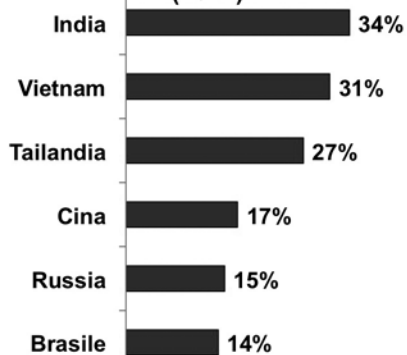
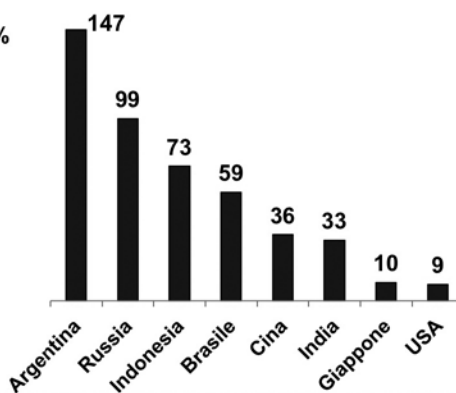
Fonte: Qualivita, Istat

SCENARIO MONDIALE: LA CRESCITA DEL NUMERO DI FAMIGLIE BENESTANTI E L'AUMENTO DEI CONSUMI ALIMENTARI



UE-5= Germania, Francia, Regno Unito, Italia, Spagna

N-11= «Next eleven»: Messico, Indonesia, Nigeria, Turchia, Bangladesh, Filippine, Pakistan, Corea del Sud, Vietnam, Egitto, Iran

I VINCOLI ALL'EXPORT: LE BARRIERE TARIFFARIE E NON**Dazi medi applicati sul valore
di beni alimentari importati****(2012)****Nr. provvedimenti non tariffari
restrittivi del commercio introdotti
tra maggio 2012 e maggio 2013**

Importanza dei DOP: fattore di qualità

Il mercato mondiale dei formaggi ha registrato alla fine del 2012 un giro di affari di 72 miliardi di USD, è destinato a crescere ulteriormente e dovrebbe raggiungere secondo gli specialisti i 118 miliardi di USD nel 2019, con un aumento del 63%. Si affacciano al consumo di questo alimento popolazioni e paesi che tradizionalmente non lo consumavano. L'UE è leader a livello di macroarea nella produzione mondiale di formaggi con 8 milioni di ton prodotte nel 2013. In quest'ambito vi sono produzioni ad alto valore aggiunto come quelle rappresentate dalle filiere DOP tipiche dell'area Europea.

Il panorama produttivo Europeo nell'agro alimentare è estremamente variegato. È la conseguenza della produzione di cibo o meglio di cibi in situazioni territoriali molto differenziate dal punto di vista pedoclimatico, che hanno inevitabilmente risentito degli eventi storici e culturali legati all'evoluzione delle popolazioni e allo sviluppo delle entità politiche nazionali. Ciascuna zona geografica, ciascuna vallata, potremmo dire ogni campanile, in funzione delle disponibilità di alimenti, delle tradizioni e delle condizioni ambientali ha finito per identificarsi con ben definite preparazioni alimentari strettamente legate al territorio. Queste preparazioni alimentari, spesso erano il risultato della messa a punto di particolari tecnologie di conservazione degli alimenti (formaggi per il latte, salumi per le carni, conserva per i vegetali, ecc.), rappresentano la base dei prodotti a Denominazione di Origine. A questi prodotti, che si sono sviluppati in un contesto culturale ben definito, vengono implicitamente riconosciuti aspetti qualitativi consolidati nel tempo che comprendono la sostenibilità, la tradizionalità, il rispetto del benessere animale, la tutela del territorio, la sicurezza alimentare.

* *Presidente AFIDOP (Associazione Formaggi Italiani DOP e IGP)*

Negli ultimi decenni si è assistito a una progressiva evoluzione delle politiche di qualità della EU nel settore agroalimentare che hanno portato a un sistema di tutela e valorizzazione dell'autenticità dei prodotti agroalimentari, a partire dai primi tentativi dell'inizio del secolo scorso.

In quest'ambito un ruolo di particolare rilievo riveste il sistema delle "Indicazioni Geografiche" che riguarda il "Food" (es. formaggi, salumi, ortaggi, ecc.), i "Wine" (vini) e gli "Spirits" (bevande spiritose) ai quali fanno riferimento i vari Regolamenti Comunitari.

Le «indicazioni Geografiche di origine» riguardano la denominazione di un prodotto agroalimentare che possiede caratteristiche superiori contenute in un Disciplinare approvato a livello comunitario. Si tratta in ogni caso di prodotti con un fortissimo legame con il territorio (DOP-IGP)».

I prodotti a denominazione di origine nelle loro varie articolazioni DOP e IGP rispondono a una precisa domanda dei consumatori legati a una idea di cibo nel quale si ricerca Tracciabilità, Sicurezza, Trasparenza espressa nella qualità caratterizzata dal legame a un territorio.

In quest'ambito la qualità, la varietà della produzione agricola italiana rappresentano un punto di forza, un vantaggio competitivo importante e sono parte integrante del nostro patrimonio culturale e gastronomico.

I "regimi UE definiti" sono stati introdotti per incoraggiare la produzione agricola diversificata, con la finalità di proteggere i nomi dei prodotti da abusi, imitazioni e aiutare i consumatori fornendo loro informazioni sul carattere specifico dei prodotti DOP-IGP-STG.

I prodotti a Denominazione di Origine nell'UO svolgono un ruolo molto rilevante anche se vi è una notevole differenziazione da paese a paese e per tipologia di prodotto. Le DOP-IGP italiane nel loro complesso superano i 12 miliardi di euro al consumo a partire da un valore alla produzione stimato da ISMEA di circa 7 miliardi.

I settori con il maggior numero di riconoscimenti sono gli ortofrutticoli, i cereali, i formaggi, gli oli extravergine di oliva e le preparazioni di carni.

Le differenti tipologie di protezione sono ben definite dalla normativa comunitaria:

DOP - Denominazione di Origine Protetta: copre i prodotti agricoli e alimentari la cui produzione, trasformazione ed elaborazione avviene in una determinata area geografica, con un know-how riconosciuto.

Ai sensi del reg. 1151/2012:

Ai fini del presente regolamento, «denominazione di origine» è un nome che identifica un prodotto: originario di un luogo, regione o, in casi eccezionali, di un paese determinati; la cui qualità o le cui caratteristiche sono dovute

essenzialmente o esclusivamente a un particolare ambiente geografico e ai suoi intrinseci fattori naturali e umani; e le cui fasi di produzione si svolgono nella zona geografica delimitata.

IGP - Indicazione Geografica Protetta: copre i prodotti agricoli e alimentari strettamente legati alla zona geografica. Almeno una delle fasi di produzione, trasformazione o elaborazione avviene nella zona.

Ai sensi del reg. 1151/2012: «indicazione geografica» è un nome che identifica un prodotto: originario di un determinato luogo, regione o paese; alla cui origine geografica sono essenzialmente attribuibili una data qualità; la reputazione o altre caratteristiche; e la cui produzione si svolge per almeno una delle sue fasi nella zona geografica delimitata.

STG - Specialità Tradizionale Garantita: mette in evidenza il carattere tradizionale, sia nella composizione o nei mezzi di produzione.

Ai sensi del reg. 506/2009: «specialità tradizionale garantita», prodotto agricolo o alimentare tradizionale la cui specificità è riconosciuta dalla Comunità attraverso la registrazione in conformità del presente regolamento.



L'Unione Europea ha registrato oltre 1.200 prodotti con marchi DOP, IGP e STG; di questi, ben 261 (158 DOP, 101 IGP e 2 STG) sono di origine italiana, ovvero circa il 22% dell'intero mercato europeo.

Il comparto garantisce la qualità anche attraverso 112 consorzi di tutela e 49 Organismi di Certificazione autorizzati.

La distribuzione dei prodotti DOP nei vari paesi nell' EU è molto varia e l'Italia si pone al primo posto come prodotti a denominazione di origine (fig. 1).

FORMAGGI NEL PANORAMA AGROALIMENTARE

I formaggi nel panorama dell'Agro Alimentare globale svolgono un ruolo di grande rilievo. Al primo posto come produttori si pongono gli USA (5 mi-

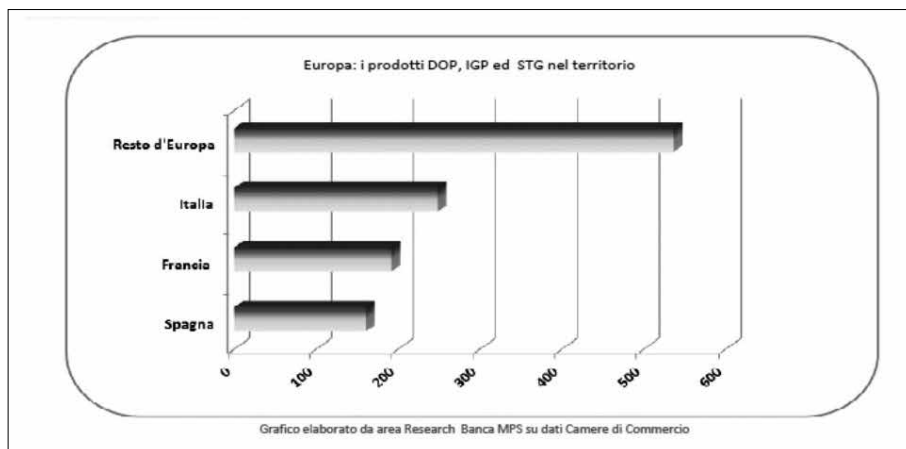


Fig. 1 Distribuzione europea dei prodotti DOP, IGP, STG

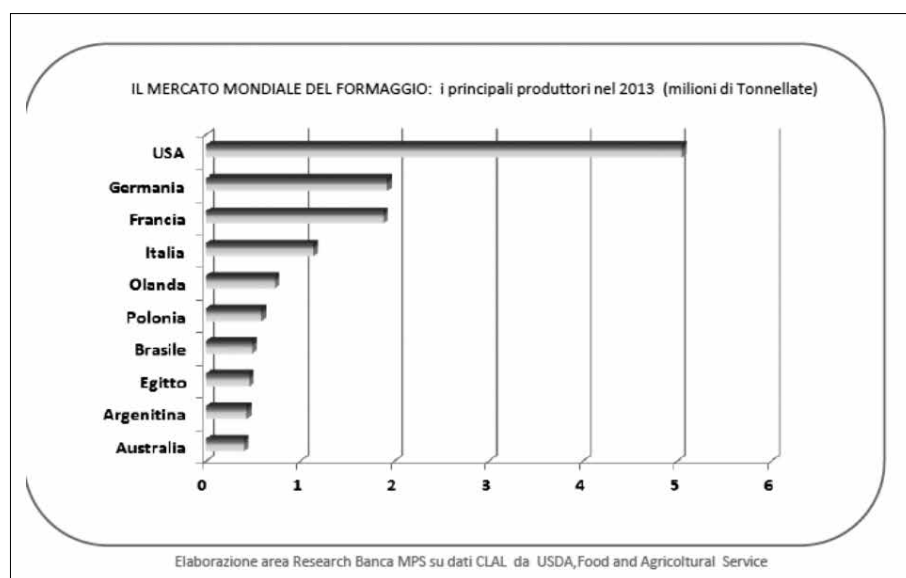


Fig. 2 Il mercato mondiale dei produttori di formaggio

lioni di ton annue), seguita dalla macroarea Europa (8 milioni di ton), l'Italia si pone al quarto posto dopo Germania e Francia. Germania e Francia sono equivalenti anche se la produzione di latte della Germania (30 milioni ton) è decisamente superiore a quello della Francia (25 milioni ton) [l'Italia ha una produzione di latte di 11 milioni di ton] (fig. 2).

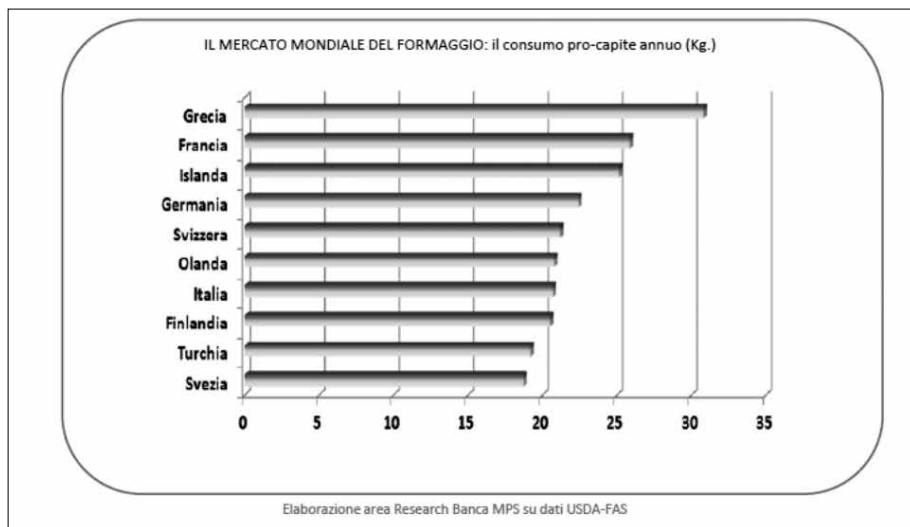


Fig. 3 *Il consumo mondiale pro-capite*

Alcuni dati sul consumo annuo pro capite mettono in luce, in Europa, una certa differenziazione. Al primo posto si pone la Grecia con oltre 30 kg seguita da Francia e Islanda con circa 25 kg e da un certo numero di paesi (Svizzera, Olanda Italia e Finlandia) con un consumo di poco superiore ai 20 kg, seguiti da Turchia e Svezia, poco sotto i 20 kg. I paesi anglofoni Canada e USA sono sui 15 kg, seguiti da Australia e Nuova Zelanda (fig. 3).

RUOLO E SIGNIFICATO DELLE DENOMINAZIONI DI ORIGINE

Dal punto di vista nutrizionale i formaggi svolgono un ruolo fondamentale, apportano nutrienti essenziali per l'organismo umano, in particolare calcio e proteine. Le proteine sono di elevata qualità e nei formaggi a lunga stagionatura sono in parte predigerite e trasformate in peptidi e aminoacidi, quindi a elevatissima digeribilità. Pochi grammi di formaggio coprono una porzione importante del fabbisogno giornaliero di Ca in forma molto bio-disponibile.

Il mondo dei formaggi è molto variegato e il fenomeno dei prodotti a denominazione di origine ha assunto un ruolo molto importante per il consumatore e per tutta la filiera produttiva.

I formaggi DOP italiani sono n. 46 (Europa n. 136) (tabb. 1-2), quelli IGP n. 1 (Europa n. 29) e rappresentano solo una parte della grande varietà di

STATI EUROPEI CON FORMAGGI DOP	NUMERO DOP
Italia	46
Francia	45
Spagna	26
Grecia	21
Portogallo	11
Regno Unito	10
Austria	6
Germania	4
Paesi Bassi	4
Slovenia	4
Polonia	3
Belgio	1
Irlanda	1

Tab. 1 *Formaggi DOP in Europa*

formaggi offerti nel nostro paese che, secondo un recente articolo, potrebbero essere oltre 400.

Ogni formaggio ha una sua specificità produttiva e un suo territorio di riferimento. La qualità e la varietà della produzione agricola italiana rappresentano un punto di forza e un vantaggio competitivo importante e sono parte integrante del suo patrimonio culturale e gastronomico.

In Italia il consumo di formaggi si è attestato in questi ultimi anni su kg 22,5 kg/pro-capite (in Europa nel 2013 è stato di circa 17 kg/pro-capite).

Il successo delle produzioni DOP e delle esportazioni è certamente dovuto alle competenze e alla determinazione degli agricoltori e dei produttori di tutta la filiera, che hanno saputo preservare le tradizioni, pur tenendo conto dell'evoluzione delle nuove esigenze produttive, a partire dalla fase primaria, fino alla fase finale della commercializzazione e, perché no, gastronomica. Hanno saputo operare secondo i principi di tracciabilità, sicurezza e trasparenza. Per garantire le esigenze di tipicità, tradizionalità e qualità richieste dal consumatore, il legislatore ha risposto con l'emanazione di vari Regolamenti Comunitari in materia di prodotti a *denominazione di origine protetta* (DOP), *indicazione geografica protetta* (IGP) e *specialità tradizionale garantita* (STG). Si sono così creati dei "marchi di qualità" regolamentati, marchi a cui il produttore accede per scelta volontaria, ma per i quali i criteri normativi di riferimento e i procedimenti di valutazione della conformità sono definiti da regole e controlli cogenti.

Per operare una semplificazione del *corpus* normativo costituito dai regolamenti che disciplinano la qualità dei prodotti agricoli e che si erano progres-

FORMAGGI DOP IN ITALIA	
Asiago	Pecorino Romano
Bitto	Pecorino Sardo
Bra	Pecorino Siciliano
Caciocavallo Silano	Pecorino Toscano
Canestrato Pugliese	Piacentinu Ennese
Casatella Trevigiana	Piave
Casciotta d'Urbino	Provolone del Monaco
Castelmagno	Provolone Valpadana
Fiore Sardo	Puzzone di Moena/Spretz tzaorì
Fontina	Quartirolu Lombardo
Formaggella del Luinese	Ragusano
Formaggio di Fossa di Sogliano	Raschera
Formai de Mut dell'Alta Valle Brembana	Robiola di Roccaverano
Gorgonzola	Salva Cremasco
Grana Padano	Spessa delle Giudicarie
Montasio	Squacquerone di Romagna
Monte Veronese	Stelvio; Stilsfer
Mozzarella di Bufala Campana	Strachitunt
Murazzano	Taleggio
Nostrano Valtrompia	Toma Piemontese
Parmigiano Reggiano	Valle d'Aosta Fromadzo
Pecorino di Filiano	Valtellina Casera
Pecorino di Picinisco	Vastedda della Valle del Belice

Tab. 2 *Formaggi DOP in Italia*

sivamente stratificati negli anni, nel 2012 è stato introdotto il “Regolamento (UE) N. 1151/2012 sui regimi di qualità dei prodotti agricoli e alimentari”.

Con questo regolamento in un unico quadro normativo si raccolgono testi relativi alle STG e alla protezione di DOP e IGP [Reg. (CE) n. 509/2006 e (CE) n. 510/2006 e le disposizioni dei Reg. (CE) n. 509/2006 e (CE) n. 510/2006 che sono mantenute. Mentre sono abrogati i Regolamenti (CE) n. 509/2006 e (CE) n. 510/2006]. Il nuovo regolamento rappresenta la base di riferimento comune per tutti i sistemi di qualità certificata delle indicazioni Geografiche agroalimentari.

Di rilievo il fatto che vengono recepite istanze dei produttori:

- riconoscimento di un ruolo attribuito alle associazioni di produttori che, nella realtà italiana, ha portato al riconoscimento dei Consorzi di tutela;
- protezione ex officio per garantire condizioni equivalenti e di reciprocità di tutela dei prodotti DOP e IGP in tutti gli stati membri dell'UE.

L'UE prevede che per potere usufruire della protezione legata a una Denominazione di Origine e utilizzare il logo europeo il prodotto debba rispettare uno

specifico disciplinare di produzione, proposto dai singoli produttori o dai consorzi di produttori che definisce l'area di riferimento, nel caso dei formaggi, la tipologia di alimentazione ammessa per le vacche da latte, alcune caratteristiche tecniche per le modalità di gestione degli allevamenti, di raccolta e di controllo della filiera casearia, fino alla stagionatura e alla valutazione dei prodotti ai fini della commercializzazione, in sintesi tutti gli elementi possono essere così riassunti:

- nome del prodotto;
- descrizione del prodotto con le informazioni relative alle materie prime, alla caratteristiche chimico-fisico, microbiologiche e sensoriali;
- definizione dell'area geografica;
- evidenza della provenienza del prodotto dall'area geografica definita;
- modalità di ottenimento del prodotto e dettagli rilevanti sulle tecniche di produzione, trasformazione locale, packaging, ecc.;
- legame del prodotto all'area geografica definita;
- requisiti dell'etichettatura;
- requisiti definiti dalla UE o disposizioni nazionali.

I disciplinari sono approvati dal MiPAAF e dall'UO dopo consultazione pubblica a livello dei vari paesi membri. I disciplinari dei DOP italiani, nella versione integrale, sono consultabili nel sito del MiPAAF (www.politicheagricole.it) e significativo che si trovino nella sezione *qualità e sicurezza* a evidenziare questi due aspetti fondamentali dei DOP.

Ai *consorzi di tutela* è affidato il compito di controllo e di indirizzo delle differenti fasi della filiera.

A *organismi di controllo terzi* non dipendenti dai Consorzi (per l'Italia nominati dal MiPAAF) sono affidati compiti ispettivi e sanzionatori.

I controlli hanno la finalità di accertare la corrispondenza del prodotto ai requisiti specificati nel disciplinare in modo da assicurare che il consumatore finale abbia la certezza che quanto dichiarato in termini di provenienza, di metodologia di produzione e caratteristiche specifiche di tipicità, corrisponda al vero.

I controlli sono eseguiti sulla base dell'applicazione del Piano dei Controlli definito dal MiPAAF.

È questo il documento ufficiale che riassume tutti i requisiti della DOP/IGP/STG.

Ai produttori la responsabilità di rispettare il disciplinare di produzione della DOP e proporre alla commercializzazione un prodotto conforme alle specifiche. Ogni produttore è tenuto ad assicurare la tracciabilità della produzione e ad attivare sistemi di autocontrollo che consentano di evidenziare eventuali non conformità e di porvi rimedio.

Grazie anche a queste attenzioni da parte del legislatore i consumatori

stanno dando sempre più importanza alla provenienza e alle qualità degli alimenti, il che comporta una richiesta di prodotti con un'origine geografica certa e una filiera produttiva ben definita.

L'UO pochi mesi fa, nel giugno del 2014, ha reso operative con specifici regolamenti delegati molto stringenti nuove norme in linea con quanto atteso dal consumatore. Il Reg. 664/2014 prescrive «nel caso dei prodotti di origine animale il cui nome è registrato come denominazione di origine protetta i mangimi provengono integralmente dalla zona geografica delimitata»; poi il legislatore tenendo conto di come si è evoluta la realtà produttiva in molte aree precisa «Nella misura in cui non sia tecnicamente possibile garantire la provenienza integrale dalla zona geografica delimitata, si possono aggiungere mangimi (N.B. per mangimi si intendo foraggi e mangimi concentrati) che non provengono da detta zona, a condizione che la qualità o le caratteristiche del prodotto dovute essenzialmente all'ambiente geografico non siano compromesse. I mangimi che non provengono dalla zona geografica delimitata non possono in ogni caso superare il 50 % di sostanza secca su base annuale». I consorzi di tutela e i singoli titolari delle DOP si stanno attivando per la messa a punto di adeguati metodi di verifica che assicurino il rispetto delle precise indicazioni del Regolamento delegato, come previsto dal Reg. di esecuzione 668/2014 impone norme specifiche relative alla prove di origine di mangimi, tanto che «Gli operatori devono poter individuare:

- a) il fornitore, la quantità e l'origine di tutte le partite di materie prime e/o di prodotti ricevuti;
- b) il destinatario, la quantità e la destinazione dei prodotti forniti;
- c) la correlazione fra ogni partita in entrata di cui alla lettera a) e ogni partita in uscita di cui alla lettera b)».

A maggiore tutela delle produzioni di zone specifiche di montagna il Reg. 665/2014 precisa che il «termine “prodotto di montagna” per i prodotti di origine animale, per evitare che i consumatori possano essere indotti in errore, rimarcando che questa indicazione facoltativa di qualità può essere applicata ai prodotti forniti da animali solo se allevati nelle zone di montagna e trasformati in tali zone».

ASPETTO ECONOMICO

I prodotti agricoli DOP e IGP nella EU oltre 800 raggiungono un fatturato prossimo ai 15 miliardi di questi 1/3 è rappresentato da formaggi. A livello

italiano i formaggi rappresentano il principale comparto delle DOP-IGP con un'incidenza nel 2012 del 59% sul fatturato alla produzione e del 52% sul fatturato al dettaglio nel mercato nazionale.

Di rilievo il trend positivo di questi ultimi anni nonostante la crisi. Nel 2012 la produzione di formaggi a denominazione di origine è aumentata del 5,5%. I maggiori incrementi hanno riguardato il Grana Padano (+11,2%), il Pecorino Romano (+9,8%), seguiti dal Parmigiano Reggiano (+4,4%) e Asiago (3,3%). Il Comparto dei formaggi DOP e IGP nel 2012 ha raggiunto un fatturato di 4,1 miliardi di euro alla produzione, per un valore al consumo di 1,5 miliardi sui mercati esteri e 4,7 sul mercato nazionale, per un totale al consumo di 6,2 miliardi. Si tratta di un mercato molto concentrato dato che i primi due prodotti, Grana Padano e Parmigiano Reggiano coprono il 75% della produzione e i primi cinque il 91%.

Per alcune tipologie di formaggi DOP la quota esportata sta assumendo un ruolo sempre più importante, data la progressiva penetrazione in mercati non tradizionalmente vocati al consumo di formaggi.

Nel caso dei due maggiori formaggi DOP italiani la quota esportata ha raggiunto per il Grana Padano DOP e Parmigiano Reggiano il 31% (media 2012-13).

Globalmente i formaggi DOP in Italia rappresentano dal punto di vista economico un valore di circa 4 miliardi di euro alla produzione. I due formaggi che occupano le prime due posizioni sono: il Grana Padano al consumo nazionale equivalgono a circa 1,5 miliardi e poco meno di 800 milioni all'esportazione; Parmigiano Reggiano con un fatturato al consumo nazionale di circa 1,2 miliardi e da export di poco meno 800 milioni.

Da un'analisi della situazione dei maggiori consorzi risulta che nel 2013 hanno raggruppato una produzione complessiva di ton 482.079 di formaggio derivanti dalla lavorazione di poco meno di 5 milioni di ton. di latte (tab. 3). In pratica il latte destinato a questi DOP rappresenta il poco meno del 50% del totale del latte nazionale. I primi 5 consorzi per livello produttivo raccolgono 418.293 ton di formaggio pari all'86% della produzione. Il valore economico complessivo di queste produzioni è pari 4 miliardi di euro.

I Consorzi di tutela investono annualmente milioni euro nell'adempimento ai compiti di vigilanza e tutela delle denominazioni e di verifica delle varie fasi di produzione nel corso di tutta la filiera, anche con l'obiettivo di contrastare le frodi e le contraffazioni a tutela dei produttori e dei consumatori.

Questo lavoro è fondamentale per mantenere la fiducia dei clienti soprattutto di quelli esteri. Tanto che l'esportazione di Grana Padano e Parmigiano Reggiano ha raggiunto come media 2012-2013 il 31% della produzione. Dal

CONSORZI FORMAGGI DOP	PRODUZIONE 2013 (tons)	LATTE LAVORATO 2013 (tons)
Grana Padano	173.917	2.318.895
Parmigiano Reggiano	132.189	1.762.520
Gorgonzola	50.107	591.582
Mozzarella di Bufala Campana	37.302	196.325
Pecorino Romano	24.778	159.858
Asiago	22.002	220.018
Taleggio	8.674	66.720
Montasio	6.054	71.221
Provolone Valpadana	5.878	62.532
Quartirolo Lombardo	3.756	30.048
Fontina	3.494	36.780
Pecorino Toscano	2.670	17.223
Piave	2.126	13.716
Pecorino Sardo	1.783	11.506
Valtellina Casera	1.200	10.801
Stelvio	1.177	12.260
Toma Piemontese	1.088	7.019
Raschera	720	7.200
Monte Veronese	717	6.809
Bra	705	6.865
Caciocavallo Silano	583	5.302
Casatella Trevigiana	487	4.869
Castelmagno	228	2.145
Bitto	226	2.132
Casciotta di Urbino	219	1.824
TOTALE	482.079	5.626.170

Tab. 3 *Produzione di Consorzi DOP*

2009 al 2014 si è registrato un continuo incremento delle esportazioni con andamento differenziato in vari paesi importatori.

Il paese che si trova al primo posto nelle importazioni è la Germania seguita dagli Stati Uniti, dalla Francia ecc. (fig. 4). Ormai cominciano ad affacciarsi paesi certamente non tradizionali consumatori di formaggi come i paesi dell'Estremo Oriente.

In pratica nel corso di un decennio le esportazioni di Grana padano e Parmigiano reggiano sono più che raddoppiate

ASPETTO SOCIALE

La produzione a denominazione di origine è strettamente legata alla realtà

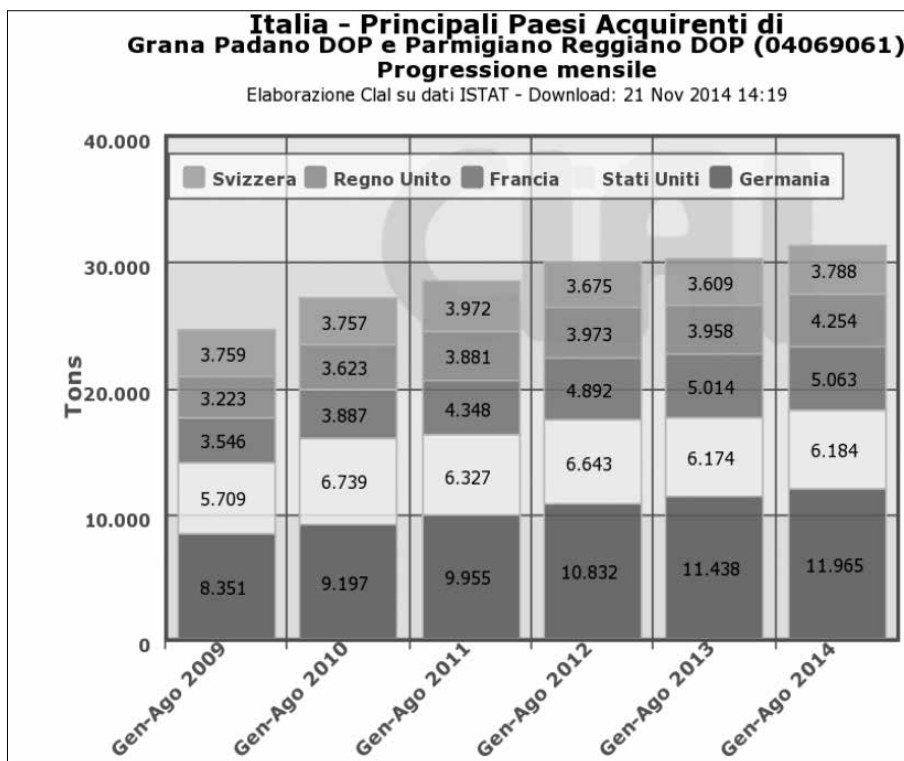


Fig. 4 *Andamento esportazioni 2009-2014*

agricola del territorio basti pensare che si stima che le due DOP maggiori coinvolgono nell'attività produttiva circa 100.000 addetti a vari livelli della filiera. Se consideriamo l'insieme delle persone che vivono sull'attività degli operatori delle due filiere si raggiunge e superano le trecentomila unità. L'attività dei 100.000 operatori della filiera comporta il raggiungimento di una PLV al consumo di oltre di 4,3 miliardi di euro.

L'esame del profilo dei due maggiori consorzi di tutela evidenzia che le aziende agricole zootecniche coinvolte sono circa 8.000 che allevano non meno di 500.000 vacche in produzione che comportano un valore di PLV alla produzione di 2.500 milioni di € che porta a un valore al consumo (interno + estero) di circa 4.300 € (tab. 4).

Nel complesso queste filiere produttive portano a un sistema sociale coeso, molto stabile strettamente legato alle tradizioni e che, oltre a essere fattore fondamentale per la produzione, fornisce garanzie di presidio e tutela del territorio.

Profilo Consorzi 2013	Parmigiano Reggiano DOP	Grana Padano DOP
PLV produzione milioni (€)	1.119	1.384
PLV al consumo Italia milioni (€)	1.183	1.570
PLV estero milioni (€)	789	787
PLV consumi complessivi (€)	1.972	2.357
Latte trasformato (q.li)	17.429.000	24.180.899
Vacche produttrici per formaggio (n.)	232.000	285.000
Quota produzione nazionale (%)	16	22
Forme prodotte (n.)	3.279.156	4.565.337
Forme esportate (%)	34	33
Caseifici produttori (n.)	373	146
Caseifici, stagionatori, pre-confezionatori (n.)	623	487
Addetti della filiera (n.)	50.000	50.000

Tab. 4 *Profili Consorzi P.R. e G.P. DOP*

Nonostante il sistema dei DOP dei formaggi sia in buona salute nel panorama agroalimentare italiano vi sono elementi che ne insidiano la stabilità.

Il grosso problema è rappresentato dalle contraffazioni e dai similari che usufruendo l'effetto traente sul consumatore delle DOP propongono prodotti sostitutivi qualitativamente non garantiti a basso costo. Si tratta di prodotti che non danno in termini di qualità e sicurezza le garanzie che danno i prodotti a denominazione di origine. Gli attuali regimi di qualità dell'Unione Europea sono fattore di sicurezza, e dovrebbero proteggere da imitazioni e falsificazioni che si stima pesino in termini economici per 54-55 miliardi di euro. Per la difesa di questi ultimi il nostro impegno e quello delle istituzioni deve essere prioritario, a livello nazionale e internazionale.

L'agroalimentare è un settore nel quale l'Italia sembra fare "sistema paese" con rilevanti margini di miglioramento. Gli unici pericoli sembrano venire dalle possibili contraffazioni dei marchi e dei prodotti italiani molto ricercati in tutto il mondo.

Formaggi da latte bovino. Aspetti zootecnici: legame al territorio

INTRODUZIONE

Le caratteristiche peculiari e distintive dei formaggi DOP sono il risultato di una combinazione unica di risorse naturali, competenze locali, prassi storiche e culturali e conoscenze tradizionali relative alla produzione e alla conservazione del latte mediante la caseificazione.

I formaggi DOP sono prodotti in zone geografiche delimitate in cui una comunità umana ha sviluppato, nel corso della storia, un metodo di produzione collettivo unico e difficilmente ripetibile per le strette relazioni fra l'ambiente fisico, gli animali impiegati, i fattori microbiologici e le specifiche tecniche messe a punto dall'Uomo; tutti questi fattori, in intima sinergia, concorrono per caratterizzare il prodotto finale rendendolo originale e dotato di riconosciuta reputazione da parte del consumatore. In tal senso i prodotti DOP sono un patrimonio che appartiene alla comunità di un comprensorio di produzione (*terroir*) che l'ha creato, adattato, conservato e trasmesso ai posteri attraverso le tecniche e la cultura necessaria per riprodurlo per un lungo periodo.

Anche dal punto di vista socio-economico, i prodotti DOP rappresentano un fattore strategico nel radicare le persone al territorio, garantendo, soprattutto nelle aree di collina e montagna, adeguate condizioni di reddito che favoriscono la continuità degli allevamenti da parte dei giovani e con ciò la salvaguardia dell'ambiente in quelle aree. Analogamente, anche in pianura l'influenza esercitata dalle produzioni DOP sui prezzi dei prodotti caseari, in-

* *Alma Mater Studiorum (BO) DIMEVET*

** *Università Cattolica del Sacro Cuore (PC), ISAN*

	TON. (X 1000)	% DEL TOTALE
Grana Padano	2327.0	20.49
Parmigiano Reggiano	1768.7	15.57
Gorgonzola	436.33	3.84
Asiago	208.3	1.83
Taleggio	68.7	0.60
Provolone	60.7	0.53
Montasio	57.9	0.51
Fontina	36.4	0.32
Quartirolo Lombardo	32.3	0.28
Ragusano	2.34	0.02

Tab. 1 *Latte italiano destinato alle diverse produzioni di formaggi DOP. (da elaborazioni e stime Osservatorio sul mercato dei prodotti Zootecnici su dati Istat, Ismea, Agea, Consorzi di Tutela e Assolatte - Anno 2013)*

nalza il limite di redditività delle le aziende zootecniche, soprattutto in quelle di piccole dimensioni e a gestione strettamente familiare.

Il peso economico a livello nazionale di queste produzioni è strategico e coinvolge il 44.1% della produzione del latte, con prodotti di grande importanza economica (Grana Padano e Parmigiano Reggiano) rappresentati dai rispettivi consorzi di tutela, che da soli rappresentano il 36,06 % della produzione nazionale di latte (tab. 1).

A questi due importanti realtà si affiancano altre produzioni tipiche importantissime per tradizione e legame al territorio quali Gorgonzola, Asiago, Taleggio, Provolone, Montasio, Fontina, Quartirolo, Ragusano e altre che pur con quote minori di mercato (circa il 7,5% del latte nazionale) rappresentano forti testimonianze di produzioni e tradizione del territorio.

Nel caso dei formaggi DOP è di fondamentale importanza il controllo dei sistemi di produzione del latte le cui caratteristiche, soprattutto quando lavorato crudo, rappresentano un imprescindibile caposaldo di tipicità e qualità del formaggio finale.

Per queste motivazioni i Disciplinari di produzione di formaggi DOP indicano norme utili a una gestione dei sistemi di allevamento che mirano al benessere e alla salute delle bovine e dettano regole precise per la loro alimentazione riconoscendo quanto sia stretto il legame con la qualità del latte e dei formaggi da esso ottenuti.

Il tratto comune fra i diversi Disciplinari è rappresentato dal riconoscimento della essenzialità dell'impiego dei foraggi e dalla stretta limitazione relativa all'impiego di alimenti che possano modificare le caratteristiche com-

	Foraggi % min./s.s.	Provenienza da comprensorio,%	Foraggi Verdi	Fieni	Alimenti Insilati
Grana Padano	50	75	Ammessi	Ammessi	Ammessi
Parmigiano Reggiano	50	75	Limitati	Richiesti	Vietati
Trentin Grana	50	Prevalente	Ammessi	Ammessi	Vietati
Gorgonzola	...	....	....	....	....
Asiago	....	....	Ammessi	Ammessi	Limitati
Provolone Valpadana	50	75	Ammessi	Ammessi	Ammessi
Montasio	60	....	Ammessi	Ammessi	Vietati
Fontina	...	100	Ammessi	Ammessi	Vietati
Provolone del Monaco	40	...	Ammessi	Ammessi	Vietati
Ragusano	...	prevalente	Ammessi	Ammessi	...
Castelmagno	...	prevalente	Ammessi	Ammessi	Vietati
Piave	70	50	Ammessi	Ammessi	Vietati
Puzzone di Moena	...	60	Ammessi	Ammessi	Vietati
Salva Cremasco	...	60	Ammessi	Ammessi	Ammessi
Spresa delle Giudicarie	50	prevalente	No alpeggio	Richiesti	Vietati
Squacquerone Romagna	60	100	Ammessi	Ammessi	Ammessi
Stelvio	...	...	Ammessi	Ammessi	Vietato silomais
Nostrano Valtrompia	75	50	Ammessi	Ammessi	Vietato silomais

Tab. 2 *I foraggi nei disciplinari di produzione dei lattici destinati alla trasformazione in formaggi DOP*

positive, casearie e organolettiche del latte o anche offuscare la reputazione del formaggio presso i consumatori.

Come chiaramente riassunto in tabella 2, i diversi disciplinari regolano alcuni parametri di razionamento limitando, ad esempio, la quota minima di foraggio nella razione (in genere non meno del 50%), l'uso o la presenza in azienda di foraggi e alimenti insilati (Parmigiano Reggiano, Trentin-Grana, Montasio e Fontina), l'impiego "limitato" di foraggi verdi (Parmigiano Reggiano) per salvaguardare le funzionalità digestive e quindi le caratteristiche casearie del latte.

Allo scopo di garantire la tipicità del prodotto e il legame al territorio, i disciplinari regolano anche i livelli minimi di foraggi prodotti nei "Comprensori" che delimitano le zone DOP a partire dal minimo del 75% per Grana Padano, Parmigiano Reggiano, Provolone Valpadana) al 100% richiesto per la Fontina (tab. 2).

In quest'ottica, di valorizzazione dell'origine e della qualità degli alimenti per le bovine quale peculiare elemento di tipicità, oltre che i Disciplinari in vigore, agisce anche la recente normativa comunitaria che, oltre ai foraggi, lega in modo sempre più stretto l'approvvigionamento anche dei mangimi al territorio. Infatti, il Regolamento della Comunità Europea n. 584/2011 della Commissione, del 17 giugno 2011 afferma che almeno il 50% degli alimenti impiegati nel razionamento degli animali che producono alimenti DOP debbono provenire dal territorio di produzione.

Il legame fra tipicità dei formaggi e uso dei foraggi è mediato dalle caratteristiche compositive e qualitative del latte che risente della natura dei processi digestivi e metabolici delle bovine ma anche dal fatto che i foraggi, e più in generale gli alimenti, sono in grado di influenzare, da un punto di vista microbiologico, l'ambiente di stalla e di conseguenza il latte che giunge al caseificio.

BENESSERE E SALUTE DELLE BOVINE E PRODUZIONI TIPICHE

I regolamenti che dettano le norme di produzione dei formaggi italiani DOP pongono alla base dei loro dettami l'esigenza di mantenere le bovine in ottimale stato di benessere e salute per ottenere latti di elevata qualità e adatti alla caseificazione.

Molto spesso i regolamenti di alimentazione sono applicati anche alle bovine non in lattazione riconoscendo l'importanza del controllo di tutte le fasi produttive.

L'alimentazione rappresenta uno dei principali fattori paratipici in grado di influenzare il benessere, la sanità e le risposte produttive. In genere, le norme regolamentari si ispirano al concetto di prudenza imposta fra l'altro dalla opportunità di salvaguardare l'immagine che i formaggi DOP hanno nei consumatori.

In tal senso si comprende come, in genere, sia ammesso solo l'uso di alimenti tradizionalmente riconosciuti come salubri e capaci di esaltare le condizioni di benessere delle bovine e si possono comprendere le limitazioni all'uso degli alimenti concentrati e di prodotti che possono a qualsiasi titolo modificare negativamente le caratteristiche dei formaggi.

I foraggi fra tutti gli alimenti sono i prodotti che legano la produzione del latte e l'allevamento al terreno che condiziona, nel bene e nel male, le caratteristiche compositive e microbiologiche del latte.

ORE DALLO SFALCIO	0 (campo)	18 (platea)	18	48	72	96	120
TEMPERATURA ARIA DI ESSICCAZIONE, °C	...	...	600	300	200	<100	ambiente
C.B.T	6.51	7.22	4.80	8.84	7.23	6.91	7.59
BATTERI LATTICI	2.49	5.50	<1	1.8	5.37	4.84	4.7
CLOSTRIDI	0	0.71	1.26	1.45	2.42	1.08	0.49

Tab. 3 *Profilo microbiologico di erba medica essicata a diversa temperatura*
 Valori espressi in LOG UFM; C.B.T. = conta batterica totale; Batteri lattici: (in anaerobiosi a 22 °per 4 giorni); Clostridi = MPN in RCM lattato (37° per 7 giorni)

I FORAGGI

Le graminacee foraggere, gli erbai autunno vernini o primaverili, la medica e il mais sono la base foraggera nei principali comprensori di produzioni DOP e rappresentano il principale legame al territorio.

LA MEDICA E I FORAGGI PRATIVI

L'alimentazione delle bovine il cui latte è destinato alla trasformazione in Parmigiano Reggiano Trentin-Grana, Montasio, Fontina, Provolone del Monaco, Castelmagno, Puzzone di Moena, Piave e Sprezza delle Giudicarie si basa sull'uso dei fieni mentre sono esclusi gli insilati di qualsiasi tipo; ciò consente di evitare l'utilizzo di lisozima durante la caseificazione.

La produzione di fieni di elevato profilo qualitativo rappresenta una delle attività più complesse cui sono chiamati i produttori di latte stante le numerose variabili spesso non direttamente controllabili che condizionano le caratteristiche finali di questi alimenti; dalla qualità dei foraggi disponibili, del resto, dipendono in larga misura le risposte dietetiche e produttive delle bovine; in ragione di ciò non sorprende quanta attenzione sia posta al tema della produzione dei foraggi e dei fieni in particolare.

L'obiettivo è quello di disporre di fieni ottenuti da piante giovani, rapidamente essiccate dopo lo sfalcio e prive da contaminazioni da polveri e terra. L'ausilio di disidratatori che utilizzino aria deumidificata a bassa temperatura è altamente raccomandato mentre l'impiego di elevate temperature per l'essiccazione desta perplessità in quanto porta a una riduzione significativa dei batteri lattici (tab. 3).

L'uso di fieni dotati di fibre digeribili ne consente una maggiore inclusione nelle razioni e al contempo stimola il consumo di alimenti con innegabili vantaggi per il benessere delle bovine e l'esaltazione delle proprietà casearie del latte.

Nel comprensorio di produzione del Parmigiano Reggiano, in particolare, i fieni di medica giocano un ruolo determinante anche come fonte di proteine di alto valore biologico; se di buona qualità questi foraggi consentono di ridurre drasticamente l'impiego di mangimi proteici e contenere l'escrezione di azoto nell'ambiente.

La medica è la pianta che fornisce la maggiore quantità di proteine vegetali per anno e per ettaro, consente di limitare le lavorazioni dei terreni, l'uso di fertilizzanti chimici e di prodotti per il controllo delle malerbe contribuendo altresì a mantenere un paesaggio rurale caratterizzato da superfici erbose che tra l'altro offrono un *habitat* naturale favorevole allo sviluppo e alla sopravvivenza della fauna selvatica; il paesaggio agricolo nel quale è inserito il medicaio è più verde e appare più gradevole alla vista dell'uomo.

La coltura della medica insieme a quella dei prati stabili di graminacee ha un effetto conservativo del terreno soprattutto nelle aree collinari del Paese (azione anti erosiva) e utile nel ridurre "l'effetto serra"; la forte capacità biosintetica della medica consente infatti una elevata captazione di anidride carbonica, fonte indispensabile di carbonio per la sintesi di materia organica.

IL SILOMAIS

Il silomais, ottenuto dalla conservazione per insilamento della pianta intera di mais finemente trinciata, rappresenta la base comune delle razioni negli allevamenti del comprensorio del Grana Padano.

Si tratta di un foraggio anomalo, visto che è costituito dalle due frazioni della pianta: la parte vegetativa, vero e proprio foraggio e la Granella, vero e proprio Mangime.

Questa caratteristica gli conferisce alcune peculiarità quali l'elevato valore energetico l'elevata appetibilità e la costanza qualitativa nel tempo che hanno fatto del mais la principale coltura nelle pianure irrigue a elevata vocazione zootecnica.

Data l'importanza di questo alimento nell'allevamento della bovina da latte, la tracciatura nel latte di specifici marcatori, permette ai consorzi di tracciare il formaggio garantendone l'origine e la tipologia della base alimentare.

Come già affermato e come appare chiaramente dallo schema riassuntivo riportato in tabella 2, l'uso dei foraggi insilati è vietato (Parmigiano Reggiano, Trentin Grana, Fontina ecc.) mentre, come nel caso del Grana Padano, del Provolone Valpadana e altri, i foraggi conservati per insilamento sono ammessi e fanno parte integrante della tradizione di allevamento e del sistema

culturale e foraggero della pianura padana, in particolare delle aree di produzione tradizionale del Grana Padano.

Non sarebbe possibile, ad esempio, scindere la produzione del Grana Lodigiano (tra i primi esempi e progenitore del Grana Padano) dall'impiego invernale di foraggi insilati di erbai o prati stabili pre-appassiti e conservati nei silos cosiddetti "Cremaschi" caratterizzati da sistemi di chiusura e di compressione della massa insilata innovativi già nei primi del '900.

Come analogamente non sarebbe immaginabile la caratterizzazione del Grana Padano prescindendo dall'impiego in razione del Silomais e delle granelle e farine di Mais, coltura "tipica" della pianura Irrigua Padana.

L'esclusione dai disciplinari degli alimenti conservati per insilamento (conservazione per acidificazione naturale del foraggio verde o pre-appassito), non deriva necessariamente dal rispetto della tradizione del luogo di produzione o dalla tecnica di allevamento, bensì dalla stretta relazione tra le qualità organolettiche e microbiologiche dei foraggi conservati e le performances qualitative e tecnologiche del prodotto.

Storicamente, la Pianura Padana era caratterizzata da grandi aziende zootecniche che trasformavano il latte in caseifici aziendali (Grana e in inverno formaggi molli a breve conservazione come lo stracchino) caratterizzate da impianti foraggeri a base di erbai annuali, prati stabili, sistemi colturali unici e tipici come la "Marcita", dove c'era abbondanza di acqua e colture foraggere in rotazione a cereali.

La rivoluzione della coltura del Mais ha poi caratterizzato ulteriormente quest'area agro-zootecnica.

L'abbondanza di foraggi durante tutto l'anno e il carico animale rendevano indispensabile il recupero e la conservazione di foraggi primaverili o autunnali che non potevano essere conservati con la Fienagione.

Per questo l'adozione della conservazione dei foraggi verdi o pre-appassiti sfruttando l'acidificazione naturale a opera dei batteri lattici "naturali" presenti sulla pianta (produzione di acido lattico e acetico a partire dal contenuto in zuccheri della pianta) in ambiente anaerobico (Silos chiusi ermeticamente) ha rappresentato e rappresenta tuttora la base della zootecnia da latte Padana.

Per contro l'esito dell'insilamento, che si fonda sull'assenza di ossigeno nella massa insilata e sulla prevalenza dei fermenti lattici che assicurino un pH (< 4.0) che inibisca popolazioni batteriche anti-casearie come i Clostridi sporigeni, dipende direttamente dalle "buone Pratiche di Insilamento" e quindi dalla tecnica e accuratezza nella preparazione e utilizzo di questi foraggi (fig. 1).

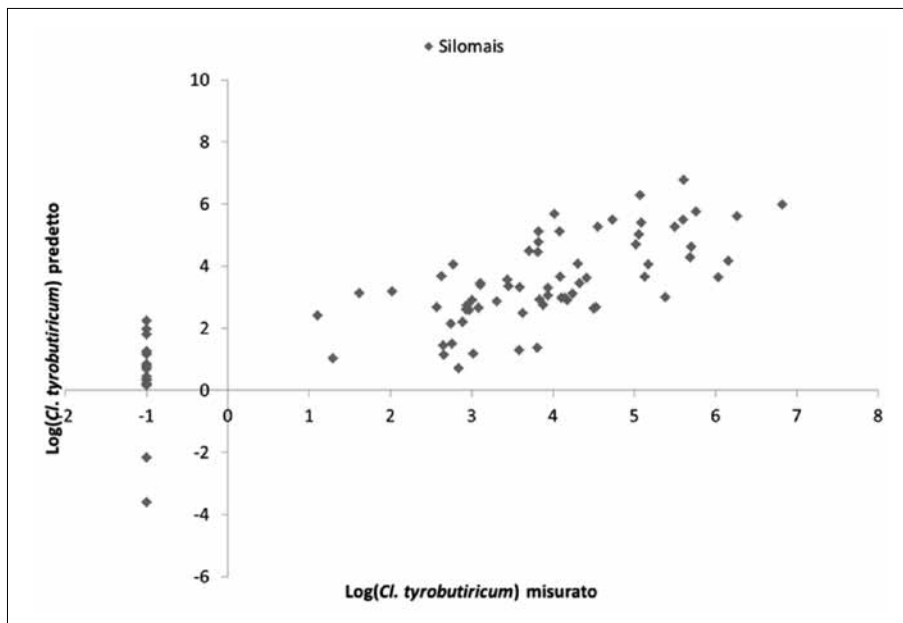


Fig. 1 Tecniche di raccolta e insilamento influenzano il contenuto di cellule e spore di *Clostridium tyrobutyricum* del silomais. I parametri in grado di predirlo sono: Compattezza della massa, $N-NH_3$, pH, AGV e presenza teli laterali

Il rischio è rappresentato dalla anomala proliferazione nella massa insilata di microrganismi sporigeni (in particolare il *Clostridium tyrobutyricum*) capaci di contaminare l'ambiente e quindi il latte e la cagliata e riprodursi nelle forme durante la stagionatura alterandone irrimediabilmente la qualità e il valore commerciale (fig. 2).

Lo sviluppo dei clostridi durante la fase di fermentazione è generalmente legato a una eccessiva umidità del foraggio all'insilamento, a un insufficiente contenuto di zuccheri fermentescibili, condizioni frequentemente presenti negli insilati di erba. Nel silomais le condizioni che favoriscono lo sviluppo di questi microrganismi durante la fermentazione generalmente non si verificano, per cui la problematica dello sviluppo dei clostridi si sposta nelle aree soggette a deterioramento aerobico.

La figura 1 evidenzia come la compattatezza della massa (anaerobiosi), il pH e la quantità di Acidi grassi Volatili (buona fermentazione) e la presenza di teli laterali nei silos orizzontali (buone pratiche di insilamento) siano legati alla proliferazione di spore di *Clostridium tyrobutyricum* e quindi siano indici misurabili del rischio rappresentato da un insilato.

A questo proposito, sulla base dei risultati del progetto MIPAFF-Filigrana,

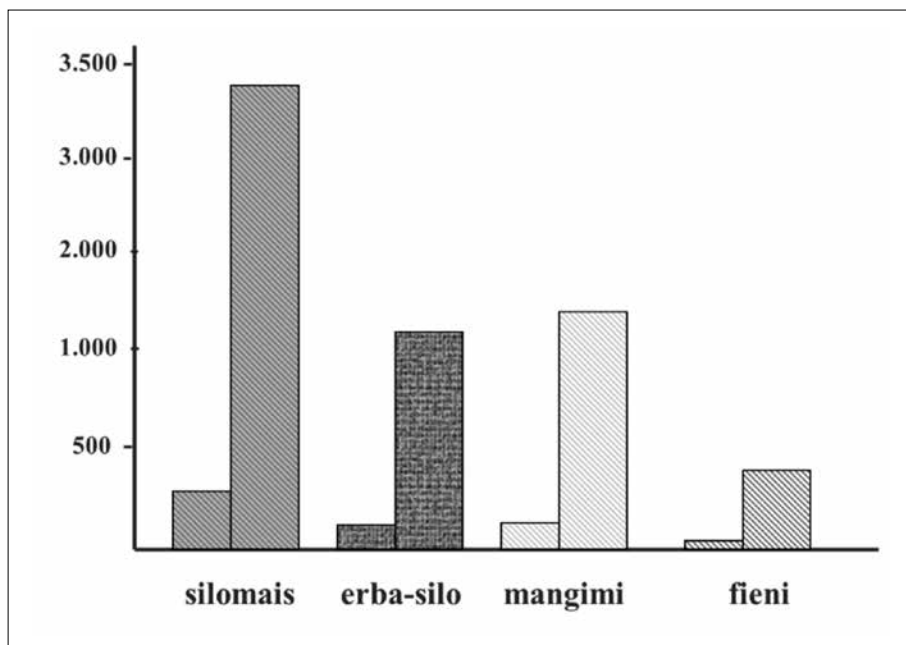


Fig. 2 Presenza di spore in diversi alimenti (n° spore/grammo di s. s. – fonte C.R.P.A.)

sono stati ottenuti indici innovativi di valutazione degli insilati e curve di calibrazione NIR per la valutazione rapida del rischio di presenza di spore negli insilati, applicabili già a livello di stalla o di caseificio.

Sempre nell'ambito dello stesso progetto è stato evidenziato come il rischio di contaminazione ambientale (polveri e Feci) da spore di *Cl. Tyrobutyricum* derivi anche dalla proliferazione delle stesse nel tratto digerente delle bovine, soprattutto in funzione dei livelli di amido della razione (fig. 2).

Analogamente, eccessi di amido o una ridotta fermentazione ruminale dello stesso, possono determinare alterazioni del pH del contenuto intestinale capaci di interferire negativamente sulle caratteristiche casearie del latte.

GLI ALIMENTI CONCENTRATI

Anche in questo caso, oltre che per i foraggi, il principio ispiratore dei Disciplinari è la "Prudenza", basato sul rispetto della fisiologia dell'animale (benessere) e la salvaguardia del prodotto (latte e formaggio).

Per questo l'attenzione dei disciplinari alla definizione di alimenti Ammes-

si o Non Ammessi nell'alimentazione degli animali deriva soprattutto dalla "Tradizionale esperienza" che individua in alcuni di essi potenziali rischi per le caratteristiche organolettiche del latte (vedi erbe infestanti indesiderate nei fieni, erbai di colza e ravizzone, ecc.) o mangimi che analogamente sono considerati a rischio di contaminazione microbica (prodotti derivati da processi di fermentazione, lieviti, ecc.) che potrebbero alterare il patrimonio microbiologico tipico dell'ambiente di stalla o del caseificio.

Non va però dimenticato che i Disciplinari indicano specifici rapporti tra frazione di foraggi e di concentrati nelle razioni, nello spirito di evitare anomalie di formulazione che alterino le fisiologiche condizioni ruminali e intestinali, causa di alterazioni della qualità del latte (riduzione del contenuto del grasso del latte e della sua composizione acidica, ridotto contenuto in caseina, ipo-acidità, scarsa attitudine alla coagulazione ecc.).

Le fonti di amido sono strettamente legate al territorio e rappresentate soprattutto da farine di mais e cereali a paglia (primarie coltura in pianura padana) e dei loro coprodotti della molitura (crusami ecc.) dei cereali per la produzione di alimenti per l'uomo.

Per le fonti proteiche, il problema dell'approvvigionamento nell'ambito del territorio è più complesso ed è condizionato soprattutto dalla possibilità o meno di produrre e coltivare foraggi di leguminose di alta qualità in rotazione con le altre foraggere.

In generale, la soia e il girasole sono gli alimenti di riferimento per i mangimi con una progressiva tendenza a coltivare e quindi utilizzare proteaginoso come il pisello proteico.

Il concetto di rispetto dell'animale e dell'ambiente si ripercuote anche nelle pratiche nutrizionali volte a ottimizzare l'impiego proteico nelle razioni e quindi ridurre l'escrezione di azoto con feci e urine.

L'ottimizzazione delle formulazioni e l'uso accurato di modelli di razionamento portano a una riduzione degli apporti azotati nelle razioni con riscontri positivi sui parametri metabolici degli animali (urea ematica) che si sono rivelati correlati alle caratteristiche casearie del latte quali l'attitudine alla coagulazione.

CONCLUSIONI

La tradizione e l'esperienza dei produttori di formaggi DOP hanno riconosciuto nelle buone norme di allevamento delle bovine e nella loro corretta alimentazione le basi fondamentali per ottenere risultati ottimali in termini di qualità e tipicità dei formaggi.

Gli elementi di tipicità dei formaggi sempre più appaiono legati alle caratteristiche dei foraggi ottenuti con appropriate tecniche di coltivazione e conservazione; tali foraggi se utilizzati in maniera prevalente e razionale nelle razioni rappresentano il fattore primario di benessere alimentare delle bovine in grado di modulare positivamente la composizione del latte e le sue caratteristiche casearie.

I foraggi in particolare rappresentano il principale legame di tipicità e unicità dei formaggi DOP al territorio.

BIBLIOGRAFIA

- FERRARETTO L.F., FONSECA A.C., SNIFFEN C.J., FORMIGONI A., SHAVER R.D. (2015): *Effect of corn silage hybrids differing in starch and NDF digestibility on lactation performance and total tract nutrient digestibility by dairy cows*, «Journal of Dairy Science», 98, pp. 1-11 (DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8232>).
- FORMIGONI A., NOCETTI M. (2014): *Linee guida per esaltare l'uso di foraggi nell'alimentazione delle bovine che producono latte per il Parmigiano Reggiano*, Guida tecnica del Consorzio del Formaggio Parmigiano-Reggiano.
- FORMIGONI A., BROGNA N., PANCIOLOI N. (2010): *Alimentazione delle bovine, produzione e composizione del grasso del latte. Il Burro: tra passato, presente e futuro*, «Quaderni del Parmigiano-Reggiano», pp. 34-47.
- FORMIGONI A., PALMONARI A., BROGNA N., NOCETTI M., VECCHIA P. (2010): *Foraggi e qualità del latte destinato alla trasformazione in Parmigiano-Reggiano*, «Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia», 61, 3, pp. 119-137.
- GALLO A., BERTUZZI T., GIUBERTI G., MOSCHINI M., BRUSCHI S., CERIOLO C. AND MASOERO F. (2015): *New assessment based on the use of principal factor analysis to investigate corn silage quality from nutritional traits, fermentation end products and mycotoxins*, «J Sci Food Agric» (DOI:10.1002/jsfa.7109).
- GALLO A., GIUBERTI G., MASOERO F., PALMONARI A., FIORENTINI L. AND MOSCHINI M. (2014): *Response on yield and nutritive value of two commercial maize hybrids as a consequence of a water irrigation reduction*, «Ital J Anim Sci», 13 (DOI:10.4081/ijas.2014.3341).
- GALLO A., MOSCHINI M., CERIOLO C. AND MASOERO F. (2013): *Use of principal component analysis to classify forages and predict their calculated energy content*, «Animal», 7, pp. 930-939.
- PALMONARI A., FUSTINI M., CANESTRARI G., GRILLI E., FORMIGONI A. (2014): *Influence of maturity on Alfalfa hay Nutritional Fractions and Indigestible Fiber*, «Journal of Dairy Science», 97, pp. 7729-7734 (doi.org/ 10.3168/jds.2014-8123).
- Regolamento di esecuzione (UE) n. 584/2011 della Commissione, del 17 giugno 2011: https://www.politicheagricole.it/flex/.../Disciplinare_Grana_Padano.pdf
https://www.politicheagricole.it/.../Disciplinare_parmigiano_reggiano.pdf
<https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/3340>

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.

Formaggi da latte bovino. Aspetti nutrizionali

L'IMPORTANZA DEI FORMAGGI DOP NELLA COPERTURA DEI FABBISOGNI NUTRIZIONALI

Non sono disponibili indagini di epidemiologia nutrizionale che abbiano determinato con precisione il ruolo dei formaggi DOP nella copertura dei fabbisogni nutrizionali della popolazione italiana, basandosi però sui dati del più recente dei *survey* nutrizionali condotti dall'INRAN (adesso denominato CRA-NUT) (Sette et al., 2013), è possibile quantificare l'importanza dei formaggi in sé nel soddisfacimento delle esigenze nutrizionali della popolazione italiana (tab. 1).

Il primo dato che balza all'occhio è il contenuto in proteine, con valori di copertura del fabbisogno che vanno dal 10,7 al 15,0%, numeri più importanti dell'apporto energetico che non supera l'8,3%. I formaggi sono quindi più importanti come fonti di proteine che di energia.

Non è particolarmente rilevante il contributo che i formaggi danno alla richiesta organica di acidi grassi monoinsaturi (< 10%) o poli-insaturi (circa il 5%) mentre per ciò che riguarda il colesterolo, per il quale non c'è un fabbisogno, i formaggi spiegano al massimo il 16% dell'assunzione di questa molecola, ridimensionando così il loro ruolo nel determinismo dell'ipercolesterolemia di origine alimentare.

Riguardo alla nutrizione minerale, i formaggi sono particolarmente importanti per coprire le richieste di Ca del nostro organismo, con percentuali

* *Dipartimento di scienze e tecnologie per l'Agricoltura, le Foreste, la Natura e l'Energia, Università della Toscana*

** *Istituto di Scienze degli Alimenti e della Nutrizione, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*

	Bambini		10–17,9 anni		18–64,9 anni		> 65 anni	
	< 3 anni	3-9,9 anni	M	F	M	F	M	F
Energia	5,9	6,6	7,2	7,6	8,2	8,3	7,9	8,3
Proteine	10,7	12,1	13,3	13,5	15	14,8	14,5	14,8
Lipidi	11,7	12,1	13,7	14,1	15,9	15,8	16,1	16,7
SFA	18,3	20,7	23,8	24,8	28,2	27,7	29,4	29,5
MUFA	7,9	6,9	7,9	8,2	8,9	8,9	9,1	9,9
PUFA	3,6	3,2	3,5	3,6	4,3	4,2	4,7	5,3
Colesterolo	16,8	10,5	12,6	12,2	14,9	15,3	15,5	16,1
Ca	19,1	24,7	30,1	27,5	36,1	30,8	36,5	33,3
P	14,3	14,7	17,2	16,9	19,1	18,2	18,2	18,3
Zn	11,5	13,5	14,3	14,2	16,2	15,7	14,5	14,9
Vit B ₂	6,3	9,9	12,1	12,2	14,3	13,0	12,9	12,7
Vit A	10,5	13,9	16,8	16,5	17,3	15,9	14,9	15,0
Vit D	6,0	5,6	5,7	5,2	6,8	6,9	7,1	8,0
Vit B ₁₂	10,5	15,9	18,9	18,8	21,3	21,1	16,9	19,6

Tab. 1 *Contributo (%) dei formaggi alla copertura dei fabbisogni in nutrienti nella popolazione italiana suddivisa in fasce di età e di sesso (M = Maschi; F = Femmine)*

di copertura del fabbisogno che vanno da 19,1 nei bambini al 36,3% negli adulti. Inferiore, ma comunque importante, è il soddisfacimento dei fabbisogni in P e Zn, nel primo caso si va da un minimo del 14,3% nei bambini con meno di 3 anni, fino al 19,1% nella fascia di età degli adulti. Minore è l'importanza dell'apporto di Zn di origine casearia, dove anche in questo caso le percentuali più basse di copertura dei fabbisogni sono state osservate nei bambini con meno di 3 anni (11,5%), mentre quelle più elevate sono l'esito di rilevamenti eseguiti nella fascia di età fra 18 e 65 anni (16,2%).

Al di là del mero dato numerico del nutriente ingerito, nel caso del Ca va ricordata la elevata digeribilità se di origine casearia nei confronti di quello proveniente da alimenti di origine vegetale (Magnano San Lio et al., 2011). Un dato importante perché se i fabbisogni in minerali fossero espressi tenendo conto della digeribilità, si avrebbe una rivalutazione del ruolo dei formaggi quali fonti di Ca. Infatti, la stessa quantità di minerale digeribile può essere ottenuta con un apporto di formaggio Grana inferiore di 48 volte rispetto ai piselli, mentre assumendo una digeribilità uguale per tutti gli alimenti (come è adesso) il rapporto fra le quantità da ingerire dei due alimenti è di circa 28.

VALORE NUTRIZIONALE DEI FORMAGGI DOP

Composizione dei principali formaggi DOP

Il numero di formaggi DOP in Italia è pari a 31 (fig. 1). Tuttavia, più del

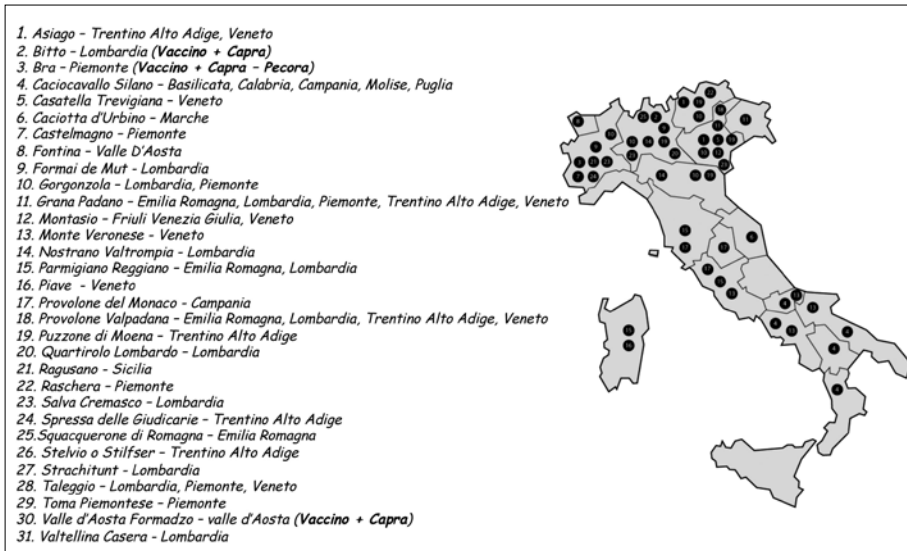


Fig. 1 *Formaggi DOP prodotti in Italia da latte vaccino*

90% della produzione totale di formaggi DOP è dovuta a 10 formaggi: Grana Padano, Parmigiano Reggiano, Gorgonzola, Asiago (Allevato e Pressato), Taleggio, Montasio, Provolone Val Padana, Quartirolo Lombardo e Fontina. Per questo nella presente relazione saranno presi in esame solamente questi formaggi.

Il contenuto energetico e la composizione dei 10 formaggi presi in esame è riportato nelle tabelle 2, 3 e 4. I dati sono stati ottenuti consultando la banca dati dell'Istituto Europeo di Oncologia (<http://www.bda-ieo.it/index.aspx>) e un recente lavoro di Manzi et al. (2007).

Il contenuto di calorie varia da 262 del Quartirolo a 411 kcal/100 g del Montasio. Il contenuto in energia è correlato con il contenuto di grassi e di acqua. Il contenuto di grassi è mediamente alto e l'umidità bassa poiché dei 10 formaggi presi in esame la maggior parte sono formaggi a pasta dura o semi dura a media o lunga stagionatura. Molto importante è l'elevato contenuto in proteine. Il formaggio, infatti, è una delle principali fonti di proteine ad alto valore nutrizionale. Inoltre, nei formaggi stagionati le proteine sono parzialmente "digerite".

Il contenuto di colesterolo è tendenzialmente alto, ma contemporaneamente sono alti anche i contenuti di provitamina A e vitamina E. In particolare, il contenuto in queste due vitamine è più elevato nella Fontina a testimoniare l'effetto che il sistema di allevamento (alimentazione al pascolo) può

	Energia (kcal)	Grasso (%)	Proteine (%)	Acqua (%)
1. Grana Padano	406	28	34	32
2. Parmigiano Reggiano	387	28	34	31
3. Gorgonzola	324	28	19	49
4. Asiago (Allevo)	382	35	28	32
5. Asiago (Pressato)	359	30	22	43
6. Taleggio	315	27	20	50
7. Montasio	411	32	29	34
8. Provolone Valpadana	374	33	26	36
9. Quartirolo Lombardo	262	25	20	50
10. Fontina	360	32	25	40

Tab. 2 *Contenuto (per 100 g di formaggio) in energia, grassi, proteine e acqua dei principali formaggi DOP*

	Colesterolo (mg)	β-carotene (μg)	α-tocoferolo (μg)
1. Grana Padano	107	56	556
2. Parmigiano Reggiano	91	56	556
3. Gorgonzola	86	56	422
4. Asiago (Allevo)	103	60	529
5. Asiago (Pressato)	90	50	498
6. Taleggio	90	53	620
7. Montasio	95	49	491
8. Provolone Valpadana	95	48	570
9. Quartirolo Lombardo	85	43	488
10. Fontina	92	101	770

Tab. 3 *Contenuto (per 100 g di formaggio) in colesterolo, β -carotene e α -tocoferolo dei principali formaggi DOP*

avere su questi parametri. I formaggi sono spesso colpevolizzati ingiustamente per il loro contenuto in colesterolo. A questo proposito bisogna ricordare che il colesterolo alimentare non è il principale fattore di rischio di malattie cardiovascolari poiché la maggior parte del colesterolo presente nell'organismo è di origine endogena (circa 1 g/die) e solo una piccola percentuale è dovuta a quello alimentare (circa 0,3 g come valore medio).

I formaggi DOP sono una fonte importante di Ca e P in termini assoluti e di corretto rapporto che mediamente è pari a 1,4. I formaggi con un maggiore contenuto in Ca e P su 100 grammi di prodotto sono il Grana Padano

	Calcio (mg)	Fosforo (mg)	Ca/P	Na (mg)
1. Grana Padano	1.169	692	1,68	700
2. Parmigiano Reggiano	1.159	678	1,70	556
3. Gorgonzola	401	326	1,23	600
4. Asiago (Allevato)	886	622	1,42	710
5. Asiago (Pressato)	795	528	1,50	760
6. Taleggio	433	328	1,32	873
7. Montasio	870	690	1,26	757
8. Provolone Valpadana	792	549	1,44	860
9. Quattroformaggio Lombardo	569	408	1,39	420
10. Fontina	870	591	1,47	686

Tab. 4 *Contenuto (per 100 g di formaggio) in calcio, fosforo e sodio dei principali formaggi DOP*

e il Parmigiano Reggiano. Riguardo al contenuto di Na contrariamente a quanto si pensa non è poi così elevato. Ad esempio, 3 g di NaCl contengono 1.200 mg di Na, mentre 10 grammi di formaggio DOP ne contengono da 42 a 87 mg.

Confronto tra formaggi DOP e non DOP

I valori medi di composizione dei 10 formaggi DOP sono stati confrontati con i dati di 8 formaggi non DOP (tabb. 5 e 6). Per questo confronto si è deciso di utilizzare i dati dei seguenti formaggi non DOP tutti a latte vaccino: Formaggio, Formaggio a basso contenuto di lipidi, Formaggio Cremoso “light”, Formaggio Molle (Bel Paese), Formaggio Spalmabile, Formaggio Brie, Caciotta Vaccina e Sottilette.

Come si può notare i formaggi non DOP hanno un maggiore contenuto di acqua (+12,7 punti %), ma il contenuto energetico e di grassi non è poi molto diverso tra formaggi DOP e non DOP. La differenza importante tra DOP e non DOP è il contenuto di proteine molto più elevato nei formaggi DOP (+7,7 punti %).

Per quanto riguarda il contenuto in Ca e P risulta evidente il maggiore contenuto dei due elementi nei formaggi DOP, ma la differenza più significativa la si ha per il rapporto tra Ca/P che nei formaggi non DOP risulta addirittura inferiore a 1.

Come noto i prodotti a base di latte possono creare problemi per quei

	Energia <i>(kcal/100 g)</i>	Grasso <i>(%)</i>	Proteine <i>(%)</i>	Acqua <i>(%)</i>
Formaggi DOP	358,0 46,3	29,8 3,0	25,7 5,3	39,7 7,4
Formaggi Non-DOP	298,4 56,9	24,1 5,5	17,0 6,7	52,1 8,9

Tab. 5 *Confronto tra formaggi DOP e non DOP (media \pm DS)*

	Ca <i>(mg)</i>	P <i>(mg)</i>	Ca / P
Formaggi DOP	794 251	541 135	1,5 0,1
Formaggi Non-DOP	419 189	467 228	0,9 0,3

Tab. 6 *Confronto tra formaggi DOP e non DOP (valori per 100 g di formaggio, media \pm DS)*

soggetti sensibili al lattosio. L'intolleranza al lattosio spesso esclude dalla dieta il latte e i prodotti derivati. I formaggi DOP a lunga stagionatura (Grana Padano, Parmigiano Reggiano, Gorgonzola, Taleggio, Fontina, Provolone, ecc.) risultano privi di lattosio (Alessandri et al., 2012; Manzi et al., 2007) a differenza di altri formaggi non DOP che ne contengono da 0,06 a oltre 3 g/100 g di formaggio. Questo permette di utilizzare i formaggi DOP a lunga o media stagionatura nella dieta di soggetti intolleranti al lattosio.

Il potenziale extra-nutriente dei formaggi

Accanto ai nutrienti veri e propri, i formaggi contengono anche molecole dotate di attività biologica che non è giustificabile con la sola partecipazione alla copertura del fabbisogno in nutrienti. Fra queste molecole annoveriamo

	VPP	IPP	RYLG	RYLGY	AYFYPE	HLPLP	AYFYPEL	LHLPLP	IC ₅₀
WSE	4,67	3,08	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	4,93	7,41
Delta	—	—			++	++++	++	++++++	
WSE-digerito	3,97	2,32	0,00	0,00	6.12	58,97	6,46	2.483	3,22
Compartimento basolaterale	n.d.	n.d.	-	-	n.d.	0,90	n.d.	3,86	
Carry-over, %	-	-	-	-	-	1,50	-	0,16	

VPP (Val-Pro-Pro), **IPP** (Iso-Pro-Pro), **RYLG** (Arg-Tyr-Leu-Gly), **RYLGY** (Arg-Tyr-Leu-Gly-Tyr), **AYFYPE** (Ala-Tyr-Phe-Tyr-Pro-Glu), **AYFYPEL** (Ala-Tyr-Phe-Tyr-Pro-Glu-Leu), **HLPLP** (His-Leu-Pro-Leu-Pro), **LHLPLP** (Leu-His-Leu-Pro-Leu-Pro)

Tab. 7 Concentrazione di peptidi ACE-inibitori (mg/kg di formaggio) e ACE-inibizione (IC₅₀) in estratto solubile (WSE) e frazione di PR digerito e concentrazione degli stessi peptidi dopo trasporto transepiteliale (Compartimento basolaterale) attraverso monostrato di Caco-2 (n = 6, in doppio)

i peptidi ACE-inibenti e l'acido linoleico coniugato (CLA).

I primi sono peptidi composti da 3 a 7 residui, in grado di fungere da substrato alternativo rispetto all'angiotensina I, per l'enzima ACE (*Angiotensin Converting Enzyme*) che catalizza appunto la conversione dell'angiotensina I nella sua forma attiva: l'angiotensina II, la quale è in grado di determinare un innalzamento dei valori pressori. L'inibizione della ACE è la chiave per il controllo della ipertensione (López-Fandiño et al., 2006). Nell'ambito di due progetti finanziati dal MiPAAF (SelMol e InnovaGen) sono stati eseguiti studi presso il Dipartimento DAFNE della Università degli Studi della Tuscia, in collaborazione con il prof. Ivano De Noni della Università di Milano, con lo scopo di valutare l'effetto ipotensivo di Grana Padano e Parmigiano Reggiano. Gli studi hanno mostrato un elevato potere ACE inibitorio di Grana Padano e Parmigiano Reggiano (Bernabucci et al., 2014) e hanno evidenziato la presenza di diversi biopeptidi ACE-inibitori che si sviluppano dopo digestione del formaggio (tab. 7).

Sebbene molti lavori riportino un effetto anti-ACE *in vitro*, gli studi *in vivo* sono spesso contraddittori (Bernabucci et al., 2014; Usinger et al., 2010; van Der Zander et al., 2008). Recentemente, ricercatori dell'Istituto di Nutrizione della Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza in collaborazione con l'Ospedale "G. da Saliceto" (Piacenza) hanno evidenziato un effetto ipotensivo dopo consumo di una modica quantità (30 g) di Grana Padano che

ha significativamente ridotto sia la pressione sistolica che quella diastolica in soggetti moderatamente ipertesi.

Il CLA è una molecola cui sono attribuite potenzialità anti-infiammatorie ma soprattutto anti-tumorali. Diverse sono le prove condotte *ex-vivo* o su modelli animali che supportano queste prerogative, mentre per quanto riguarda l’Uomo, i risultati sono molto meno chiari e positivi. Un punto nevralgico per definire il reale potenziale preventivo del CLA nei confronti delle patologie tumorali è rappresentato dalla stima dell’ingestione della molecola. Stima che è ostacolata dall’assenza di dati sulla presenza di CLA negli alimenti. Un recente lavoro (Cicognini et al., 2014) ha determinato la presenza del CLA in tutti i campioni di prodotti lattiero-caseari presenti nel data-base dell’Istituto Europeo di Oncologia. Sempre lo stesso gruppo (Cicognini et al., dati in corso di pubblicazione) ha determinato l’*intake* di CLA in una popolazione universitaria italiana, evidenziando come il ruolo più importante nell’apportare i CLA sia costituito dai formaggi.

CONCLUSIONI

Dall’analisi dei dati è chiaro che i formaggi sono componenti importanti della dieta e contribuiscono in misura significativa a soddisfare i fabbisogni in energia, proteine e minerali (calcio in particolare). Le caratteristiche nutrizionali dei formaggi DOP derivano principalmente dalla materia prima utilizzata e dalle tecnologie di produzione. Questi fattori agiscono positivamente sulla digeribilità (es. proteine, grassi, Ca) e sulla disponibilità di composti ad azione extra-nutriente e possono influire positivamente sulla salute. Inoltre, i formaggi DOP possono offrire una eccellente base per un nuovo concetto di “nutrizione personalizzata”, un esempio sono le diete *Lattosio-Free*.

Le differenti tecnologie di produzione e il forte legame con il territorio dei prodotti DOP determinano una rilevante (e interessante) variabilità di composizione e valore nutrizionale tra i diversi formaggi. Le peculiarità nutrizionali dei formaggi DOP possono essere ulteriormente valorizzate se sostenute da chiare evidenze scientifiche (*nutritional e health claims*). A questo proposito esistono ancora possibili spazi di ricerca da esplorare quali:

1. modificare per via alimentare la presenza di acidi grassi insaturi nei formaggi DOP. Importante ruolo del pascolamento che lega il formaggio al suo territorio di produzione;
2. indagare il ruolo extra-nutriente del Ca: aumento lipolisi, abbassamento

- pressione arteriosa;
3. indagare il legame fra maturazione e disponibilità del Ca e presenza di peptidi ACE inibenti;
 4. indagare l'effetto degli extra-nutrienti (biopeptidi, CLA, ecc.) sulla salute umana e verificare la possibilità di un *health claim*.

RIASSUNTO

Secondo il *survey* dell'INRAN sui consumi alimentari degli italiani (2005-06), il 96,7% della popolazione consuma formaggi, con un'ingestione media nella popolazione tra 18 e 65 anni di 65,6 g/die. La letteratura scientifica conferma che i formaggi sono fonte privilegiata di proteine ad alto valore biologico, Ca e sono veicolo di molecole come CLA e peptidi ad azione protettiva sui sistemi cardiovascolare, digestivo, endocrino, immunitario e nervoso. I formaggi DOP, inoltre, garantiscono il consumatore per gli aspetti igienico-sanitari (disciplinari di produzione e rispetto della normativa generale) e possiedono caratteristiche nutrizionali che derivano dalla qualità della materia prima utilizzata e dalle tecnologie di produzione che, nella maggioranza dei casi, contemplano l'utilizzo di latte crudo, trattamenti termici blandi del latte e della cagliata e stagionature a media-lunga durata. Tali fattori, ad esempio, influiscono positivamente sulla digeribilità (es. proteine, grassi, Ca) e sulla disponibilità di composti ad azione extra-nutrient. Le differenti tecnologie di produzione e il forte legame con il territorio dei prodotti DOP determinano una rilevante variabilità di composizione e valore nutrizionale tra i diversi formaggi. Le peculiarità nutrizionali dei formaggi DOP possono essere ulteriormente valorizzate se sostenute da chiare evidenze scientifiche.

ABSTRACT

According to the INRAN survey on food consumption of Italians (2005-06), 96.7% of the population consumes cheese, with ingestion average in the population between 18 and 65 years of 65.6 g/day. The scientific literature confirms that cheeses are a preferred source of protein of high biological value and Ca, and are the vehicle of molecules such as biopeptides and CLA having protective action on the cardiovascular, digestive, endocrine, immune and nervous systems. The PDO cheeses also guarantee the consumer for the sanitary aspects (production disciplinary other than compliance with general law), and have properties that result from nutritional quality of raw milk used and the manufacturing technologies applied that, in most cases, require the use of raw milk, bland heat treatment of milk and curd, and medium-long term ripening time. These factors, for example, positively affect the digestibility (eg. proteins, fats, Ca) and the availability of compounds acting as extra-nutrients. The different production technologies and the strong link with the territory of PDO results in a significant variability of composition and nutritional value of the different cheeses. In order to enhance the nutritional peculiarities of PDO cheeses, it is necessary to connect them to clear scientific evidences.

BIBLIOGRAFIA

- ALESSANDRI C., SFORZA S., PALAZZO P., LAMBERTINI F., PAOLELLA S., ZENNARO D., RAFAIANI C., FERRARA R., BERNARDI M.R., SANTORO M., ZUZZI S., GIANGRIECO I., DOSSENA A., MARI A. (2012): *Tolerability of a fully matured cheese in cow's milk allergic children: biochemical, immunochemical, and clinical Aspects*, «PlosOne», 7(7), e40945.
- BERNABUCCI U., CATALANI E., BASIRICÒ L., MORERA P., NARDONE A. (2014): *In vitro ACE-inhibitory activity and in vivo antihypertensive effects of water-soluble extract by Parmigiano Reggiano and Grana Padano cheeses*, «Int. Dairy J.», 37, pp. 16-19.
- CICOGNINI F.M., SIGOLO S., GALLO A., ROSSI F., PRANDINI A. (2014): *Conjugated linoleic acid (CLA) content in large-scale retail cheeses*, «Int. Dairy J.», 34, pp. 180-183.
- LÓPEZ-FANDIÑO R., OTTE J., VAN CAMP J. (2006): *Physiological, chemical and technological aspects of milk-protein-derived peptides with antihypertensive and ACE-inhibitory activity*, «Int. Dairy J.», 16, pp. 1277-1293.
- MAGNANO SAN LIO E., BRUSCHI S., MULAZZI A., CALABRESE G., PIVA G., ROSSI F. (2011): *In vivo and in vitro digestibility of the calcium contained in foods of animal and plant origin*, «Med. J. Nutr. Metabol.», 4, pp. 105-110.
- MANZI P., MARCONI S., DI COSTANZO M.G., PIZZOFRERATO L. (2007): *Composizione di formaggi DOP italiani*, «La Rivista di Scienza dell'Alimentazione», 36, pp. 9-22.
- SETTE S., LE DONNE C., PICCINELLI R., MISTURA L., FERRARI M., LECLERCQ C. ET AL (2013): *The third National Food Consumption Survey, INRAN-SCAI 2005-06: major dietary sources of nutrients in Italy*, «Int. J. Food Sci. Nutr.», 64, pp. 1014-1021.
- USINGER L., IBSEN H., LINNEBERG A., AZIZI M., FLAMBARD B., JENSEN L.T. (2010): *Human in vivo study of the renin-angiotensin-aldosterone system and the sympathetic activity after 8 weeks daily intake of fermented milk*, «Clin. Physiol. Funct. Imaging», 30, pp. 162-168.
- VAN DER ZANDER K., BOTS, M.L., BAK A.A.A., KONING M.M.G., DE LEEUW P.W. (2008): *Enzymatically hydrolyzed lactotripeptides do not lower blood pressure in mildly hypertensive subjects*, «Am. J. Clin. Nutr.», 88, pp. 1697-1702.

Impatto ambientale. LCA Formaggi DOP

I. INTRODUZIONE

Nell'ambito del progetto EIPRO è stato stimato che il settore agro-alimentare incida per circa il 20- 30% sull'impatto generato dai consumi di ciascun individuo e che le voci con maggior importanza siano la produzione di carne e latte (Commissione europea, 2006).

In particolare si stima che il sostentamento del bestiame, con l'emissione di 7.1 Gt di anidride carbonica equivalente, concorra al 14.5% dei gas a effetto serra (GHG) emessi a livello mondiale (Gerber, 2013), occupando il 70% delle terre agricole e contribuendo all'8% dei consumi idrici complessivi (FAO, 2006).

La letteratura scientifica propone diverse ricerche finalizzate alla quantificazione dell'impatto ambientale di prodotti caseari e in particolare di formaggi.

Djekic et al. (2014) hanno valutato l'impatto ambientale di 6 diversi tipi di prodotti caseari serbi, considerando diversi LCA per ciascun tipo di prodotto. I formaggi inclusi nello studio hanno una resa di caseificazione che varia tra 5.00 e 6.55 $\text{kg}_{\text{latte}}/\text{kg}_{\text{formaggio}}$. Le emissioni di GHG variano tra 6.73 e 9.47 $\text{kg}_{\text{CO2eq}}/\text{kg}_{\text{formaggio}}$, l'impatto sull'acidificazione è compreso tra 69.6 e 89.4 $\text{g}_{\text{SO2eq}}/\text{kg}_{\text{formaggio}}$, mentre l'impatto sull'eutrofizzazione varia tra 32.4 e 41.3 $\text{g}_{\text{PO4eq}}/\text{kg}_{\text{formaggio}}$.

Lo studio di Van Middelaar et al. (2011) era finalizzato alla quantificazione del potenziale impatto ambientale di un formaggio olandese semistagionato con una resa di caseificazione pari a 9 $\text{kg}_{\text{FPCM}}^1/\text{kg}_{\text{formaggio}}$. I risultati della ricerca

* Università Cattolica del Sacro Cuore (Piacenza)

¹ FPCM = Fat and Protein Corrected Milk.

sono i seguenti: $8.5 \text{ kg}_{\text{CO2eq}}/\text{kg}_{\text{formaggio}}$, $6.8 \text{ m}^2/\text{kg}_{\text{formaggio}}$ e $47.2 \text{ MJ}/\text{kg}_{\text{formaggio}}$.

Gonzalez-Garcia et al. (2013a) hanno stimato che la produzione di un chilogrammo di un formaggio stagionato portoghese con una resa di caseificazione pari a $8.24 \text{ kg}_{\text{latte}}/\text{kg}_{\text{formaggio}}$ generi l'emissione di $7.49 \text{ kg}_{\text{CO2eq}}/\text{kg}_{\text{formaggio}}$, $180 \text{ g}_{\text{SO2eq}}/\text{kg}_{\text{formaggio}}$ e di $65 \text{ g}_{\text{PO4eq}}/\text{kg}_{\text{formaggio}}$. Per contro, il formaggio galiziano San Simon da Costa, avendo una resa di caseificazione inferiore, pari a $11 \text{ l}_{\text{latte}}/\text{kg}_{\text{formaggio}}$, ha una prestazione ambientale peggiore: $10.44 \text{ kg}_{\text{CO2eq}}/\text{kg}_{\text{formaggio}}$, $103 \text{ g}_{\text{SO2eq}}/\text{kg}_{\text{formaggio}}$ e $64 \text{ kg}_{\text{PO4-}}/\text{kg}_{\text{formaggio}}$ (Gonzalez-Garcia et al., 2013b).

Tra gli studi citati vi è concordanza nell'affermare che la produzione di latte sia il processo più impattante della filiera.

2. MATERIALI E METODI

L'analisi del ciclo di vita, comunemente denominata Life Cycle Assessment (LCA), è un metodo omnicomprensivo e strutturato, standardizzato a livello internazionale, finalizzato alla quantificazione delle emissioni, delle risorse utilizzate e dei relativi potenziali impatti sull'ambiente e sulla salute umana associati a un prodotto o servizio. La LCA tiene in considerazione l'intero ciclo di vita del prodotto dall'estrazione delle materie prime fino alla dimissione del rifiuto finale passando per la produzione, l'uso e il riciclo (Commissione Europea, 2010).

Il presente lavoro è stato svolto in conformità agli standard internazionali ISO 14040 e ISO 14044 (ISO, 2006a, ISO 2006b) sulla base dei quali lo studio è articolato in 4 fasi: definizione degli obiettivi e del campo di applicazione, analisi di inventario, valutazione degli impatti e interpretazione dei risultati.

La quantificazione degli impatti è svolta con il supporto del software Simapro 8.0.

L'unità funzionale del sistema è 1 chilogrammo di Grana Padano 9 mesi all'uscita del magazzino di stagionatura.

L'impatto ambientale è stimato con il metodo di caratterizzazione ILCD (Commissione europea, 2012).

2.1 Definizione del sistema da analizzare

Il sistema analizzato comprende la produzione di latte e la produzione e la sta-

ID	LOCALITÀ (PROVINCIA)	PRODUZIONE DI GRANA PADANO (T/y)	NUMERO CONFERITORI
BS1	BS	741	2
BS2	BS	2125	2
BS3	BS	270	Auto-produttore
MN1	MN	1222	3

Tab. 1 *Caseifici e produttori di latte coinvolti nel progetto*

gionatura di Grana Padano. La distribuzione, la conservazione e il consumo del formaggio sono stati esclusi dalla valutazione a causa della difficoltà nel reperimento di dati primari.

Per ogni fase considerata, il Consorzio comprende una molteplicità di realtà produttive. Non avendo la possibilità di coinvolgere tutte queste aziende nel presente progetto, è stato individuato solo un campione di aziende rappresentativo delle diverse realtà.

La scelta degli allevamenti è stata subordinata alla selezione dei caseifici. Attualmente sono stati coinvolti 4 caseifici di diverse dimensioni, situati nelle provincie di Brescia e Mantova. Ciascun caseificio, fatta eccezione per un auto-produttore, ha a sua volta coinvolto alcuni conferitori di latte di diverse dimensioni.

Complessivamente sono stati coinvolti nello studio 8 allevamenti (compreso un auto-produttore).

Ai referenti di tutte le realtà produttive coinvolte nel progetto è stato somministrato un questionario per la raccolta dei dati.

La realizzazione dello studio è fondata sui dati primari raccolti attraverso i suddetti questionari; laddove non siano disponibili dati primari sono utilizzati dati di letteratura o stime. Alcuni processi per i quali risulterebbe eccessivamente oneroso l'utilizzo di dati primari, quali, ad esempio, la produzione di energia elettrica, sono ripresi dalle banche dati disponibili.

2.2 *La produzione di latte*

Tutti i quantitativi di materiali, di energia elettrica e termica e dei consumi idrici relativi alla produzione di latte sono ricavati dai questionari somministrati agli otto allevatori coinvolti nello studio. La produzione degli stessi (compresa quella dei componenti della razione), invece, è ripresa da processi contenuti in database comunemente utilizzati per la LCA (principalmente ELCD, Ecoinvent e Agri-footprint).

Le emissioni di gas a effetto serra (CH_4 e N_2O) dovute alla fermentazione

ruminale ed enterica e alla gestione del letame, invece, sono calcolate sulla base delle linee guida dell'IPCC per la redazione degli inventari nazionali di emissione di gas serra (IPCC, 2006).

Le linee guida citate propongono tre possibili livelli di dettaglio per il calcolo delle emissioni: *Tier 1*, *Tier 2*, *Tier 3*. L'approccio seguito in questo progetto è una combinazione di *Tier 1* e *Tier 2*, in funzione della disponibilità di informazioni sito-specifiche.

La procedura di allocazione per la ripartizione degli impatti tra i co-prodotti dell'allevamento (latte, vitelli e carne) si basa sul valore economico degli stessi ed è in linea con le Product Category Rules (PCR) sviluppate per la realizzazione della Environmental Product Declaration (EPD)² del latte (International EPD® System, 2014b).

2.3 *La produzione di formaggio e la stagionatura*

La produzione di formaggio è stata modellata sulla base di dati primari raccolti presso i quattro caseifici coinvolti nello studio.

L'allocazione degli impatti ai co-prodotti del caseificio (formaggio, panna e siero) è stata effettuata in base al contenuto di grassi e proteine, come indicato nella PCR per l'EPD dei formaggi (International EPD® System, 2014a).

La stagionatura del formaggio avviene in un magazzino di stagionatura che può essere situato presso il caseificio o in un altro luogo, in funzione della disponibilità di spazio. La permanenza in stagionatura varia generalmente dai 9 ai 24 mesi.

Nei 4 caseifici presi in considerazione la stagionatura avviene in locali adiacenti al magazzino. Non potendo scorporare i consumi energetici legati alla stagionatura, se n'è indagato il contributo facendo riferimento a dati primari raccolti in due magazzini di stagionatura di Grana Padano.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

I risultati dello studio sono riportati in tabella 2.

La produzione di latte è il processo che maggiormente contribuisce a tutte le categorie di impatto con un'incidenza che va dal 54% al 99% in funzione del tipo della categoria di impatto e della realtà produttive. La caseificazione

² www.environdec.com.

CATEGORIA D'IMPATTO ³	UNITÀ DI MISURA	MNI	BS3	BS2	BS1
GWP	kg CO2 eq	17,00	18,72	16,76	18,13
ODP	kg CFC-11 eq	3,4E-07	1,5E-07	3,0E-07	1,7E-07
AP	molc H+ eq	0,18	0,19	0,21	0,19
TEP	molc N eq	0,74	0,76	0,85	0,78
FEP	kg P eq	1,5E-03	1,4E-03	2,0E-03	1,7E-03
MEP	kg N eq	5,8E-02	9,6E-02	9,5E-02	9,1E-02
LU	kg C deficit	145,19	296,35	258,33	219,36

Tab. 2 Risultati dello studio

da un contributo variabile tra il 0.2% e il 43%, mentre la raccolta del latte e il conferimento al caseificio incidono minimamente sui risultati, contribuendo al più al 3% dell'impatto complessivo.

3.1 Impatto sul surriscaldamento globale

I contributi all'impatto sul surriscaldamento globale sono riportati in figura 1. Emerge chiaramente che la produzione di latte è il processo che maggiormente incide sulle emissioni totali.

Le rese di caseificazione variano tra 7.06% e 7.50% e sono inversamente correlate alle emissioni di GHG del prodotto finale.

Il minor impatto sul surriscaldamento globale calcolato per la produzione di Grana nel caseificio BS2 è giustificabile dalla presenza di un digestore anaerobico presso il caseificio sociale, a cui i soci coinvolti nello studio conferiscono le deiezioni animali. Tale pratica permette di ridurre le emissioni metano e protossido di azoto legate alla gestione del liquame e letame che avvengono nei tradizionali sistemi di stoccaggio dei reflui.

In tabella 3 sono riportate le emissioni di gas a effetto serra associate a un litro di latte proveniente dagli otto allevamenti considerati.

I principali contributi emissivi derivano da:

- metano da fermentazione enterica e gestione dei reflui;
- protossido di azoto prevalentemente dalla gestione dei reflui;

³ GWP = Global Warming Potential (Potenziale impatto sul surriscaldamento globale).
ODP = Ozone Depletion Potential (Potenziale impatto sulla deplezione dello strato di ozono).
AP = Acidification Potential (Potenziale impatto sull'acidificazione).
TEP = Terrestrial Eutrophication Potential (Potenziale impatto sull'eutrofizzazione terrestre).
FEP = Freshwater Eutrophication Potential (Potenziale impatto sull'eutrofizzazione delle acque dolci).
MEP = Marine Eutrophication Potential (Potenziale impatto sull'eutrofizzazione marina).
LU = Land Use (Cambio d'uso del suolo).

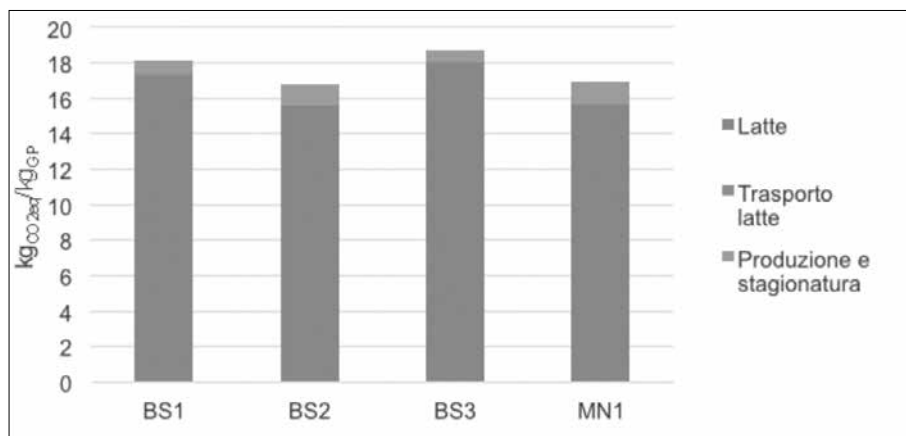


Fig. 1 Contributi delle varie fasi all'impatto sul surriscaldamento globale

N	ID	PRODUZIONE LATTE PROCAPITE (l _{latte} /vacca/d)	PRESENZA DIGESTIONE ANAEROBICO (S/N)	EMISSIONI DI GHG (kg _{CO2eq} /l _{latte})
1	APMN1	26	N	1,26
2	AMMN1	34	N	1,09
3	AGMN1	29	N	1,20
4	AP1BS1	19	N	1,43
5	AM1BS1	23	N	1,36
6	APBS2	27	S	0,90
7	AMBS2	25	S	1,29
8	BS3	26	S	1,29

Tab. 3 Emissioni di gas a effetto serra relative alla produzione di un litro di latte

- anidride carbonica prevalentemente dall'utilizzo di combustibili fossili associata alla produzione dei componenti della razione bovina e in particolare della soia, in larga parte importata da paesi extra-europei.

Dall'analisi dei risultati è emerso che la produzione procapite di latte e le relative emissioni di gas a effetto serra sono correlate negativamente.

I benefici legati alla presenza del digestore anaerobico sono evidenti per l'azienda APBS2, mentre per le aziende AMBS2 e BS3 sono parzialmente compensati da razioni con maggiori emissioni di GHG.

4. CONCLUSIONI

L'analisi del ciclo di vita del Grana Padano ha messo in evidenza che, dal punto di vista ambientale, la produzione di latte è il processo più critico della filiera.

In particolare le emissioni di metano e protossido di azoto legate alla fermentazioni enteriche e ruminali e alla gestione del letame hanno un'incidenza significativa sull'impatto complessivo sul surriscaldamento globale.

La razione ha un contributo variabile in funzione della sua composizione, ma si è notato che la produzione e l'importazione di soia giocano un ruolo predominante sull'impatto complessivo del latte.

Ai fini del miglioramento della prestazione ambientale del Grana Padano, il confronto tra le diverse realtà produttive ha fatto emergere le seguenti considerazioni:

- dato il considerevole contributo del latte all'impatto complessivo, anche piccole variazioni della resa di caseificazione possono inficiare significativamente i risultati finali;
- la produzione procapite di latte incide significativamente sull'impatto del prodotto finale;
- il conferimento dei reflui zootecnici a un digestore anaerobico permette di ridurre le emissioni di metano e protossido di azoto associate a un litro di latte, tuttavia non è detto che questi benefici siano evidenti nei risultati dello studio in quanto potrebbero essere "vanificati" da altri aspetti, quali, ad esempio, una razione con un impatto maggiore di altre.

Possibili sviluppi futuri potrebbero essere l'ampliamento del campione analizzato attraverso il coinvolgimento di altri conferitori di latte e produttori di Grana, al fine di verificare la robustezza dei risultati e l'analisi più accurata di altre categorie di impatto, quali, ad esempio, eutrofizzazione, acidificazione e uso del suolo.

RIASSUNTO

La sostenibilità del sistema agro-alimentare, tema centrale di EXPO 2015, è una sfida attuale per le diverse realtà produttive dislocate in tutto il mondo di cui anche il Consorzio di Tutela del Grana Padano, importante pilastro della tradizione gastronomica italiana, vuole essere protagonista.

Da questa aspirazione nasce il progetto del Consorzio finalizzato a valutare il potenziale impatto ambientale generato dalla produzione del Grana Padano lungo l'intera filiera produttiva.

Lo studio è svolto dall'Università Cattolica del Sacro Cuore ed è basato sulla metodologia Life Cycle Assessment (LCA), definita dagli standard internazionali ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006.

Conformemente agli standard sopracitati, l'analisi si articola in quattro fasi: definizione degli obiettivi dello studio, analisi di inventario, ossia raccolta dei dati primari presso gli attori della filiera, processamento dei dati raccolti per la valutazione degli impatti e interpretazione dei risultati.

L'analisi del ciclo di vita segue un approccio *from cradle to gate*, ossia include tutti i processi dalla produzione del latte sino alla stagionatura passando per la caseificazione e il trasporto di latte che intercorre tra una fase e l'altra. L'unità funzionale dello studio è un chilogrammo di Grana Padano all'uscita dell'impianto di confezionamento.

Per la raccolta dei dati sono stati distribuiti questionari tra alcune realtà produttive della filiera, diverse per dimensioni e localizzazione geografica, che influenza in parte le modalità di gestione.

I risultati dello studio dimostrano che la produzione di latte è il processo che maggiormente contribuisce a tutte le categorie d'impatto considerate.

BIBLIOGRAFIA

- COMMISSIONE EUROPEA - JOINT RESEARCH CENTRE - INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY (2010): *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*, First edition March 2010, EUR 24708 EN, Luxembourg, Publications Office of the European Union.
- COMMISSIONE EUROPEA (2006): *Environmental Impact of Products (EIPRO) - Analysis of the life cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU-25*.
- COMMISSIONE EUROPEA, JOINT RESEARCH CENTRE, INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY (2012): *Characterisation factors of the ILCD Recommended Life Cycle Impact Assessment methods. Database and Supporting Information*, First edition, February 2012. EUR 25167, Luxembourg. Publications Office of the European Union.
- DJEKIC I., MIOCINOVIC J., TOMASEVIC I., SMIGIC N., TOMIC N. (2014): *Environmental life-cycle assessment of various dairy products*, «Journal of Cleaner Production», 68, pp. 64-72.
- FAO (2006): *Livestock's long shadow – Environmental issues and options*, OOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Rome.
- GERBER P.J., STEINFELD H., HENDERSON B., MOTTET A., OPIO C., DIJKMAN J., FALCUCCHI A. & TEMPIO G. (2013): *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities*, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- GONZALES-GARCIA S., CASTANHEIRA E., DIAS A.C., ARROJA L. (2013a): *Environmental performance of a Portuguese mature cheese-making dairy mill*, «Journal of Cleaner Production», 41, pp. 65-73.
- GONZALES-GARCIA S., HOSPIDO A., MOREIRA M.T., FEIJOO G., ARROJA L. (2013b): *Environmental Life Cycle Assessment of a Galician cheese: San Simon da Costa*, «Journal of Cleaner Production», 52, pp. 253-262.
- INTERNATIONAL EPD® SYSTEM (2014a): *Product Category Rules according to ISO 14025:2006*, Product group: UN CPC 2223, 2224 & 2225 Yoghurt, Butter and Cheese 2013:18. Version 1.01.
- INTERNATIONAL EPD® SYSTEM (2014b): *Product Category Rules according to ISO 14025:2006*, Product group: UN CPC 022 Raw milk 2013:16. Version 1.01.
- IPCC (2006): *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Chapter 10. *Emissions from livestock and manure management*.
- ISO (2006a): ISO 14040:2006 Environmental management -- Life cycle assessment

- Principles and framework, International Organisation for Standardization, Geneva Switzerland.
- ISO (2006b): ISO 14044: 2006 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines, International Organisation for Standardization, Geneva Switzerland
- VAN MIDDELAAR C.E., BERENTSEN P.B.M., DOLMAN M.A., DE BOER J.M. (2011): *Eco-efficiency in the production chain of Dutch semi-hard cheese*, «Livestock science», 139, pp. 91-99.

Formaggi da latte di pecora. Aspetti zootecnici: legame al territorio

SISTEMA DI ALLEVAMENTO OVINO E STRUTTURA AZIENDALE

Con i suoi 760 milioni circa di euro di fatturato la zootecnia degli ovini (latte +carne) rappresenta nel comparto nazionale una percentuale pari a 1,5% della produzione vendibile agricola nazionale (Idda et al., 2010), arrivando sino al 5% circa qualora si considerasse il solo settore zootecnico. A livello nazionale in questi ultimi 30 anni il patrimonio ovino nazionale si è ridotto di circa il 10% mentre il numero delle unità aziendali è diminuito di oltre il 54%. Il patrimonio ovino nazionale nel 2013 si è attestato in circa 7.330.000 capi. Circa il 70% del patrimonio ovino si trova concentrato in Sardegna, Sicilia, Lazio e Toscana (42, 12, 10 e 6% del patrimonio ovino nazionale rispettivamente). Il numero di aziende specializzate per la produzione di latte ovino sono circa 16000 di cui oltre 11000 si trovano nella sola Sardegna (tab. 1).

Considerando l'arco di un trentennio (1982-2008) in Italia la produzione lorda vendibile del comparto ovino è diminuita in quasi tutte le regioni a eccezione della Sardegna e della Toscana, comportando di conseguenza in queste regioni un aumento dell'indice di specializzazione produttiva (ISP). L'ISP esprime la forza relativa con cui rispetto al contesto generale una data regione si indirizza verso un determinato segmento produttivo che nella fattispecie riguarda la zootecnia da latte ovina (Idda et al., 2010). In poche parole, in termini di valore assoluto tale indice sottolinea una propensione verso l'allevamento ovino da latte in modo particolare per le regioni del centro sud d'Italia incluse le isole (fig. 1), con una tendenza generalizzata alla despecializzazione a cui fanno eccezione la Sardegna e la Toscana (Idda et al., 2010).

* *Agris-Dipartimento per la Ricerca nelle Produzioni Animali, Loc. Bonassai, Olmedo Sassari*

	CAP ^a	AZIENDE OVINE ^a	PRATI+PASCOLI (Ha) ^b	PRATI+PASCOLI (%SAU) ^b
Piemonte	113.893	140	371.350	37
Emilia-Romagna	66.434	141	102.560	10
Marche	153.068	127	57.156	12
Toscana	451.667	1161	94.898	13
Umbria	118.796	149	68.477	21
Lazio	746.528	1504	192.652	30
Basilicata	266.353	45	153.879	30
Molise	279.551	70	31.888	16
Puglia	81.506	6	103.051	8
Calabria	277.297	225	140.715	26
Sicilia	850.487	768	320.354	23
Sardegna	3.243.298	11173	692.986	60
Tot Italia	7.321.146	15721	3.434.073	27

a= BDN; b= ISTAT 2010; SAU = superficie agricola utilizzabile

Tab. 1 *Consistenza del patrimonio ovino, delle aziende ovine e relative aree destinate ai prati e ai prati pascolo*

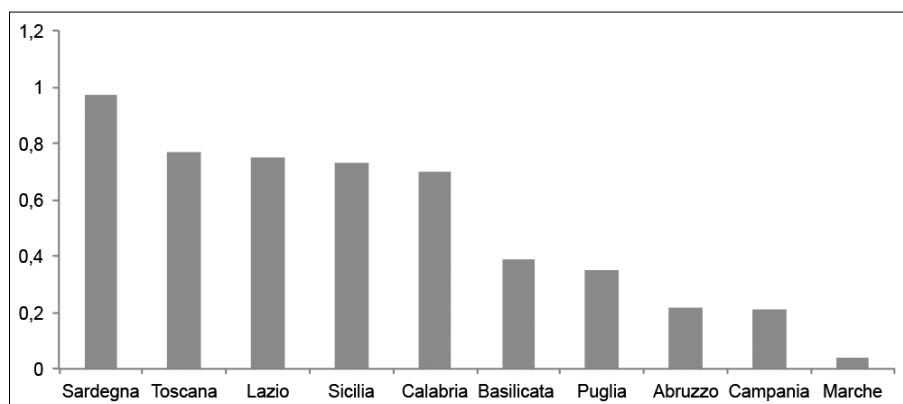


Fig. 1 *Indice di specializzazione del settore ovino in diverse regioni italiane nell'anno 2007-2008 (Idda et al., 2010)*

Come ampiamente riportato da Idda et al. (2010) la Sardegna, oltre ad avere il più elevato patrimonio ovino da latte in Italia, si caratterizza anche per il peso economico che tale comparto ha su tutta l'agricoltura regionale raggiungendo un contributo pari al 26% della PLV agricola se si considera la media degli ultimi 14, anni come riportato dalla figura 2. Questi dati sono leggermente sovrastimati rispetto a quanto riportato da Idda et al. (2010) probabilmente a causa della presenza nel nostro campione delle PLV caprina (INEA, 2012). Da sottolineare che a tale PLV concorrono latte e carne con un'incidenza maggiore da parte del settore lattiero caseario (circa 76%) rispet-

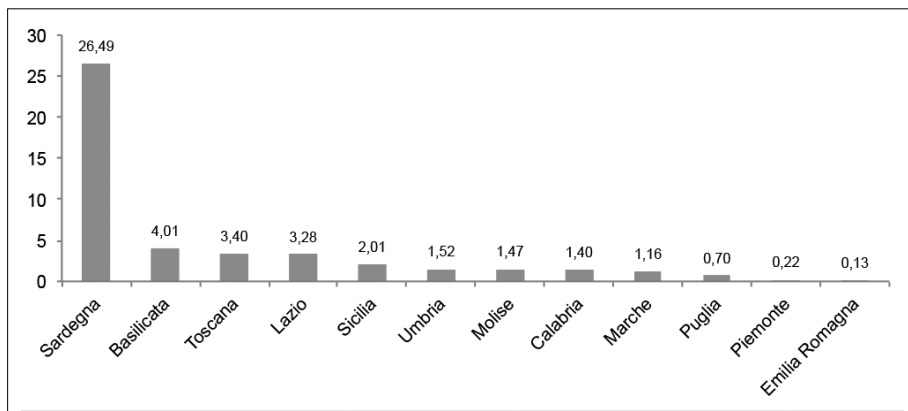


Fig. 2 Incidenza della PLV ovina sulla PLV agricola a livello regionale. I valori sono espressi in % (elaborazioni dati INEA, 2012)

to alla carne (24%). Negli ultimi 30 anni si è assistito infatti a un riposizionamento del comparto a favore del latte e a danno della carne; tutto questo ha spinto le aziende ovine a una forte specializzazione con una contrazione delle aziende miste ovine e caprine e/o ovine e bovine. Non deve meravigliare quindi se in Sardegna la % di aziende con solo ovini arriva a raggiungere il 60%, contro una media registrata in tutte le altre regioni del 6-7%.

Come osservato in passato da numerosi ricercatori (es. Casu e Boyazoglu, 1990), la pecora da latte in Italia si è sempre caratterizzata per essere allevata al pascolo. Dalla tabella 1 emerge che fra tutte le regioni con formaggi ovini DOP, la Sardegna registra il più alto numero di ettari destinati a prato+pascolo e anche la più alta % di incidenza di questa superficie sulla SAU stessa, fattore questo che mette in evidenza come tale filiera si basi principalmente su questa risorsa. Solo in rari casi l'allevatore ricorre alla stabulazione come per esempio durante il periodo dei parti, e comunque là dove l'allevatore ricorra a un sistema di tipo intensivo il numero degli animali in stalla risulta essere di grandi dimensioni. Tuttavia in questi ultimi decenni l'allevamento ovino ha subito delle vere e proprie radicali trasformazioni. Per esempio in Sardegna negli ultimi 50 anni il numero delle aziende ovine è passato da 20000 a 12000, con un aumento considerevole del numero di capi/azienda. Dati dell'Associazione Regionale Allevatori della Sardegna (ARAS, 2014), indicano come la consistenza media delle aziende isolate sia passata dai 280 capi nel 1986 ai 300 capi nel 2014 con circa 1000 aziende che possiedono un numero di capi superiore a 500. Inoltre nell'arco di 40 anni il numero di allevamenti ovini in Sardegna situati in zone di montagna è diminuito di circa il 50%, mentre il numero di

NOME FORMAGGIO	REGIONE ¹	LATTE ²	RAZZA ³	TRATTAMENTO LATTE ⁴	PASCOLO ⁵	USO CONCENTRATI ⁵
Pecorino Toscano	T, U, L	P	Ns	Cr, Pa	Ns	Ns
Fossa di Sogliano	ER, M	P, V	Co, Sa, Ma, Vi, CB, Fa, La, Pi	Cr, Pa	Ns	< 30%
Filiano	B	P	Ns	Cr	Sp	Solo locali
Canestrato Pugliese	Pu	P	Ns	Ns	Ns	Ns
Fiore Sardo	S	P	Sa	Cr	Ns	Ns
Pecorino Romano	S, L, T	P	Ns	Te	Ns	Ns
Pecorino Sardo	S	P	Ns	Te, Pa	Sp	Ns
Pecorino Siciliano	Si	P	Ns	Cr	Sp	Ns
Piacentinu Ennese	Si	P	Co, Pi, VB	Cr	Sp	Ns
Vastedda	Si	P	VB	Cr	Sp	< 50%
Pecorino Picinisco	A, L, Mo	P, C	Co, Ma, Sop	Cr	> 8 mesi	< 30%
Casciotta di Urbino	M	P, V	Ns	Ns	Ns	Ns
Murazzano	Pi	P, V	Ns	Ns	Sp	Ns

¹ A=Abruzzo; B= Basilicata; ER=Emilia Romagna; L=Lazio; M=Marche; Mo = Molise; Pu=Puglia; Pi=Piemonte; S=Sardegna; Si=Sicilia; T=Toscana; U=Umbria;
² P=pecora; V=vacca; C=capra
³ CB=Cornella Bianca; Co=Comisana; Fa=Fabrianese; La=Langhe; Ma= Massese, Pi= Pinzirita; Sa=Sarda, Sop= Sopravissana; VB=Valle del Belice; Vi=Vissana, Ns= non specificato
⁴ Cr= crudo; Pa= pastorizzato; Te= termizzato; Ns= non specificato;
⁵ Ns= non specificato; Sp= specificato; % = (%SS dieta);

Tab. 2

allevamenti situati in pianura è aumentato di circa il 50% (Idda et al., 2010). Tutto ciò ha consentito agli imprenditori agricoli un maggiore investimento in termini di superficie di pascolo per corpo aziendale, riducendo il fenomeno della transumanza. Infatti, in Sardegna il numero di ettari destinati alle colture foraggere negli ultimi 50 anni, è passato da 74000 nel 1970 a 215000 nel 2007 (Idda et al., 2010). Anche la gestione dei pascoli sta subendo una vera e propria trasformazione in quanto gli allevatori oltre a ricorrere alla semina degli erbai, e/o all'infittimento dei pascoli con concimazioni opportune e una gestione del pascolamento adeguata, attuano in maniera sempre più frequente l'utilizzazione turnata dei pascoli attraverso la settorizzazione operata con delle recinzioni metalliche e/o elettriche.

PRODUZIONI ITALIANE OVINE DOP

Nel 2013 sono stati prodotti in Italia circa 8.200.000 q.li di latte ovino (considerando il latte assunto dagli agnelli e l'autoconsumo aziendale) di cui solo il 41% è stato destinato alla trasformazione casearia di prodotti DOP con delle specificità a livello regionale molto marcate: per esempio in Sardegna viene trasformato in formaggi DOP circa l'80% del latte prodotto nell'isola, mentre in Toscana e Lazio tale percentuale si attesta sui 43 e 30% rispettivamente. La Sicilia nonostante sia per numero di capi allevati la seconda regione dopo la Sardegna destina solo 1.5% del latte prodotto ai formaggi DOP (ISTAT, 2010). Nel 2012 la commercializzazione dei formaggi DOP è stata pari a 31.313 tonnellate, con lo 81% rappresentato dal Pecorino Romano, il 10% dal Pecorino Toscano, il 7% dal Pecorino Sardo, e il restante 2% ripartito tra Canestrato Pugliese, Pecorino Siciliano e Fiore Sardo (CLAL).

Sulla base di quanto riportato dai singoli disciplinari delle DOP ovine italiane emerge una certa discrezionalità sulle procedure da seguire riguardo il ruolo dell'alimentazione animale (tab. 2), mentre ampio risalto va dato alla tecnologia casearia da adottare.

Tutte le DOP si caratterizzano per avere un bacino di produzione di tipo regionale e in alcuni casi extraregionale la cui materia prima fa riferimento al latte ovino e solo in pochi casi si fa ricorso a latti misti (vacca, pecora o capra); inoltre in alcuni casi si circoscrive anche la razza da cui il latte deve provenire. La maggior parte delle DOP ricorre all'utilizzo del latte crudo elemento questo che contraddistingue maggiormente il legame del prodotto con il territorio di origine. Purtroppo le indicazioni relative al tipo di alimentazione a cui devono essere sottoposti gli animali risulta quasi sempre non menzionato, con sporadici riferimenti all'uso del pascolo, e/o a limitare l'uso di risorse (foraggi e mangimi) extra aziendali. Solo nel caso di alcuni formaggi come Fossa di Sogliano, Filiano, Vastedda e Pecorino di Picinisco vengono riportati dei vincoli massimi di utilizzo di alcune materie prime nella razione giornaliera degli animali (tab. 2). In effetti la denominazione di origine protetta racchiude due concetti: il primo fa riferimento al *terroir* ossia il luogo vocato alla produzione di un prodotto di qualità (spazio geografico che nel nostro caso potrebbe coincidere con la geo-pedologia, l'altitudine e l'animale), mentre il secondo fa riferimento alla *tipicità*, che non è altro che l'insieme dei *saperi* che gli abitanti di quel dato territorio hanno sviluppato nel corso dei secoli al fine di trasformare il latte in formaggio (Grapin e Coulon, 1996). L'insieme di questi elementi (l'ambiente fisico, l'uomo e l'animale) definiscono le condizioni di produzione del latte e di

conseguenza le caratteristiche fisico chimiche e battereologiche che unitamente alle pratiche tecnologiche applicate a questa materia prima daranno luogo a un formaggio definito per le sue caratteristiche esteriori (forma, taglia), il *flavour* (aroma, sapore) e la sua tessitura (Grappin e Coulon, 1996). La massima espressione del legame tra latte/formaggio e territorio si ottiene con animali al pascolo attraverso la tecnologia del latte crudo. Questo per due motivi fondamentali: il primo perché il latte crudo contiene una flora microbica *autoctona* in grado di caratterizzare le caratteristiche sensoriali del prodotto finale. Il profilo di tale microflora è strettamente condizionato dalle condizioni climatiche e geo-pedologiche del sistema di allevamento. A tal riguardo è stato notato che il trattamento termico può modificare gli attributi sensoriali del formaggio rispetto a un formaggio ottenuto con latte crudo come osservato da alcuni autori sul formaggio Fiore Sardo (Piga et al., 2012; Scintu et al., 2010), a causa probabilmente della variazione indotta sul profilo microbico del latte. Il secondo motivo per cui il latte è fortemente legato al territorio in cui gli animali pascolano è da ricercarsi nella estrema biodiversità botanica che si ritrova nei pascoli naturali e soprattutto nel bacino del Mediterraneo a differenza dei pascoli nord europei (Galka et al., 2005). In generale nel bacino del Mediterraneo esiste una grandissima varietà di essenze foraggiere spontanee pari a circa 300 specie (Abdelguerfi e Abdelguerfi-Laouar, 2004) come confermato di recente anche da Salis et al. (2010) i quali hanno trovato in un'area ad alta vocazione pastorale del nord Sardegna una notevole biodiversità composta da circa 110 specie vegetali dove il 37% del pascolo era costituito da leguminose, il 42% da graminacee e il 15% da composite. Tale biodiversità è un indice di capacità di adattamento delle specie foraggiere ai diversi ecosistemi, grazie anche al ruolo svolto da alcune particolari molecole meglio note come *prodotti secondari del metabolismo* (PSM). È stato stimato che al fine di difendersi dagli attacchi esterni (biotici e abiotici) le piante sono in grado di sintetizzare circa 200.000 diverse molecole di PSM, permettendo loro uno sviluppo integrato nell'ecosistema. I PSM vengono raggruppati in tre grandi famiglie sulla base del loro ciclo di sintesi da cui derivano: fenoli, terpeni e steroidi ed infine alcaloidi (Bougard et al., 2001). In un recente passato molte di queste molecole venivano viste dai nutrizionisti classici come dei veri e propri *fattori antinutrizionali* che potevano in un qualche modo incidere negativamente sul metabolismo degli animali in produzione zootecnica. Un esempio sono i tannini (fenoli), molecole che appartengono a una variegata classe di composti, i quali a seguito del loro effetto negativo sulla microflora ruminale penalizzavano fortemente il valore nutrizionale degli alimenti in cui erano presenti; piano piano questo concetto ha subito diverse declinazioni grazie agli studi sul potere modulatore che i tannini possono svolgere sulla degra-

dabilità ruminale delle proteine piuttosto che sulla bioidrogenazione degli acidi grassi insaturi. Inoltre molte di queste molecole a seguito del metabolismo ruminale attraverso il torrente circolatorio e la mammella possono essere trasferiti nel latte influenzandone gusto aroma e *flavour* nonché la capacità antiossidante. In effetti il trasferimento di alcuni componenti del *flavour* dalla dieta al latte può avvenire attraverso tre vie: respiratoria, digestiva e con i gas di eruttazione (O'Sullivan, 1967). Va precisato che il pascolo verde contiene nelle foglie un quantitativo sostenuto di composti aromatici quali acidi grassi, aldeidi, chetoni e fenoli proprio in virtù della funzione che esse svolgono durante il processo della fotosintesi clorofilliana. Molti di questi composti durante la raccolta e/o la fienagione vengono quasi completamente metabolizzati (processo catabolico della respirazione), per cui l'effetto dei PSM sulla fisiologia degli animali risulta molto più marcato quando questi si alimentano al pascolo piuttosto che quando ricevono un'alimentazione stallina. Questo è possibile poiché nelle cellule vive delle piante sono attivi dei sistemi enzimatici come lipossigenasi e perossidasi che, come anticipato prima svolgono una funzione di difesa nei confronti della pianta; a seguito di tale processo si possono formare idroperossidi chetoni e aldeidi in grado di conferire determinate caratteristiche sensoriali al latte e o alla carne degli animali che si nutrono di questi foraggi (Waghorn e Knight, 1993).

VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEI FORMAGGI DOP OVINI ITALIANI IN FUNZIONE DELLA LORO ORIGINE GEOGRAFICA

Come abbiamo detto in precedenza i prodotti lattiero-caseari ottenuti da latte crudo grazie alla diversa componente microbica lattica autoctona, sono in grado di riflettere le diverse aree di provenienza, come osservato nel Pecorino Crotonese (Randazzo et al., 2010) e nel formaggio di Fossa (Barbieri et al., 2012). In particolare il contenuto in alcune molecole come terpeni, chetoni, esteri e composti solfurei, sono risultati essere influenzati dall'area geografica di provenienza dei formaggi. Risultati simili sono stati ottenuti con il Pecorino Piacentinu Ennese (Sicilia) confrontando una tecnologia a latte crudo con una a latte pastorizzato; inoltre in questo caso il diverso profilo dei terpeni nei formaggi ottenuti da diverse aziende era associato alle caratteristiche botaniche dei pascoli (Horne et al., 2005). Inoltre è stato osservato come l'aggiunta alla cagliata di uno zafferano non locale rispetto all'utilizzo di uno zafferano locale durante le fasi di lavorazione influenza il *flavour* rispetto a un formaggio ottenuto con uno zafferano locale mettendo ancora di più in evidenza il ruolo

del territorio di origine dello zafferano stesso. Spesso le differenze riscontrate a livello sensoriale provengono da un effetto associativo dovuto sia all'azione della microflora autoctona del latte che alla composizione dei pascoli in cui vengono allevati gli animali, come sottolineato anche da Aquilanti et al. (2013) il quale ha osservato come sia possibile discriminare formaggi prodotti con tecnologia a latte crudo rispetto a quella con latte pastorizzato sulla base del profilo degli acidi grassi a corta catena. Tali acidi grassi (butirrico, caprico, caprilico e caproico) principali responsabili del sentore di piccante nei formaggi, sono sintetizzati dalla mammella e il loro contenuto è fortemente influenzato dalle essenze foraggiere ingerite dall'animale. Per esempio la sulla è in grado di aumentare del 300% il livello della sommatoria di questi acidi grassi nei formaggi rispetto a quanto ottenuto con un pascolo di crisantemo; mentre nel caso della medica polimorfa il livello di questi acidi grassi aumenta del 200% rispetto a formaggi ottenuti da pecore che pascolavano sempre crisantemo (Addis et al., 2005). Questi effetti vengono leggermente attenuati qualora le pecore al pascolo ricevano una integrazione alimentare (20% della razione) a base di polpe di bietola o mais, ma sostanzialmente le differenze restano (Cabiddu et al., 2006). Esistono inoltre alcune essenze che si caratterizzano per un elevato contenuto in composti aromatici. È questo il caso del *Chrysanthemum coronarium* L., della famiglia delle Asteracee presente nei pascoli molto poveri del bacino del Mediterraneo, pianta interessante in grado di conferire al latte un *flavour* facilmente percepibile. È stato visto (Addis et al., 2006) che confrontando pecore che pascolavano una consociazione binaria (medica polimorfa+loglio) piuttosto che un pascolo a consociazione ternaria (medica polimorfa+loglio+crisantemo) la presenza nel pascolo di crisantemo incrementava il 2-Methyl propanale, 2-Methyl butanale e 3-Methyl butanale nel latte e nel formaggio. Nel caso invece di pecore che pascolavano il pascolo binario, nel latte venivano riscontrati alti livelli di esanale ed eptanale rispetto a quelli ottenuti con pascolo ternario (Addis et al., 2006). Questi risultati sono stati confermati anche da un test triangolare per le analisi sensoriali, e hanno messo in evidenza la possibilità di discriminare la presenza del crisantemo nel pascolo attraverso un *flavour erbaceo*, rispetto al formaggio ottenuto da medica e loglio che si caratterizzava per le note di piccantezza (Addis et al., 2006). Questi risultati sono stati ulteriormente confermati da uno studio svolto recentemente dove si confrontavano dei sistemi di allevamento caratterizzati da differenti livelli di intensificazione dell'allevamento (Addis et al., 2014). Anche in questo caso i formaggi ottenuti da latte di pecore alimentate su pascoli polifiti mostravano livelli di terpeni assolutamente più elevati rispetto ai formaggi ottenuti da latte di pecore con maggiori livelli

di integrazione alimentare in stalla. Infine bisogna tener presente che alcune essenze foraggere possono trasferire al latte e al formaggio delle molecole che conferiscono un gusto amaro. È il caso della cicoria (*Cichorium intybus* L.) essenza foraggera introdotta nei nostri sistemi foraggeri in questi ultimi anni grazie alle ottime capacità di adattamento a seguito del lungo lavoro di selezione (Sitzi et al., 2006). In questa pianta purtroppo sono presenti delle molecole (sesquiterpeni denominati anche lattoni) che hanno la caratteristica di conferire al formaggio la sensazione dell'amaro.

FATTORI ENDOGENI DELLE PIANTE E SOSTENIBILITÀ DELLE PRODUZIONI CASEARIE

Lo studio di alcuni fattori endogeni presenti nei vegetali quali tannini, polifenol ossidasi acido coronarico, ecc. riveste molta importanza nella filiera zootecnica in quanto una migliore conoscenza dei meccanismi con i quali agiscono può contribuire a migliorare l'efficienza di utilizzo alimentare dei ruminanti. Per esempio, la sulla, grazie al suo moderato contenuto in tannini, potrebbe essere inserita in molte catene di foraggiamento al fine di migliorare e modulare la degradabilità ruminale dell'azoto (aumentando il bypass ruminale) (Molle et al., 2008), piuttosto che aumentare il tasso di trasferimento degli acidi grassi insaturi dalla dieta al latte (Cabiddu et al., 2009). Un altro aspetto sempre legato ai prodotti secondari del metabolismo è quello di alcuni sistemi enzimatici presenti in alcune piante foraggere come per esempio la polifenol ossidasi (PPO) (Lee et al., 2004, 2008, 2010). La PPO è un complesso enzimatico responsabile della catalisi delle reazioni di imbrunimento che avvengono nei tessuti delle piante e della frutta, provocandone di conseguenza un deterioramento. La PPO catalizza la conversione dei fenoli in chinoni i quali essendo molto reattivi si possono legare a loro volta con delle proteine presenti nel substrato creando dei complessi fenoli-proteine. Questo sistema enzimatico è stato rivalutato ai fini della nutrizione dei ruminanti grazie agli studi di Jones et al. (1995) i quali hanno dimostrato la capacità di questo enzima di inibire la proteolisi nel trifoglio violetto durante la fase di insilamento, sostenendo un miglioramento dell'insilato grazie a una minore perdita di azoto nei percolati e a una maggiore utilizzazione azotata da parte dei ruminanti stessi. Studi successivi hanno rivelato che la PPO è in grado di migliorare non solo l'efficienza azotata ma anche l'efficienza di trasferimento degli acidi grassi insaturi dall'erba al latte (Lee et al., 2004, 2008, 2011; Buccioni et al., 2012). Inoltre da alcuni studi viene suggerita la possibilità da

parte della PPO di abbattere il livello di emissione di metano senza impatti negativi sulla produzione totale di acidi grassi volatili a livello ruminale (Lee et al., 2011). L'utilizzo in modo mirato di essenze autoctone (Cabiddu et al., 2014) ad alto contenuto di PPO potrebbe contribuire a migliorare sicuramente l'efficienza zootecnica degli ovini da latte tenendo ulteriormente inalterato il legame stretto tra formaggi e territorio. Un altro fattore endogeno presente in alcune essenze foraggere riscontrabili nei pascoli del bacino del mediterraneo è l'acido coronarico un epossido a 18 atomi di carbonio (C18:1_{cis-9,10-epossi,cis12}). Anche in questo caso è stato visto che la presenza di questo acido grasso è in grado di modulare le fermentazioni ruminali diminuendo la bioidrogenazione ruminale degli acidi grassi insaturi senza modificare la produzione totale di AGV ruminali (Wood et al., 2011). Studi in corso presso AGRIS sembrano confermare l'attività dell'acido coronarico sulla microflora ruminale, attraverso una minore produzione di gas misurata *in vitro* (Cabiddu dati non pubblicati).

CONCLUSIONI

I formaggi ovini DOP italiani si caratterizzano per essere ottenuti principalmente da animali allevati al pascolo. Il pascolo può contribuire al legame prodotto-territorio in modo diretto (alimento) o indiretto (microflora del latte autoctona). L'elevata biodiversità botanica che caratterizza i pascoli del bacino del Mediterraneo conferisce ai foraggi e di conseguenza al latte e al formaggio delle caratteristiche sensoriali molto specifiche che sono rilevabili in modo oggettivo dalle più comuni analisi di laboratorio attraverso GC, HPLC o spettrometria di massa, o attraverso test triangolari svolti da panel addestrati. La presenza di queste molecole responsabili del *flavour* possono tracciare in modo indelebile tutta la filiera rendendo il legame di questi prodotti con il territorio di origine ben saldo contribuendo a una maggiore sostenibilità ambientale. L'allevamento ovino appare sempre più importante ai fini di una migliore gestione del territorio, e nella valorizzazione del paesaggio anche a fini turistici, elemento fondamentale nella prevenzione dello spopolamento e dell'abbandono delle zone interne nonché nell'architettura del paesaggio agricolo italiano. L'attività di allevamento degli ovini da latte, inoltre, ha una componente identitaria e trova la sua massima declinazione nel pastoralismo. La civiltà pastorale non va vista solo nel suo aspetto economico, ma anche nella comunicazione sociale, nel rapporto con la natura, e per il suo patrimonio linguistico.

RIASSUNTO

In Italia circa il 70% del patrimonio ovino da latte è concentrato in Sardegna, Sicilia, Lazio e Toscana. A livello nazionale circa il 50% della produzione di latte ovino è destinato alla trasformazione in formaggi a denominazione di origine protetta (DOP). In termini di volume prodotto, nell'annata 2012 la DOP maggiormente rappresentata è il Pecorino Romano seguita dal Pecorino Toscano e dal Pecorino Sardo (81, 10 e 7% rispettivamente del totale delle DOP commercializzate). Nel 2009 l'Italia è risultato essere il maggiore esportatore di formaggi ovini in Europa raggiungendo il 46% del totale commercializzato a livello dell'UE. La produzione di formaggi ovini DOP rappresenta un'attività strettamente legata alle caratteristiche del territorio. Ciò in considerazione del sistema di allevamento basato principalmente sul pascolamento, scelta questa obbligata principalmente dalla morfologia del territorio, la quale assieme al clima mediterraneo, caratterizza una marcata stagionalità produttiva dei prati e degli erbai, in linea con il ciclo riproduttivo degli ovini presenti nel bacino del Mediterraneo. Il formaggio ovino "da erba" si caratterizza per avere un alto contenuto in composti volatili rispetto a formaggi ottenuti da pecore con un'alimentazione di tipo stallino. I composti volatili oltre a conferire un caratteristico *flavour* ai formaggi possono anche essere considerati dei traccianti della filiera in quanto sono in grado di essere trasferiti dall'alimento (erba) al latte e al formaggio. Risultati recenti indicano come alcuni fattori endogeni presenti nelle foraggere (polifenoli ossidasi, tannini, acido coronarico ecc.) sono in grado, se opportunamente valutati, di poter essere modulati nella dieta dei ruminanti, rendendo il sistema zootecnico più efficiente e più ecosostenibile. Infine, essenziale è il ruolo dell'allevamento ovino nella gestione del territorio nella valorizzazione del paesaggio ai fini turistici, elemento fondamentale nella prevenzione dello spopolamento e dell'abbandono delle zone interne.

ABSTRACT

PDO sheep cheese: the link between livestock system and territory. About 70% of breeding dairy sheep in Italy are located in Sardinia, Sicily, Latium and Tuscany. In Italy, the total amount of milk sheep devoted to PDO cheese is only 50%. During 2009 Pecorino Romano represents the main PDO cheese sold, followed by Pecorino Toscano and Pecorino Sardo (81, 10 and 7% respectively of the total marketed PDO). Among all the European countries, Italy is the biggest exporter of sheep's cheeses with 46% of the European share. The production of PDO sheep cheese is based mainly on the direct use of pastures due to constraints of orography and soil characteristics, which prevent alternate land uses and the strong seasonality of primary production, typical of mountainous nature and Mediterranean climate. The sheep cheese sourced from grazed herbage is characterized by a higher content of volatile compounds compared to cheese made from sheep fed at stall. The volatile compounds, besides giving a characteristic flavor to the cheese, can also be used as biomarkers, because they can be transferred from herbage to the milk. Recent results show that some endogenous plant factors (likewise polyphenols oxidase, tannins, coronaric acid etc.) are capable when properly modulate in ruminant diet to make the livestock system more efficient and more environmentally sustainable. Finally of particular interest is the role of

grazing sheep in land management and landscape re-evaluation for tourism purpose, a key element to prevent the depopulation and degradation of rural areas.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- ABDELGUERFI A., ABDELGUERFI-LAOUAR M. (2004): *Genetic resources of fodder and/or pastoral interest: Diversity, collection and valorization in Mediterranean region*, in Ferchichi A. (Ed.), *Rangeland and Pasture Rehabilitation in Mediterranean Areas. Cahiers Options Méditerranéennes*, vol. 62, pp. 29-41.
- ADDIS M., CABIDDU A., PINNA G., DECANDIA M., PIREDDA G., PIRISI A., MOLLE G. (2005): *Milk and Cheese Fatty Acid Composition of Sheep Fed Different Mediterranean Forages with Particular Reference to CLA cis-9, trans-11 J*, «Dairy Sci.», 88, pp. 3443-3454.
- ADDIS M., MOLLE G., DECANDIA M., ZAZZU C., FIORI M., VAGNONI E., DUCE P., FRANCA A., PORQUEDDU C. (2014): *Qualità nutrizionale e tracciabilità del latte e del formaggio ovino: confronto fra tre tipologie aziendali*, Atti convegno ARNA, Cagliari 2-4 ottobre 2014.
- ADDIS M., PINNA G., MOLLE G., FIORI M., SPADA S., DECANDIA M., SCINTU M.F., PIREDDA G., PIRISI A. (2006): *The inclusion of a daisy plant (Chrysanthemum coronarium) in dairy sheep diet: 2. Effect on the volatile fraction of milk and cheese*, «Livestock Science», 101, pp. 68-80.
- AQUILANTI L., SANTARELLI S., BABINI V., OSIMANI A., CLEMENTI F. (2013): *Quality evaluation and discrimination of semi-hard and hard cheeses from the Marche region (Central Italy) using chemometric tools*, «International Dairy Journal», 29, pp. 42-52.
- ARAS (2014): Associazione Regionale Allevatori della Sardegna. Programma di elaborazione Regionale e Simulazione economica Ovicapriini PERSEO.
- BDN: http://statistiche.izs.it/portal/page?_pageid=73,12918&_dad=portal&_schema=PORTAL&op=elenco_rep&p_report=plet_rep_ovi&p_titolo=Ovini%20e%20Capriini
- BUCCIONI A., DECANDIA M., MINIERI S., MOLLE G., CABIDDU A. (2012): *Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors*, «Anim. Feed Sci. Technol.», doi:10.1016/j.anifeeds- ci.2012.02.009.
- CABIDDU A., ADDIS M., PINNA G., DECANDIA M., SITZIA M., PIREDDA G., PIRISI A., MOLLE G. (2006): *Effect of corn and beet pulp based concentrate on milk and cheese fatty acid composition of sheep fed different Mediterranean fresh forages with particular reference to Conjugated Linoleic Acid cis-9, trans-11*, «Anim. Feed Sci. Technol.», 131, pp. 292-311.
- CABIDDU A., MOLLE G., DECANDIA M., SPADA S., FIORI M., PIREDDA G., ADDIS M. (2009): *Responses to condensed tannins of flowering sulla (Hedysarum coronarium L.) grazed by dairy sheep. Part 2: effects on milk fatty acid profile*, «Livest. Sci.», 123, pp. 230-240.
- CABIDDU A., LEE M.R.F., DECANDIA M., MOLLE G., SALIS L., VARGIU M. AND WINTERS A.L. (2014): *Characterization of polyphenol oxidase activity in a range of forage ecotypes with different phenol substrates. A new insight for PPO and protein bound phenol evaluation*, «Grass and Forage Science», doi: 10.1111/gfs.12082.
- CASU S., BOYAZOGLU J. (1991): *La production ovine laitière méditerranéenne: régions de production, types génétiques utilisés, systèmes d'élevage et perspectives d'avenir*, in Bougler J. (ed.), Tisserand J.-L. (ed.), *Les petits ruminants et leurs productions laitières dans la*

- région méditerranéenne*, Montpellier, CIHEAM, 1990, p. 19-24 (Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 1 2).
- CLAL: http://www.clal.it/?section=formaggi_dop
- BARBIERI E., SCHIAVANO G.F., DE SANTI M., VALLORANI L., CASADEI L., GUESCINI M., GIOACCHINI AM., RINALDI L., STOCCHI V., BRANDI G. (2012): *Bacterial diversity of traditional Fossa (pit) cheese and its ripening environment*, «International Dairy Journal», 23, pp. 62-67.
- BOURGAUD F., GRAVOT A., MILESI S., GONTIER E. (2001): *Production of plant secondary metabolites: a historical perspective*, «Plant Science», 161, pp. 839-851.
- GALKA A., ZARZYCKI J. AND KOPEĆ M. (2005): *Effect of different fertilisation regimes on species composition and habitat in a long-term grassland experiment*, in *Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity*, Proceedings of the 13th International Occasional Symposium of the European Grassland Federation, vol. 10, p. 132-135.
- GRAPPIN R., COULON J.B. (1996): *Terroir, lait et fromage: éléments de réflexion*, «Renc. Rech. Ruminants», 3, pp. 21-28.
- 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.
- JONES B.A., MUCK R.E., HATFIELD R.D. (1995): *Red clover extracts inhibit legume proteolysis*, «J. Sci. Food Agric.», 67, pp. 329-333.
- IDDA L., FURESI R., PULINA R. (2010): *Economia dell'allevamento ovino da latte. Produzione, trasformazione, mercato*, Franco Angeli, Milano, pp. 320.
- INEA (2012): http://banchedati.inea.it:8080/dwh-inea/#refresh_cubes
- ISTAT (2010): <http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/?lang=it>
- LEE M.R.F., WINTERS A.L., SCOLLAND. N., DEWHURST R.J., THEODOROU M.K. AND MINCHIN F.R. (2004): *Plant-mediated lipolysis and proteolysis in red clover with different polyphenol oxidase activities*, «Journal of the Science of Food and Agriculture», 84, pp. 1639-1645.
- LEE M.R.F., SCOTT M.B., TWEED J.K.S., MINCHIN F.R. AND DAVIES D.R. (2008): *Effect of polyphenol oxidase on lipolysis and proteolysis of red clover silage with and without a silage inoculant (Lactobacillus plantarum L54)*, «Animal Feed Science and Technology», 144, pp. 125-136.
- LEE M.R.F., CABIDDU A., HOU F., NIDERKORN V., KIM E.J., FYCHAN R. AND SCOLLAND N. (2011): *In vitro rumen simulated (RUSITEC) metabolism of freshly cut or wilted grasses with contrasting polyphenol oxidase activities*, «Grass and Forage Sci.», 66, pp. 196-205.
- MOLLE G., DECANDIA M., CABIDDU A., LANDAU S.Y., CANNAS A. (2008): *An update on the nutrition of dairy sheep grazing Mediterranean pastures*, «Small Rum. Res.», 77, pp. 93-112.
- O'SULLIVAN A.C. (1967): *Milk Flavour and Off-Flavour*, National Dairying Research Centre, Fermoy, Ireland.
- PIGA C., DI SALVO R., SCINTU MF (2012): *Effetto dei blandi trattamenti termici sulle caratteristiche sensoriali dei formaggi ovini*, IV° Convegno Nazionale Società Italiana di Scienze Sensoriali.
- RANDAZZO CL., PITINO I., RIBBERA A., CAGGIA C. (2013): *Pecorino Crotonese cheese: Study of bacterial population and flavour compounds*, «Food Microbiology», 27, pp. 363-374.
- SALIS L., MARROSU M., BAGELLA S., SITZIA M., ROGGERO P.P. (2010): *Grassland management, forage production and plant biodiversity in a Mediterranean grazing system*, in

- Porqueddu C. (ed.), Ríos S. (ed.), *The contributions of grasslands to the conservation of Mediterranean biodiversity*, Zaragoza: CIHEAM / CIBIO / FAO / SEEP, 2010, pp. 181-185 (Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 92), 13. Meeting of the Sub-Network on Mediterranean Forage Resources of the FAO-CIHEAM International Network for the Research and Development of Pasture and Forage Crops, 2010/04/07-10, Alicante (Spain).
- SCINTU M.F., DEL CARO A., URGEGHE P.P., PIGA C., DI SALVO R. (2010): *Sensory profile development for an italian pdo ewe's milk cheese at two different ripening times*, «Journal of Sensory Studies».
- SITZIA M., LIGIOS S., FOIS N. (2006): *Sulla and chicory production and quality under sheep grazing management*, in *Sustainable Grassland Productivity*, Eds Lloveras, Gonzales-Rodriguez, Vazquez-Yanez, Pineiro, Santamaria, Olea, Poblaciones, Proc. of the 21st General Meeting of the Grassland Federation, Badajoz (Spain), pp. 448-450.
- WAGHORN G.C., KNIGHT T.W. (1992): *Beta-carotene intake, digestion, absorption and metabolism in the dairy cow*, in *Summary of Proceedings of the milk fat flavour forum*, New Zealand Dairy Research Institute, Palmerston North, pp. 42-49.
- WOOD T.A., RAMOS-MORALES E., MCKAIN N., SHEN H., ATASOGLU C., WALLACE R.J. (2010): *Chrysanthemum coronarium as a modulator of fatty acid biohydrogenation in the rumen*, «Anim. Feed Sci. Technol.», 161, pp. 28-37.

Formaggi da latte di pecora. Aspetti microbiologici, fisico-chimici e tecnologici

Le produzioni casearie ovine sono considerate generalmente di qualità, e ciò in conseguenza dei metodi tradizionali utilizzati nella trasformazione e della natura e dell'ambiente di produzione del latte ovino, universalmente riconosciuti come pressoché incontaminati. Le caratteristiche inconfondibili del latte sono legate in maniera indissolubile alla natura dei pascoli naturali e della macchia mediterranea che costituiscono la base principale per l'alimentazione della pecora. Il latte prodotto dalle aziende pastorali viene quasi interamente destinato alla caseificazione, che viene operata in parte dagli stessi allevatori presso i propri minicaseifici aziendali, o, come nel caso della Sardegna, in prevalenza presso i caseifici industriali privati o gestiti da cooperative.

Le metodologie di trasformazione del latte in formaggio rimangono ancora oggi ancorate alle più antiche tradizioni. I formaggi ovini venivano prodotti tradizionalmente con latte crudo e ancora oggi, per alcuni formaggi DOP o per quelli prodotti a livello artigianale, viene utilizzato come tale, spesso senza aggiunta di colture starter. L'utilizzo di latte crudo permette di salvaguardare parte delle componenti aromatiche e microbiologiche apportate dall'ambiente di produzione e dagli animali fondamentalmente alimentati con le essenze pabulari presenti nei pascoli dell'areale di produzione. L'utilizzo tradizionale del caglio in pasta, pressoché generale nella produzione dei formaggi ovini DOP italiani, proveniente da agnelli o capretti allevati nella zona di produzione, rafforza ulteriormente la componente aromatica e microbiologica apportata dall'ambiente di allevamento e di trasformazione. Questo tipo di caglio infatti differisce in modo significativo da quello liquido e in polvere di vitello, per il contenuto di enzimi lipolitici, assenti negli altri due tipi di caglio a causa del processo di produzione.

* *Agris Sardegna, Reg. Bonassai (Olmedo)*

L'insieme di questi elementi legati all'ambiente naturale e al tradizionale metodo di produzione portano tali produzioni a essere definite come tipiche. Il concetto di tipico non risulta comunque chiaro e, inoltre, non è definito dal punto di vista legislativo. Possiamo dire che esso fa riferimento alle caratteristiche sensoriali del prodotto, all'origine geografica, alla materia prima e al processo di produzione, oltre che agli aspetti socio-culturali relativi all'area di produzione.

Nel caso invece delle produzioni ovine industriali, che fanno riferimento a bacini di raccolta del latte piuttosto ampi, si è reso necessario intervenire con sistemi di risanamento termico, i più utilizzati dei quali sono la termizzazione e la pastorizzazione. La prima ha come obiettivo la distruzione della microflora anticasearia (coliformi in particolare) e la riduzione della carica batterica del latte di partenza. Essa viene utilizzata principalmente per la produzione di formaggi che prevedono un periodo di stagionatura superiore ai due mesi. La pastorizzazione, invece, viene utilizzata di norma per la produzione di formaggi che prevedono meno di due mesi di stagionatura, con l'obiettivo di distruggere la microflora patogena per l'uomo o potenzialmente tale.

In Italia la produzione di gran parte dei formaggi ovinì è regolata da marchi di protezione quali la Denominazione di Origine Protetta (DOP), che identifica un prodotto le cui fasi di produzione, trasformazione ed elaborazione devono essere effettuate in una specifica area geografica. I prodotti DOP devono attenersi a regole produttive più o meno rigide stabilite nel relativo disciplinare di produzione, mentre uno specifico organismo di controllo garantisce il rispetto di tali regole. Tra i formaggi ovi-caprini italiani solo uno, il Canestrato di Moliterno, vanta invece l'Indicazione Geografica Protetta (IGP), denominazione riconosciuta a quei prodotti per i quali una determinata qualità, la reputazione o un'altra caratteristica dipendono dall'origine geografica, e la cui produzione, trasformazione e/o elaborazione avvengono in un'area geografica determinata. Questi marchi di protezione sono stati istituiti dalla Comunità Europea attraverso i Regg. n. 509/2006 e 510/2006. Il campo d'applicazione di questi regolamenti è limitato a prodotti agricoli e alimentari per i quali esiste un legame fra le loro caratteristiche e la loro origine geografica. Lo scopo è quello di promuovere i prodotti di qualità per creare i presupposti che portino a una ricaduta di tipo economico, in particolare nelle zone svantaggiate, sia per l'incremento del reddito degli agricoltori, sia per l'effetto di mantenimento della popolazione rurale nelle campagne.

Negli ultimi anni, nel settore ovino vi è stato un notevole miglioramento delle condizioni di produzione della materia prima e dei prodotti derivati, in particolare per quanto riguarda gli aspetti igienico-sanitari. In molte realtà si

FORMAGGIO	2010	2011	2012	2013	± su 2012
Pecorino Romano	27.477	25.335	25.428	24.726	-2,76%
Pecorino Siciliano	25,8	24,9	26,3	24,4	-7,08%
Pecorino Toscano	3.092	3.044	3.068	2.669	-13,01%
Fiore Sardo	800	752	(e) 735	515	-29,93%
Pecorino Sardo	1.935	1.989	2.031	1.783	-12,21%
Canestrato Pugliese	28,0	25,3	(e) 25,0	25,0	0,00%
Pecorino di Filiano	3,5	6,5	8,5	-	-
TOTALE	33.361	31.177	31.322	29.742	-8,48%*

Tab. 1 *Produzioni dei principali formaggi ovini italiani DOP (tonnellate)*

Fonte: *www.clal.it*: (e) stima.

sono introdotti inoltre sistemi di pagamento a qualità del latte ovino con laboratori interprofessionali che in maniera sistematica raccolgono e analizzano i campioni di latte.

Dal punto di vista delle quantità prodotte in Italia, su un totale di 110.000 tonnellate, circa il 30% è costituito da formaggi DOP, tra i quali il Pecorino Romano, il Pecorino Toscano e il Pecorino Sardo rappresentano la quota preponderante (tab. 1).

Le caratteristiche principali dei formaggi ovini DOP e IGP italiani, sono riportate in tabella 2. Come si può notare, è rappresentato un ampio ventaglio di tipologie, dai formaggi a pasta molle fino a quelli a pasta dura, con caratteristiche molto diverse fra di loro.

Nel presente articolo sono riportate le principali caratteristiche tecnologiche, chimiche e microbiologiche dei formaggi ovini DOP e IGP italiani.

CANESTRATO DI MOLITERNO

È un formaggio a pasta cruda e dura ottenuto con una miscela di latte di pecora e di capra in proporzioni variabili (70-90% e 30-10%, rispettivamente). Il latte viene trasformato a crudo o dopo una preventiva termizzazione, utilizzando occasionalmente una coltura starter naturale. Per la sua coagulazione viene utilizzato caglio in pasta di agnello o capretto. Il formaggio è salato a secco o in salamoia e la sua stagionatura viene effettuata in tipici magazzini (fondaci) localizzati nell'area comunale di Moliterno a circa 700 metri s.l.m. Il formaggio viene classificato come "primitivo" quando presenta una stagionatura inferiore ai 6 mesi; stagionato, fra i 6-12 mesi e extra dopo 1 anno di stagionatura.

In letteratura non sono presenti dati sulla microflora di questo formaggio, tuttavia, è noto che al latte in lavorazione viene solitamente aggiunta una coltura

starter autoctona, come stabilito nel disciplinare di produzione.

La composizione fisico-chimica del formaggio Canestrato di Moliterno a 180 giorni di stagionatura è riportata in tabella 3 (Rubino et al., 2009). I processi biochimici che avvengono durante la maturazione sono sia di tipo proteolitico che lipolitico. Il tipo di alimentazione degli animali influenza sia la composizione acidica della frazione grassa che la composizione della frazione volatile.

CANESTRATO PUGLIESE

È un formaggio a pasta semi-cotta e il suo nome deriva dalla forma tipica degli stampi usati per la sua formatura (canestri). Il latte viene trasformato a crudo o dopo trattamento termico e per la sua coagulazione viene utilizzato caglio in pasta di agnello. La salatura avviene a secco o per via umida e la sua stagionatura si protrae per 2-10 mesi. Al giorno d'oggi viene fabbricato prevalentemente con latte pastorizzato inoculato con colture starter la cui microflora dominante è costituita da batteri lattici termofili (Aquilanti et al., 2006).

Nel formaggio a 2 mesi di maturazione, sono presenti stafilococchi ed enterococchi (3-4 log UFC/g), mentre i lattobacilli mesofili eterofermentanti facoltativi (FHL) (5-7 log UFC/g). Quando aggiunti come starter, *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* raggiungono concentrazioni finali molto basse nel formaggio. Solitamente, sulla superficie sono presenti delle muffe intorno a 4,5 log UFC/g (Albenzio et al., 2001).

Il Canestrato Pugliese è stato ampiamente studiato dal punto di vista chimico (tab. 3) (Albenzio et al., 2001). L'attività dell'acqua (aw) raggiunge un valore di 0,87 a fine maturazione; il lattosio viene completamente degradato nel primo mese di maturazione, mentre il galattosio permane nel formaggio fino al secondo mese (Faccia et al., 2004). L'utilizzo di caglio in pasta di agnello comporta l'ottenimento di un formaggio caratterizzato da una elevata proteolisi primaria e una importante lipolisi. Il profilo degli acidi grassi liberi (circa 1300 mg/kg di formaggio) è caratterizzato principalmente da acido butirrico, caproico, caprico, palmitico, oleico e linoleico. Gli esteri, prodotti dall'attività esterasica dei NSLAB, predominano nella frazione aromatico-volatile (26% sul totale dei composti aromatici identificati) del Canestrato Pugliese (Di Cagno et al., 2003). L'utilizzo di latte crudo o pastorizzato comporta importanti differenze nella composizione della frazione dei composti aromatico-volatili del Canestrato Pugliese (Piombino et al., 2008).

CASCIOтта D'URBINO

È un formaggio a pasta molle e semi-cotta prodotto con una miscela di latte ovino e di vacca nelle proporzioni di 70-80% e 30-20%, rispettivamente. È prodotto con latte crudo o pastorizzato, che può essere inoculato o meno con una coltura starter naturale. La microflora dominante è costituita da batteri lattici mesofili, tra i quali *Lactococcus lactis* ed *Enterococcus sanguinicola* sono le specie maggiormente isolate (Di Cagno et al., 2007).

La coagulazione avviene utilizzando caglio di vitello (liquido o in polvere), la salatura avviene per via secca e umida e la stagionatura si conclude in 20-30 giorni.

La composizione fisico-chimica della Casciotta d'Urbino stagionata (3 mesi) è riportata in tabella 3. Il *pattern* elettroforetico (urea-PAGE) e l'analisi RP-HPLC della frazione dell'azoto solubile a pH 4,6 indicano una degradazione quasi completa della caseina α_s1 e una debole persistenza della caseina β . Il formaggio è caratterizzato da un basso contenuto di amminoacidi liberi (8,64 $\mu\text{g/g}$) e di composti aromatico-volatili, fra i quali predomina la classe chimica dei chetoni (Di Cagno et al., 2007).

FIORE SARDO

Il Fiore Sardo è il classico formaggio della tradizione pastorale sarda, è stato il formaggio maggiormente prodotto in Sardegna fino al momento in cui la trasformazione del latte passò dai pastori ai primi industriali caseari, cui seguì l'incremento della produzione del formaggio Pecorino Romano.

La produzione del Fiore Sardo è prevalentemente realizzata nei mini caseifici collocati presso la stessa azienda ove vengono allevate le pecore dalle quali si ottiene il latte per la sua fabbricazione. Questo formaggio si ottiene coagulando il latte di pecora fresco e crudo, con caglio in pasta di agnello o capretto, che conferisce al formaggio il gusto tipicamente piccante e deciso. Il latte viene coagulato alla temperatura di circa 34°C e, dopo diversi passaggi, la massa caseosa viene lasciata depositare e riposare per qualche minuto sul fondo della caldaia. Raggiunta la giusta consistenza, la pasta così formata viene tagliata in porzioni più o meno grandi e trasferita a pezzi negli stampi dalla caratteristica forma tronco-conica. La salatura avviene per via umida e successivamente il formaggio può essere sottoposto all'affumicatura, che viene effettuata naturalmente utilizzando rami freschi di specie arbustive e arboree della flora mediterranea. Si procede quindi con la stagionatura, che deve protrarsi per almeno 105 giorni.

PRODOTTO	DENOMINAZIONE	LATTE ¹	LUOGO DI PRODUZIONE	TIPO CAGLIO ²	TIPOLOGIA	TEMPO DI MATURAZIONE (GIORNI)	DIMENSIONI		PESO (KG)
							PIATTO (mm)	SCALZO (mm)	
Canestrato di Moliterno	IGP	O 70-90% C 10-30%	Basilicata	Pasta A, C.	Dura, cruda	60-180	150-250	100-150	2,1-5,5
Canestrato Pugliese	DOP	O	Puglia	Liquido A, V	Dura, cruda	60-300	250-340	100-140	7-14
Casciotta d'Urbino	DOP	O 70-80% V 20-30%	Umbria	Liquido, polvere V	Molle	20-30	120-160	50-70	0,8-1,2
Fiore Sardo	DOP	O	Sardegna	Pasta A, C	Dura, cruda	90-180	180-200	130-150	1,5-4,0
Formaggio di Fossa di Sogliano	DOP	O, V	E. Romagna, Marche	Liquido V	Semi-dura, cruda	60-240	120-200	60-100	0,6-2,0
Murazzano	DOP	O 100%, O 60% V 40%	Piemonte	Liquido V	Molle	4-10	100-150	30-40	0,3-0,4
Pecorino Crotonese	DOP	O	Calabria	Pasta C	Dura, semicotta	>60	200-300	150-200	0,5-10
Pecorino di Filiano	DOP	O	Basilicata	Pasta A, C	Dura, semicotta	180	150-300	80-180	2,5-5,0
Pecorino di Pisciotta	DOP	O, 25% C	Lazio	Pasta A, C	Dura, cruda	30-60 >90	120-250	70-120	0,7-2,5
Pecorino Romano	DOP	O	Sardegna, Lazio, Toscana (Prov. Grosseto)	Pasta A	Dura, semicotta	150-240	250-350	300-350	20-35
Pecorino Sardo	DOP	O	Sardegna	Liquido V	Molle	20-60	150-180	80-100	1,0-2,3
Pecorino Toscano	DOP	O	Toscana	Liquido V	Semi-dura, semicotta Molle	60 20 120	150-220 150-220	100-130 70-110	1,7-4,0 0,75-3,5
Pecorino Siciliano	DOP	O	Sicilia	Pasta A	Semi-dura, cruda	90-180	180-350	100-180	4-12
Piacentinu Ennese	DOP	O	Sicilia	Pasta A	Dura, cruda	>60	200-210	140-150	3,5-4,5
Robiola di Roccamare	DOP	C, O, V	Piemonte	Liquido V	Pasta fresca	3-30	100-130	25-40	0,25-0,40
Vastedda Valle del Belice	DOP	O	Sicilia	Pasta A	Pasta filata	Fresco	150-170	30-40	0,5-0,7

¹ O, latte ovino; C, latte caprino; V, latte vaccino

² A, caglio in pasta di agnello; C, caglio in pasta di capretto; V caglio di vitello.

Tab. 2 Caratteristiche principali dei formaggi ovini DOP e IGP italiani

La microflora naturalmente presente nel latte, proveniente dall'ambiente in cui vengono effettuate la mungitura e la trasformazione, gioca un ruolo importante nella fermentazione e nel processo di maturazione di questo formaggio. I lattococchi e gli FHL, sempre associati agli enterococchi, costituiscono i principali gruppi microbici che colonizzano questo formaggio (Mannu et al., 2000a). Occasionalmente, è stato isolato anche *Str. thermophilus* (Pisano et al., 2006). Le piccole innovazioni recentemente introdotte nella tradizionale tecnologia di trasformazione hanno permesso di incrementare la capacità produttiva, senza tuttavia alterare le caratteristiche microbiologiche tipiche di questo formaggio (Comunian et al., 2010b). Mannu et al. (2003), Cosentino et al. (2004) e Comunian et al. (2010a) hanno condotto degli studi sul problema dell'incidenza riguardo l'antibiotico resistenza e/o virulenza nella microflora che colonizza questo formaggio. I risultati si sono rivelati molto utili per la valutazione della sicurezza del prodotto per i consumatori. Infatti, tra gli enterococchi e i *Lactobacillus paracasei* isolati da Fiore Sardo è stata riscontrata una incidenza di tratti di potenziale patogenicità molto più bassa rispetto ad altri prodotti lattiero-caseari e carnei prodotti in aree geografiche dove sono state utilizzate pratiche di allevamento degli animali più intensive di quelle applicate in Sardegna.

Il Fiore Sardo è stato caratterizzato sia dal punto di vista fisico-chimico che reologico (tab. 3) (Piredda et al., 1996; Pirisi et al., 2007). La composizione enzimatica del caglio in pasta di agnello, utilizzato per la sua produzione, influenza fortemente sia la maturazione proteolitica che lipolitica del formaggio (Addis et al., 2008). L'utilizzo di caglio in pasta, ottenuto da agnelli esclusivamente allattati e macellati a stomaco pieno, induce nel formaggio un rilascio maggiore di acidi grassi a corta catena, a causa della elevata attività lipolitica dovuta prevalentemente alla lipasi pregastrica (Addis et al., 2005a). Le preparazioni industriali di caglio in pasta inducono uno sviluppo maggiore di WSN (azoto solubile in acqua) a causa dell'azione proteolitica, meno specifica, della pepsina. La concentrazione di α s1-CN residua non idrolizzata risulta essere maggiore nei formaggi prodotti con l'utilizzo di caglio in pasta di agnello di produzione artigianale (Pirisi et al., 2007). L'utilizzo di latte crudo comporta l'ottenimento di un formaggio caratterizzato da una maggiore concentrazione di acidi grassi liberi a corta (C4:0-C10:0) e media catena (C12:0-C16:0) (Pinna et al., 1999). Un contenuto medio di amminoacidi di 100,4 mg/kg è stato osservato nel formaggio a 10 mesi di maturazione (Di Cagno et al., 2003) e fra questi i più abbondanti sono risultati essere: leucina, valina, isoleucina e fenilalanina (Mangia et al., 2008).

FORMAGGIO DI FOSSA DI SOGLIANO

Questo formaggio può essere prodotto con latte ovino o con una miscela dello stesso con latte vaccino. Il latte può essere trasformato a crudo ma è permessa anche la pastorizzazione. È un formaggio a pasta cruda semi-dura e la sua peculiarità è legata principalmente al metodo e alle condizioni di stagionatura che avviene nelle caratteristiche fosse. La fossa, una volta preparata adeguatamente, viene riempita accatastando i sacchi di formaggio fino all'imboccatura; dopo un periodo di assestamento, non superiore ai 10 giorni, la fossa può essere rimboccata con aggiunta di prodotto analogo, nello spazio che si è venuto a creare. Riempita la fossa, la bocca viene coperta con teli non colorati e idonei all'uso alimentare, e/o paglia, atti a evitare la traspirazione. La fossa viene quindi chiusa tramite l'apposizione di un coperchio di legno sigillato con gesso o malta di arenaria calcidrata. Da questo momento comincia la stagionatura ed è vietata l'apertura delle fosse durante l'intero periodo della stessa che si protrae da un minimo di 80 a un massimo di 100 giorni. La sfossatura deve avvenire secondo le modalità riportate nel disciplinare di produzione.

Dal punto di vista microbiologico, gli studi più recenti sono stati condotti sulla microflora della superficie di questo formaggio da Fontana et al. (2010) sia tramite DGGE che tramite identificazione di isolati cresciuti in diversi terreni di coltura. La DGGE ha evidenziato la presenza di *Psychrobacter sp.*, *Staphylococcus equorum*, *Micrococcus luteus*, *Str. thermophilus*, *Enterococcus faecium*. Le conte batteriche hanno mostrato che gli stafilococchi e i lattobacilli sono i gruppi microbici dominanti (rispettivamente 6,21 e 6,92 log UFC/g) nella microflora di questo formaggio. *Staph. equorum*, *Staphylococcus vitulinus*, *Staphylococcus arletae* e *Lactobacillus acidipiscis* sono le specie identificate tra gli isolati. Meno recenti sono, invece, gli studi sulla microflora colonizzante la pasta del formaggio (Gobbetti et al., 1999) che avevano evidenziato la dominanza di lattobacilli mesofili (*Lactobacillus plantarum* e *Lactobacillus curvatus*), enterococchi (*E. faecium*, *Enterococcus faecalis* e *Enterococcus durans*), stafilococchi e lattobacilli termofili (*L. delbrueckii* e *Lactobacillus fermentum*).

Le caratteristiche fisico-chimiche del Formaggio di Fossa di Sogliano (tab. 3) dipendono fondamentalmente dal tipo di latte utilizzato (vaccino e/o ovino). Il formaggio prodotto con latte vaccino è caratterizzato da un maggiore contenuto di grasso rispetto al formaggio da latte ovino probabilmente a causa delle maggiori dimensioni dei globuli di grasso del latte di vacca. In generale il formaggio di Fossa di Sogliano è caratterizzato da una proteolisi

accentuata, con una distribuzione dei peptidi che dipende dal tipo di latte utilizzato, e da una concentrazione molto alta di amminoacidi liberi in particolare acido glutammico, valina, leucina e lisina. Il processo di maturazione proteolitica è governato principalmente dalle proteinasi e dalle peptidasi dei batteri lattici, che sono i maggiori responsabili della produzione dei composti azotati che compongono la frazione solubile in TCA al 12%. Il formaggio di Fossa di Sogliano è caratterizzato da un contenuto moderato e variabile di acidi grassi liberi (fino a 1460 mg/kg di formaggio) e di vitamine liposolubili (Gobetti et al., 1999).

MURAZZANO

È un formaggio a pasta molle prodotto con latte di pecora o con una miscela dello stesso con latte di vacca (60% e 40%, rispettivamente). Il latte viene trasformato a crudo o pastorizzato, eventualmente addizionato con una coltura starter naturale. La coagulazione avviene usando caglio liquido di vitello e dopo la formatura, il formaggio ottenuto viene sottoposto alla salatura che viene operata a secco. Si procede quindi con la stagionatura che si protrae per 4-10 giorni.

In letteratura non sono presenti dati sulla caratteristiche microbiologiche di questo formaggio.

Poche informazioni sono riportate in letteratura riguardo alle caratteristiche fisico-chimiche del formaggio Murazzano (tab. 3) (Zeppa, 2004).

PECORINO CROTONESE

È un formaggio a pasta semi-dura o dura, semicotta, prodotto esclusivamente con latte intero di pecora e viene commercializzato nelle diverse varianti: fresco, semiduro e stagionato, anche da grattugia. Il caglio utilizzato è quello in pasta di capretto. È consentito l'uso di sieri innesti o lattoinnesti naturali provenienti o esistenti nella zona di produzione, mentre la salatura avviene utilizzando salgemma.

La peculiare tecnologia di fabbricazione di questo formaggio a latte crudo favorisce lo sviluppo di microrganismi autoctoni che conferiscono al Pecorino Crotonese caratteristiche uniche. Randazzo et al. (2010) hanno studiato la biodiversità della popolazione batterica in campioni di formaggio prodotti in diverse aziende artigianali. *Lc. lactis* e *Str. thermophilus*,

PRODOTTO	STAGIONATURA	pH	SOSTANZA SECCA % g/100g	PROTEINE % g/100g	GRASSO % g/100g	NaCl % g/100g	pH 4,6 NS % g/100g	BIBLIOGRAFIA
Canestrato di Moliterno	6 mesi	5,32	69,1	31,6	33,1	1,6	1,4	Rubino et al. (2009)
Canestrato Pugliese	65 giorni	5,2	62-63,5	26,5	30	2,2	0,4	Albenzio et al. (2009)
	5 mesi	5,9	60,5	26,5	30	2,8	0,9	Di Cagno et al. (2004)
	10 mesi	5,40	66,5	26,6	29,6	2,9	1,2	Di Cagno et al. (2003)
Casciotta d'Urbino	3 mesi	5,05	68,8	28,5	34,5	0,6	0,8	Di Cagno et al. (2007)
Fiore Sardo	3 mesi		67,9	26,2	32,1	3,4		Piredda et al. (1996)
	4 mesi		65,1	25,5	33,0	2,8	0,9	Pirisi et al. (2007)
	6 mesi	5,27	73,0	29,9	32,5	4,7		Pisano et al. (2006)
	6 mesi		72,4	28,4	34,3	3,7		Piredda et al. (1996)
	9 mesi	5,35	74,9	31,1	32,8	4,9		Pisano et al. (2006)
	6 mesi	5,29	66,6	26,9	33,8	2,7	1,4	Gobetti et al. (1999)
Formaggio di Fossa di Sogliano	4-10 giorni		40 - 60	34 - 42	20 - 37			Zeppa et al. (2004)
Pecorino Crotonese	60 giorni	5,12-5,14	67,0-72,0	28,8-29,2	30,9-33,7	4,7-6,4		Randazzo et al. (2010)
	120 giorni	5,05-5,24	68,1-75,5	28,8-30,9	32,3-34,8	5,7-7,3		Randazzo et al. (2010)
Pecorino di Filiano	4-6 mesi	5,61	63,5	26,4	29,2	2,3	0,9	Coda et al., (2006)
	6 mesi	5,47	69,5	29,8	34,6	2,6	1,2	Rubino et al. (2009)
Pecorino di Picinisco	24 ore		56,2-64,2	26,0-30,2	25,7-31,0			Tripaldi et al. (2005)
Pecorino Romano	8 mesi	5,4-5,6	68-70	26-28	28-33	3,2-4,5	0,68-1,09	Galistu et al. (1996)
	8 mesi	5,6 - 5,9	63,7-67,6	28,0-29,5	28-30	3,2-4,5	1,0	Fox et al. (2004)
	12 mesi	5,04	65,2	27,2	29,7	8,7	0,9	Di Cagno et al. (2003)
Pecorino Sardo	2 mesi	5,56	63,1	23,8	32,1	2,1	0,4	Vodret et al. (1996)
	3 mesi	5,6-5,8	68 - 71	24 - 26	35 -37	2,1-2,4	0,34-0,53	Ledda et al. (1996)
	7 mesi	5,7	72,1	27,4	32,4	1,8		Madrau et al. (2006)
	4 mesi	5,41	63,2	28,3	31,0	1,9	0,9	La Terra et al. (2009)
Pecorino Siciliano	1 mese		58,7	22,0	30,3	1,6		Neviani et al. (1999)
	4 mesi		70,3	27,4	35,7	1,9		Neviani et al. (1999)
Piacentinu Ennese	2 mesi	5,30	67,5	26,8	35,6		0,33	Fallico et al. (2006)
	4 mesi	5,26	69,8	27,6	35,5		0,49	Fallico et al. (2006)
	6 mesi	5,32	72,0	28,8	37,2		0,43	Fallico et al. (2006)
	8 mesi	5,32	72,8	29,2	38,0		0,46	Fallico et al. (2006)
	10 mesi	5,37	73,3	29,7	37,2		0,53	Fallico et al. (2006)
	1 giorno		29,4	8,8	16,4	0,3		Giangolini et al. (2009)
Ricotta Romana	4 giorni		44,0	12,2	17,6		0,3	Coisson et al. (2000)
Robiola di Roccaverano	20 giorni	5,1	64,8	23,8				Bonetta et al. (2008)
Vastedda del Belice	24 ore		51,9	25,2	22,7	0,47		Mucchetti et al. (2008)

Tab. 3 Parametri fisico-chimici e macrocomposizione dei formaggi ovini DOP prodotti in Italia

batteri lattici starter (SLAB), sono le specie più frequentemente rinvenute nella cagliata e nei campioni di formaggio analizzati sino a 60 gg di stagionatura (8 log UFC/g), mentre dai 60 ai 120 gg prevalgono i non starter (NSLAB), soprattutto lattobacilli mesofili. Tra questi, figurano alcuni isolati della specie *Lactobacillus rhamnosus* con potenziali capacità probiotiche (Randazzo et al., 2013). Affiancando metodi di analisi classici e molecolari (DGGE), che prescindono dalla coltivazione, è stata rilevata la presenza di batteri delle specie *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus buchneri*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Enterococcus faecalis* e micrococchi. I lieviti, pur con un numero ristretto di specie, sono presenti, intorno a 5 log UFC/g, già a partire da 5 ore dopo l'immissione in salamoia, rimanendo costanti nel corso della stagionatura (Gardini et al., 2006). *Kluyveromyces lactis* e *Saccharomyces cerevisiae* sono stati isolati prevalentemente nelle prime fasi di produzione, mentre *Candida inconspicua*, *Candida intermedia*, *Pichia carsonii*, *Yarrowia lipolytica* e *Debaryomyces hansenii* dominano negli ultimi stadi di maturazione (Gardini et al., 2006; Randazzo et al., 2013).

In tabella 3 sono riportati i principali parametri fisico-chimici del Pecorino Crotonese a 60 e 120 giorni di stagionatura (Randazzo et al., 2010). Nella frazione aromatico-volatile sono stati identificati 57 composti tra cui gli esteri, gli alcoli e gli acidi sono i composti chimici più rappresentativi, mentre le aldeidi e gli idrocarburi sono presenti in concentrazione minore.

PECORINO DI FILIANO

Formaggio a pasta semi-cotta, dura, prodotto da latte crudo intero di pecora senza l'aggiunta di innesto, coagulato con caglio in pasta di agnello o capretto. La salatura avviene a secco o per via umida in salamoia mentre la stagionatura si compie in circa 6 mesi nelle tradizionali grotte di tufo o in locali sotterranei.

I batteri non starter (NSLAB) rappresentano la microflora dominante di questo formaggio. Si tratta in prevalenza di lattobacilli mesofili (>7 log UFC/g) appartenenti alle specie *Lactobacillus plantarum* e *Lb. paracasei* (Coda et al., 2006). Capece e Romano (2009) hanno studiato la parte di microflora costituita dai lieviti che colonizzano il Pecorino di Filiano artigianale durante la stagionatura. *D. hansenii* è stata la specie maggiormente isolata (96% degli isolati) durante la maturazione, mentre *K. lactis* and *Dekkera anomala* rappresentavano rispettivamente il 3 e l'1% degli isolati.

Il profilo dei macronutrienti e degli acidi grassi totali del formaggio Pecorino di Filiano è stato studiato da Rubino et al. (2009) (tab. 3). Pizzillo et al. (2000) hanno messo in evidenza come il formaggio stagionato in grotte naturali sia caratterizzato da una maturazione proteolitica e lipolitica più accentuata rispetto al formaggio stagionato in celle climatizzate. Le caratteristiche del profilo fisico-chimico, biochimico e aromatico-volatile del Pecorino di Filiano è stato riportato da Coda et al. (2006). La frazione degli amminoacidi (26,43mg/g di formaggio) è caratterizzata da un contenuto elevato di acido glutammico, con un *pattern* tipico dei formaggi semi-duri ed extra-duri. La frazione dei composti aromatico-volatili mostra livelli relativamente elevati di acidi grassi a corta catena, 2-metil chetoni e alcoli, questi ultimi rappresentati principalmente dal 1-butanolo e dall'etanolo.

PECORINO DI PICINISCO

È un formaggio ottenuto con latte crudo di pecora, è ammesso l'utilizzo di latte di capra nella misura massima del 25%, coagulato con caglio in pasta di capretto o di agnello proveniente da animali lattanti allevati nella zona di produzione. Appartiene alla categoria dei formaggi a pasta cruda ed è disponibile nelle tipologie "scamosciato" (stagionatura da 30 a 60 giorni) e "stagionato" (stagionatura oltre 90 giorni).

Al momento non è disponibile una caratterizzazione microbiologica e anche le informazioni sulla sua composizione chimica sono scarse. In tabella 3 sono riportati alcuni parametri di composizione del Pecorino di Picinisco prodotto utilizzando sia lo schema tecnologico tradizionale, che prevede la coagulazione in caldaia di rame, sia uno schema adattato al minicaseificio che prevede la coagulazione in vasca polivalente (Tripaldi et al., 2005). La percentuale di sostanza secca del formaggio a 24 ore dalla produzione è nettamente più elevata in quello derivante dalla lavorazione in caldaia (64,23 vs 56,16). Questo dato è probabilmente da attribuire a una temperatura di coagulazione più elevata di quella raggiunta nella polivalente del minicaseificio, che ha comportato un'asciugatura spinta del coagulo e di conseguenza un maggior contenuto di sostanza secca nel formaggio. Il contenuto di grasso (sulla sostanza secca) è più basso nel formaggio proveniente dal minicaseificio (45,76 vs 47,93); questo può essere dovuto all'utilizzo del tradizionale spino in legno non adeguato ai volumi di latte trasformati in caldaia.

PECORINO ROMANO

Il Pecorino Romano è un formaggio a pasta dura e semicotta, anche se nel disciplinare di produzione è riportata la dicitura «cotta». Questo formaggio è prodotto unicamente con latte fresco di pecora intero. È un formaggio di tipo industriale, la sua produzione avviene infatti in caseifici attrezzati dove la meccanizzazione è sempre più spinta. Il latte viene raccolto in bacini talvolta molto estesi, con autocisterne refrigerate per essere trasferito nei caseifici. Al momento del conferimento in caseificio il latte viene di norma termizzato a una temperatura massima di 68°C per non più di 15". La lavorazione avviene in vasche polivalenti dove il latte arriva alla temperatura di coagulazione (38°C); a questo punto viene aggiunto un innesto naturale (scotta-innesto) che ha lo scopo di ristabilire la microflora lattica, andata praticamente persa con il trattamento di termizzazione e successivamente il caglio in pasta di agnello, opportunamente disciolto in acqua tiepida in modo da ottenere una soluzione.

Il latte coagula e, quando la cagliata ha raggiunto la consistenza ottimale, si opera la rottura della stessa fino a ottenere dei granuli delle dimensioni di un chicco di grano. Tenendo la massa in continua agitazione, si prosegue poi con il riscaldamento della stessa, fino a una temperatura massima di 45-48°C. Al termine di questa fase, la cagliata viene scaricata in una vasca drenante chiamata porzionatore ove, a seguito di una pressatura più o meno leggera, si ha la perdita di una parte importante di siero. Si forma in questo modo uno strato di cagliata di una certa consistenza che viene suddiviso in blocchi che, una volta immessi in appositi stampi, vengono trasferiti in locali caldi e umidi (stufatura), al fine di favorire l'acidificazione, l'assestamento della pasta e un ulteriore spurgo. Il giorno successivo si procede alla marchiatura del formaggio con apposite matrici fornite dal Consorzio di Tutela. Il marchio comprende la denominazione di origine del formaggio e il logo (la testa stilizzata di pecora), la provincia ove è stato prodotto, la sigla del caseificio e il mese e l'anno di produzione.

La durata della stagionatura è stabilita dal disciplinare di produzione in almeno cinque mesi per il formaggio da tavola e almeno otto mesi per il formaggio da grattugia.

Str. thermophilus e *Lb. delbrueckii* (intorno a 5-6 log UFC/ml) vengono aggiunti al latte con lo scotta-innesto e sono presenti durante l'intero periodo di maturazione insieme agli enterococchi (*E. durans* and *E. faecium*, circa 7 log UFC/g), ai lattobacilli mesofili (*Lb. plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus curvatus*, circa 8 log CFU/g) e *Lb. fermentum*. Le conte di ogni

gruppo microbico variano a seconda dello stabilimento di produzione e del periodo di stagionatura del formaggio (Di Cagno et al., 2003; Scintu et al., 2007). La microflora avventizia secondaria appartiene ai generi *Staphylococcus*, *Micrococcus* e *Debaryomyces*. Lieviti e Stafilococchi (circa 4 log UFC/g) sono rappresentati da specie non patogene, saprofitiche o utili per il conferimento di caratteristiche di tipicità al formaggio, come per es. *Staphylococcus xylosus* e *D. hansenii*. *Pseudomonas* spp. e enterobatteriacee sono presenti solo nei primissimi stadi di maturazione, mentre a stagionatura più avanzata l'alta concentrazione di sale inibisce il loro sviluppo.

Le caratteristiche fisico-chimiche del Pecorino Romano sono riportate in tabella 3 (Galistu et al., 1996; Fox et al., 2004). Il processo di maturazione proteolitica nel Pecorino Romano è abbastanza modesto (Addis et al., 2005b), risulta essere abbastanza importante nei primi due mesi di stagionatura rallentando successivamente a causa dell'elevato contenuto di sale e del basso valore di umidità che caratterizza il formaggio negli ultimi mesi di maturazione. Questo comportamento è dimostrato anche dallo scarso contenuto di amminoacidi liberi (circa 53 mg/kg di formaggio) osservato nel Pecorino Romano a 12 mesi di stagionatura (Di Cagno et al., 2003). L'utilizzo in caseificazione di caglio in pasta di agnello sia di produzione artigianale che industriale non induce alcuna differenza relativamente ai parametri di macrocomposizione o all'evoluzione degli indici di proteolisi (Addis et al., 2005b). Contrariamente, l'uso del caglio in pasta di agnello di produzione artigianale, ottenuto da agnelli lattanti e macellati subito dopo la suzione, comporta differenze qualitative e quantitative nella composizione degli acidi grassi liberi del formaggio (circa 84 mmol/kg di formaggio) a causa dell'azione lipolitica della lipasi pregastrica contenuta in questo tipo di caglio. I principali composti presenti nel distillato, in corrente di vapore, del formaggio Pecorino Romano di 10 mesi di stagionatura risultano essere: acidi (C4:0 e C6:0, circa il 15%) esteri (circa il 16 %) chetoni (circa il 23%), aldeidi (circa il 9%) e lattoni (circa il 18%) (Di Cagno et al., 2003).

PECORINO SARDO

È un formaggio prodotto in due varietà: “dolce” e “maturo”. Relativamente alla varietà «maturo», è uno dei formaggi tradizionali della Sardegna da cui infatti prende il nome. La sua storia è legata ad antiche tradizioni e le prime testimonianze storiche sulla sua produzione risalgono alla fine del 1700.

Il Pecorino Sardo “dolce” è un formaggio a pasta molle con un tempo di stagionatura inferiore a due mesi, mentre la tipologia “maturo”, la cui stagio-

natura si protrae per un tempo superiore a due mesi, è un formaggio a pasta semi-cotta, semi-dura o dura. Il Pecorino Sardo è prodotto esclusivamente con latte di pecore di razza sarda allevate al pascolo. La sua produzione è tipicamente industriale e avviene, come nel caso del Pecorino Romano, nei caseifici. Per la sua produzione il latte subisce un trattamento termico di bonifica, che varia in funzione della tipologia che si intende produrre: pastorizzazione a 72°C per 15" o termizzazione a 68°C per non più di 15", per le varietà "dolce" e "maturo", rispettivamente. La coagulazione è di tipo prevalentemente presamico e viene ottenuta aggiungendo al latte il caglio liquido di vitello. La microflora lattica, fortemente compromessa dal trattamento termico subito dal latte, viene ristabilita aggiungendo allo stesso una coltura lattica naturale, un latte-innesto per la varietà "dolce" o uno scotta-innesto per la varietà "maturo". La salatura viene operata per via umida, immergendo il formaggio in salamoia per un tempo variabile in funzione della tipologia e del peso delle forme.

Lc. lactis, *Lb. delbrueckii*, *Lactobacillus helveticus*, *Lb. casei*, *Str. thermophilus* e *Enterococcus sp.* sono le specie di batteri lattici maggiormente isolate sia dal Pecorino Sardo artigianale che da quello industriale (Mannu et al., 2000b; 2002; Madrau et al., 2006).

Studi condotti sulla diversità genetica, a livello di ceppo, di lattococchi ed enterococchi, isolati da Pecorino Sardo artigianale, durante l'intero periodo di maturazione (24 h, 1 e 2 mesi), hanno mostrato un elevato livello di eterogeneità intraspecifica (Mannu et al., 1999; Mannu e Paba, 2002).

I principali parametri fisico-chimici sono riportati in tabella 3 (Ledda et al., 1996; Madrau et al., 2006). L'aumento degli indici di proteolisi WSN (azoto solubile in acqua) e NPN (azoto non proteico) durante la stagionatura è maggiore di quanto riscontrato in altre tipologie di formaggio ovino, con un contenuto di WSN/TN di circa il 32.4% nel formaggio a 7 mesi di stagionatura. Il livello di amminoacidi totali passa da 880 a 2420 mg/100g (di sostanza secca) rispettivamente nel formaggio Pecorino Sardo a 40 e 210 giorni di stagionatura. Gli acidi grassi liberi più rappresentativi sono l'acido oleico (26 % degli acidi grassi liberi totali), il palmitico (19,5 % degli acidi grassi liberi totali), il miristico (10,9 % degli acidi grassi liberi totali) la cui concentrazione aumenta durante l'intero periodo di stagionatura. Gli acidi linoleico (33,2%) e linolenico (21,9%) sono stati evidenziati invece soltanto a fine stagionatura.

Il profilo dei composti aromatico-volatili del Pecorino Sardo varia in funzione del periodo di stagionatura, infatti la concentrazione di alcuni analiti diminuisce mentre di altri aumenta con la maturazione (Larrayoz et al., 2001). Il rapporto isotopico ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) delle caseine e di alcuni amminoacidi è indi-

pendente dal periodo di stagionatura del formaggio e può essere utilizzato per identificare l'origine geografica del Pecorino Sardo (Manca et al., 2001).

PECORINO SICILIANO

È un formaggio a pasta cruda, prodotto con latte crudo intero di pecora coagulato con caglio in pasta di agnello. Il periodo di produzione è compreso tra i mesi di ottobre e giugno. La salatura viene effettuata a secco. La crosta reca impressi i segni del canestro nel quale è stata formata (canestrata), viene cappata con olio o morchia d'olio. Il periodo di stagionatura è di almeno 4 mesi e la stessa avviene in locali ad areazione naturale.

La microflora naturale del Pecorino Siciliano tradizionale è caratterizzata da un elevato livello di biodiversità, durante l'intero periodo di stagionatura. I lattobacilli mesofili sono rappresentati da *Lb. paracasei*, *Lb. plantarum*, *Lactobacillus pentosus*, *Lb. rhamnosus* e *Lb. curvatus*. Tra i cocchi sono stati identificati i generi *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* e *Streptococcus*, e le specie *E. faecium* ed *E. faecalis* (Randazzo et al., 2006; Vernile et al., 2008). Fra gli isolati della maggior parte delle specie rinvenute sono stati individuati diversi ceppi (Vernile et al., 2008). Randazzo et al. (2007, 2008) hanno valutato, tramite GC-MS, la capacità di alcuni ceppi selvaggi di produrre composti volatili dal ruolo chiave. In particolare, alcuni ceppi del genere *Lactobacillus*, appartenenti alle specie *casei*, *rhamnosus* e *plantarum*, sono risultati in grado di produrre 3-metil butan(ale)(olo), composto associato con l'aroma di fruttato.

La Terra et al. (2009) hanno riportato l'evoluzione, durante la stagionatura, di alcuni parametri chimici su un elevato numero di campioni di Pecorino Siciliano provenienti dall'intera zona di produzione. I risultati mostrati in tabella 3 sono stati ottenuti mediante l'applicazione di tecniche analitiche sia tradizionali che innovative (NIR). Un certo numero di ammine biogene (etanolamina, istamina, serotonina e tiramina) sono risultate essere rappresentative del grado di stagionatura del formaggio (Clasadonte et al., 1995). I principali amminoacidi determinati nel Pecorino Siciliano sono: acido glutammico, leucina, fenilalanina, lisina e valina.

PECORINO TOSCANO

È un formaggio a pasta cruda prodotto da latte di pecora intero in due varietà: "pasta tenera" e "pasta semi-dura". Il latte viene termizzato o pastorizzato,

inoculato con una coltura starter naturale. La coagulazione avviene mediante utilizzo di caglio di vitello (liquido o in polvere). La salatura avviene di norma per via umida mentre la stagionatura si protrae per 20-60 giorni per il tipo a “pasta tenera” e per non meno di 4 mesi per il tipo a “pasta semi-dura”.

La microflora del Pecorino Toscano, a pasta tenera o a pasta semidura, è caratterizzata da un elevato livello di biodiversità, sia a livello di specie che di ceppo (Bizzarro et al., 2000). I batteri lattici sono rappresentati principalmente da cocchi mesofili (rispettivamente circa 8-9 log UFC/g e 6-7 log UFC/g nei due tipi di formaggio) e da lattobacilli mesofili, come *Lb. curvatus*, *Lb. paracasei subsp. paracasei* e *Lb. plantarum* (circa 5-6 log UFC/g). Gli enterococchi sono presenti con cariche basse (circa 3 log UFC/g), in entrambi i tipi di formaggio.

La presenza di streptococchi e pediococchi è stata rilevata raramente e solo nel formaggio a pasta tenera. Occasionalmente, anche lieviti e muffe possono colonizzare il formaggio (Neviani et al., 1998; Pedonese et al., 2009).

La caratterizzazione chimica del formaggio Pecorino Toscano è stata riportata da Neviani et al. (1999) (tab. 3). Formaggi a diversi periodi di stagionatura (20 e 120 giorni) sono caratterizzati da un diverso contenuto di sostanza secca ma risultano esser molto simili nel contenuto di grasso e di NaCl riferito alla sostanza secca. Rampilli et al. (1997) ha riportato un incremento, durante la stagionatura, del contenuto di peptidi solubili a pH 4,6 e in particolare della frazione idrofila. Il contenuto medio di amminoacidi liberi è risultato essere di 1,83 e 5,99 g/100g (riferito alla proteina) rispettivamente nel formaggio fresco e stagionato. Il contenuto di alcuni composti volatili, tra cui: tetraidrofurano, dimetilsolfuro, 2-butanone, acido acetico, esanale, eptanale e 1-butanolo, consente di discriminare il formaggio fresco da quello stagionato.

PIACENTINU ENNESE

È un formaggio a pasta compatta pressata ottenuto con latte ovino intero, crudo. La caratteristica peculiare del Piacentinu Ennese consiste nell'aggiunta di zafferano (*Crocus sativus*) al latte durante il processo di caseificazione, il che conferisce al formaggio quel caratteristico colore giallo omogeneo più o meno intenso. Il caglio utilizzato è quello in pasta di agnello o capretto: proveniente da agnelli e capretti allevati nella zona di produzione. Anche lo zafferano deve essere prodotto nella zona di produzione. Nella pasta del formaggio può essere incorporato pepe nero (*Piper nigrum*) in grani

interi. La salatura avviene a secco e la stagionatura minima è di giorni 60 dalla data di produzione.

Allo stato attuale non sono disponibili in letteratura informazioni circa la sua microflora.

In tabella 3 è riportata la composizione chimico-fisica del Piacentinu Ennese prodotto utilizzando sia il metodo tradizionale sia utilizzando alcune innovazioni tecnologiche (pastorizzazione del latte, starter, caglio commerciale, polivalente) (Fallico et al., 2006). Nel formaggio a 10 mesi di stagionatura, i valori dell'azoto solubile a pH 4,6 e in acido tricloroacetico al 12% (11,40 e 8,10%, rispettivamente) indicano una proteolisi poco marcata. Il *pattern* elettroforetico (urea-PAGE) mostra una maggiore degradazione delle caseine α s rispetto alle caseine β . I formaggi non-tradizionali sono risultati caratterizzati da una proteolisi più accentuata rispetto a quelli tradizionali, con valori maggiori di amminoacidi liberi e peptidi idrofili. Il Piacentinu Ennese prodotto con la metodologia tradizionale è caratterizzato da una maggiore concentrazione di composti aromatico-volatili (acidi, esteri composti solforati, terpeni) rispetto al formaggio non tradizionale (Horne et al., 2005).

ROBIOLA DI ROCCAVERANO

Non è un vero e proprio formaggio ovino, ma piuttosto un formaggio ottenuto da una miscela di latti diversi (capra, pecora e vacca). È unico formaggio a coagulazione prevalentemente lattica fra i formaggi DOP italiani. Il latte viene inoculato con una coltura lattica naturale e addizionato con caglio di vitello. La coagulazione avviene alla temperatura di 18-24 °C e si completa in 8-36 ore. Dopo 48 ore il formaggio viene salato a secco e stagionato per almeno 10 giorni.

L'applicazione di tecniche sia coltura-dipendenti che coltura-indipendenti ha permesso di evidenziare differenze significative tra le produzioni artigianali e quelle industriali della Robiola di Roccaverano (Bonetta et al., 2008a, 2008b). La presenza di *Salmonella* spp., *Listeria* spp., o *Staphylococcus aureus* non è mai stata riscontrata in nessuno dei campioni analizzati. Le conte batteriche medie del formaggio fresco sono risultate significativamente più basse per il formaggio industriale rispetto a quello artigianale, mentre non sono state riscontrate differenze nelle conte delle muffe. I lattococchi generalmente sono stati contati a livelli più alti (da 6,40 a 9,64, e da 7,99 a 10,78 log UFC/g, rispettivamente nei formaggi a 0 e 20 giorni di maturazione) rispetto ai lattobacilli (da 6,42 a 9,00, e da 6,59 a 9,41). In base ai risultati

della DGGE, *Lactococcus* e *Streptococcus* sono i generi di batteri lattici più rappresentati. Alcune specie (come *Lactococcus garvieae*, *Streptococcus parauberis* e *Streptococcus macedonicus*) sono state trovate solo nei prodotti artigianali, mentre i lattobacilli non sono stati rilevati in nessun campione. La presenza di lieviti appartenenti al genere *Geotrichum* e alla specie *K. lactis* è stata riscontrata in tutti i campioni artigianali e industriali, mentre le specie *Saccharomyces exiguus*, *Saccharomyces spp.*, *Candida silvae*, *Y. lipolytica* e *Candida catenulata* sono state ritrovate solo nei formaggi artigianali e *Penicillium spp.* solamente in quelli industriali.

Le caratteristiche fisico-chimiche della Robiola di Roccaverano sono riportate in tabella 3. Recentemente è stata condotta un'indagine sulla composizione chimica del formaggio sia di produzione artigianale che industriale (Bonetta et al., 2008b), i risultati hanno messo in evidenza che solo una piccola parte della produzione risulta essere conforme al disciplinare di produzione della DOP relativamente al valore minimo di proteina e delle ceneri (34% e 3%, rispettivamente sulla sostanza secca). La stagione di produzione ha un effetto significativo sul pH, sull'umidità, sul contenuto di proteine nel formaggio di produzione artigianale, mentre nessun effetto è stato rilevato nella produzione industriale. Il profilo degli acidi grassi rivela una prevalenza di acidi grassi saturi, in particolare di acido palmitico (29% sul totale degli acidi grassi) rispetto agli acidi grassi insaturi (acido oleico 21% sul totale degli acidi grassi). Il processo di maturazione ha una debole influenza sul profilo degli acidi grassi.

VASTEDDA VALLE DEL BELICE

È l'unico formaggio di pecora a pasta filata fra i formaggi ovini DOP italiani. Il nome Vastedda deriva dalla forma che il formaggio acquisisce dopo la filatura, quando viene messa a rassodare in piatti fondi di ceramica, "vastedde". Ha una forma tipica di una focaccia con facce lievemente convesse. L'operazione della filatura avviene in maniera artigianale e richiede una abilità particolare vista la poca attitudine del latte di pecora a essere trasformato in formaggi a pasta filata. Questo formaggio è consumato fresco.

La microflora lattica autoctona della Vastedda della valle del Belice è stata oggetto di studio da parte di diversi autori, alcuni dei quali hanno comparato formaggi di produzione invernale ed estiva (Gaglio et al., 2014; Reale et al., 2007). Le conte, prevalentemente riferibili a batteri termofili di forma cocca, possono arrivare sino a 9 log CFU/g. *Listeria monocytogenes* e *Salmonella spp.*, patogeni usati come *markers* di sicurezza del cibo, ricercati in campioni

di formaggio prodotti in 7 caseifici diversi, sono risultati assenti in 25 g di ciascun campione, come prescritto dal Regolamento EC 2073/2005 (Mucchetti et al., 2008). Tra gli isolati, sono state identificate più di 20 specie di batteri lattici, ascrivibili a 6 generi (*Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* and *Pediococcus*). La particolare tecnologia di trasformazione, non prevedendo l'utilizzo di starter, comporta una acidificazione lenta della cagliata, che avviene a basse temperature, in 24-48 h, esponendo il formaggio a contaminazioni da parte di microflora indesiderata potenzialmente dannosa per la tecnologia e per il consumatore. La presenza, tra gli isolati dalla microflora naturale, di ceppi in grado di produrre, in queste stesse condizioni, batteriocine utili a contrastare la microflora potenzialmente patogena è garanzia di un prodotto sicuro e di buona qualità.

La composizione fisico-chimica della Vastedda del Belice è riportata in tabella 3. Nel formaggio a 24 ore dalla produzione il rapporto grasso/proteina varia da 0,48 to 1,18. L'artigianalità del processo di produzione è la causa principale di questa variabilità che dipende comunque, anche se in misura minore, dall'utilizzo di percentuali variabili di latte vaccino durante la produzione (Mucchetti et al., 2008).

RIASSUNTO

In Italia, la maggior parte del latte ovino è destinato alla trasformazione in formaggio. Il suo utilizzo si localizza principalmente in Sardegna, Toscana, Lazio e Sicilia. La sua trasformazione viene operata generalmente a livello industriale, anche se quantitativi significativi di latte sono trasformati a livello di minicaseifici aziendali dagli stessi allevatori.

La produzione di molti formaggi ovin italiani è regolata da marchi di protezione quali la Denominazione di Origine Protetta (DOP), che identifica un prodotto le cui fasi di produzione, trasformazione ed elaborazione devono essere effettuate in una specifica area geografica. I prodotti DOP devono attenersi a regole produttive più o meno rigide stabilite nel relativo disciplinare di produzione, mentre uno specifico organismo di controllo garantisce il rispetto di tali regole.

Le denominazioni costituiscono un elemento fondamentale per la salvaguardia della biodiversità, es. territorio, animali, microflora, pratiche e sistemi di produzione.

I formaggi ovin italiani risultano fortemente caratterizzati dalla tipicità del latte di pecora e dalle sue caratteristiche microbiologiche, essi possiedono caratteristiche peculiari in rapporto ai prodotti ottenuti con latte di vacca. Inoltre, in molti casi, viene utilizzato per la loro produzione caglio in pasta, ottenuto dall'abomaso degli agnelli o capretti lattanti. L'utilizzo di questo tipo di caglio influenza fortemente le caratteristiche chimiche e sensoriali di questi formaggi.

In questo articolo saranno discussi gli aspetti tecnologici, microbiologici e fisico-chimici dei formaggi ovin italiani.

ABSTRACT

In Italy, the main use for sheep milk is for cheese making. Its exploitation as such is more important in Sardinia, Tuscany, Lazio, and Sicily. The transformation of sheep milk into cheese is carried out mainly at industrial levels, although a significant amount of this milk is processed in small dairies by the breeders themselves.

The manufacture of many Italian sheep milk cheeses is regulated by a Protected Designation of Origin (PDO) which identifies the designation of a product of which the production, processing and preparation has to take place in a specific geographical area and has to be characterized by a recognised and approved assessment.

These designations constitute an element for the protection of the biodiversity, i.e. territory, animals, microbes, practices, and production systems. Microbiological features and diversity of sheep milk compared to the cow's milk give peculiar attributes to the cheeses. In several cases, rennet paste, produced from the abomasa of the suckling lambs or kids is used, strongly influencing chemical and sensory characteristics of the cheeses. In this review the technological, microbiological, and physico-chemical aspects of the PDO and PGI Italian sheep dairy products are reported.

BIBLIOGRAFIA

- ADDIS M., PIREDDA G., PES M., DI SALVO R., SCINTU M.F., PIRISI A. (2005b): *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.
- 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.
- ADDIS M., PIRISI A., DI SALVO R., PODDA F., PIREDDA G. (2005a): *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.
- ALBENZIO M., CORBO M.R., REHMAN S.U., FOX P.F., ANGELIS M., DE CORSETTI A., SEVI A., GOBBETTI M. (2001): *Microbiological and biochemical characteristics of Canestrato Pugliese cheese made from raw milk, pasteurized milk or by heating the curd in hot whey*, «Int. J. Food Microbiol.», 67, pp. 35-48.
- AQUILANTI L., DELL'AQUILA L., ZANNINI E., ZOCCHETTI A., CLEMENTI F. (2006): *Resident lactic acid bacteria in raw milk Canestrato Pugliese cheese*, «Lett. Appl. Microbiol.», 43, pp. 161-167.
- BONETTA S., BONETTA S., CARRARO E., RANTSIOU K., COCOLIN L. (2008a): *Microbiological characterisation of Robiola di Roccaverano cheese using PCR-DGGE*, «Food Microbiol.», 25, pp. 786-792.
- BONETTA S., COISSON J.D., BARILE D., BONETTA S., TRAVAGLIA F., PIANA G., CARRARO E., ARLORIO M. (2008b): *Microbiological and chemical characterization of a typical Italian cheese: Robiola di Roccaverano*, «J. Agric. Food Chem.», 56, pp. 7223-7230.
- CAPECE A., ROMANO P. (2009): *Pecorino di Filiano cheese as a selective habitat for the yeast species. Debaryomyces hansenii*, «Int. J. Food Microbiol.», 132, pp. 180-184.
- CLASADONTE M.T., ZERBO A., CUCCIA T. (1995): *Variation of biogenic amines in Pecorino Siciliano cheese in relation to the ripening process*, «Ind. Alimentaria», 34, pp. 599-603.

- CODA R., BRECHANY E., DE ANGELIS M., DE CANDIA S., DI CAGNO R., GOBBETTI M. (2006): *Comparison of the compositional, microbiological biochemical, and volatile profile characteristics of nine Italian Ewes' milk cheeses*, «J. Dairy Sci.», 89, pp. 4126-4143.
- COISSON J.D., ARLORIO M., MARTELLI A. (2000): *Chemical characterization of Robiola di Roccaverano DOP cheese*, «Sci. Tecn. Latt-Cas.», 51, pp. 38-49.
- COMUNIAN R., DAGA E., DUPRÉ I., PABA A., DEVIRGILIIS C., PICCIONI V., PEROZZI G., ZONENSCHAIN D., REBECCHI A., MORELLI L., DE LORENTIIS A., GIRAFFA G. (2010a): *Susceptibility to tetracycline and erythromycin of Lactobacillus paracasei strains isolated from traditional Italian fermented foods*, «Int. J. Food Microbiol.», 138, pp. 151-156.
- COMUNIAN R., PABA A., DAGA E., DUPRÉ I., SCINTU M.F. (2010b): *Traditional and innovative production methods of Fiore Sardo cheese: a comparison of microflora with a PCR-culture technique*, «Int. J. Dairy Technol.», 63, pp. 224-233.
- COSENTINO S., PISANO M.B., CORDA A., FADDA M.E., PIRAS C. (2004): *Genotypic and technological characterization of enterococci isolated from artisanal Fiore Sardo cheese*, «J. Dairy Res.», 71, pp. 444-450.
- DI CAGNO R., BANKS J., SHEENAN L., FOX P.F., BRECHANY E.Y., CORSETTI A., GOBBETTI M. (2003): *Comparison of the microbiological, compositional, biochemical, volatile profile and sensory characteristics of three Italian PDO ewe's milk cheeses*, «Int. Dairy J.», 13, pp. 961-972.
- DI CAGNO R., BUCHIN S., DE CANDIA S., DE ANGELIS M., FOX P.F., GOBBETTI M. (2007): *Characterization of Italian Cheeses ripened under nonconventional conditions*, «J. Dairy Sci.», 90, pp. 2689-2704.
- DI CAGNO R., UPADHYAY V.K., MCSWEENEY P.L.H., CORBO M.R., FACCIA M., GOBBETTI M. (2004): *Microbiological, compositional and biochemical characterisation of PDO Canestrato Pugliese cheese*, «Ital. J. Food Sci.», 16, pp. 45-58.
- FACCIA M., GAMBACORTA G., LAMACCHIA C., DI LUCCIA A. (2004): *Evolution of sugars and organic acids in Canestrato Pugliese cheese*, «Sci. Tecn. Latt. Cas.», 55, pp. 53-62.
- 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.
- FONTANA C., CAPP A., REBECCHI A., COCCONCELLI P.S. (2010): *Surface microbiota analysis of Taleggio, Gorgonzola, Casera, Scimudin and Formaggio di Fossa Italian cheeses*, «Int. J. Food Microbiol.», 138, pp. 205-211.
- FOX P.F., MCSWEENEY P.L.H., COGAN T.M., GUINEE T.P. (2004): *Italian cheeses*, in FOX P.F. (Ed.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, 2, Third ed. Chapman & Hall, London, pp. 282-283.
- GAGLIO R., FRANCESCA N., DI GERLANDO R., CRUCIATA M., GUARCELLO R., PORTOLANO B., MOSCHETTI G., SETTANNI L. (2014): *Identification, typing and investigation of the dairy characteristics of lactic acid bacteria isolated from "Vastedda della valle del Belice" cheeses*, «Dairy Science and Technology», 94, pp. 157-180.
- GALISTU G., PIREDDA G., PIRISI A., SCINTU M.F., LEDDA A. (1996): *Pecorino Romano hard cooked ewe's milk cheese*, International Symposium EAAP-CIHEAM-FAO, 29 Septembre-2 October, Badajoz Spain.
- GARDINI F., TOFALO R., BELLETTI N., IUCCI L., SUZZI G., TORRIANI S., GUERZONI M.E., LANCIOTTI R. (2006): *Characterization of yeasts involved in the ripening of Pecorino Crotonese cheese*, «Food Microbiology», 23, pp. 641-648.

- GOBBETTI M., FOLKERTSMA B., FOX P.F., CORSETTI A., SMACCHI E., DE ANGELIS M., ROSSI J., KILCAWLEY K., CORTINI M. (1999): *Microbiology and biochemistry of Fossa (pit) cheese*, «International Dairy Journal», Vol. 9 (11), pp. 763-773.
- GOBBETTI M., FOLKERTSMA B., FOX P.F., CORSETTI A., SMACCHI E., DE ANGELIS M., ROSSI J., KILCAWLEY K., CORTINI M. (1999): *Microbiology and biochemistry of Fossa (pit) cheese*, «Int. Dairy J.», 9, pp. 763-773.
- 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.
- LA TERRA F., MANENTI M., SCHADT I., RIOVANTO R., CARPINO S. (2009): *Quality and aging determination of Pecorino Siciliano PDO using innovative techniques*, «Sci. Tecn. Latt. Cas.», 60, pp. 287-297.
- LEDDA A., SCINTU M.F., PIRISI A., PIREDDA G. (1996): *Pecorino Sardo semi-cooked ewe's milk cheese*, International Symposium EAAP-CIHEAM-FAO, 29 Settembre-2 October, Badajoz Spain.
- MADRAU M.A., MANGIA N.P., MURGIA M.A., SANNA M.G., GARAU G., LECCIS L., CARREDDA M., DEIANA P. (2006): *Employment of autochthonous microflora in Pecorino Sardo cheese manufacturing and evolution of physicochemical parameters during ripening*, «Int. Dairy J.», 16, pp. 876-885.
- MANCA G., CAMIN F., COLORU G.C., DEL CARO A., DEPENTORI D., FRANCO M.A., VERSINI G. (2001): *Characterization of the geographical origin of Pecorino Sardo cheese by casein stable isotope $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ and $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ratios and free amino acid ratios*, «J. Agric. Food Chem.», 49, pp. 1404-1409.
- MANCA G., FRANCO A.M., DEL CARO A., COLORU G.C. (1999): *The role of the free amino acids in characterising "Pecorino Romano" cheese*, «J. Commodity Sci.», 38, pp. 167-179.
- MANGIA N.P., MURGIA M.A., GARAU G., SANNA M.G., DEIANA P. (2008): *Influence of selected lab cultures on the evolution of free amino acids, free fatty acids and Fiore Sardo cheese microflora during the ripening*, «Food Microbiol.», 2, pp. 366-377.
- MANNU L., COMUNIAN R., SCINTU M.F. (2000a): *Mesophilic lactobacilli in Fiore Sardo cheese: PCR-identification and evolution during cheese ripening*, «Int. Dairy J.», 10, pp. 383-389.
- MANNU L., PABA A. (2002): *Genetic diversity of lactococci and enterococci isolated from home-made Pecorino Sardo ewes' milk cheese*, «J. Appl. Microbiol.», 92, pp. 55-62.
- MANNU L., PABA A., DAGA E., COMUNIAN R., ZANETTI S., DUPRÈ I., SECHI L.A. (2003): *Comparison of the incidence of virulence determinants and antibiotic resistance between Enterococcus faecium strains of dairy, animal and clinical origin*, «Int. J. Food Microbiol.», 88, pp. 291-304.
- MANNU L., PABA A., PES M., FLORIS R., SCINTU M.F., MORELLI L. (1999): *Strain typing among enterococci isolated from home-made Pecorino Sardo cheese*, «FEMS Microbiol. Lett.», 170, pp. 25-30.
- MANNU L., PABA A., PES M., SCINTU M.F. (2000b): *Genotypic and phenotypic heterogeneity among lactococci isolated from traditional Pecorino Sardo cheese*, «J. Appl. Microbiol.», 89, pp. 191-197.
- MANNU L., RIU G., COMUNIAN R., FOZZI C.M., SCINTU M.F. (2002): *A preliminary study of lactic acid bacteria in whey starter culture and industrial Pecorino Sardo ewe's milk cheese: PCR-identification and evolution during ripening*, «Int. Dairy J.», 12, pp. 17-26.
- MUCCHETTI G., BONVINI B., REMAGNI M.C., GHIGLIETTI R., LOCCI F., BARZAGHI S., FRANCOLINO S., PERRONE A., RUBILONI A., CAMPO P., GATTI M., CARMINATI D.

- (2008): *Influence of cheese-making technology on composition and microbiological characteristics of Vastedda cheese*, «Food Control», 19, pp. 119-125.
- NEVIANI E., BIZZARRO R., RIGHINI A., TOPPINO P.M., MUCCHETTI G. (1999): *Il formaggio Pecorino Toscano*, «Quaderno ARSIA», 7/99.
- PINNA G., PIRISI A., PIREDDA G., ADDIS M., DI SALVO R. (1999): *Effect of milk thermization on Fiore Sardo D.O.P. cheese 2. The progress of lipolysis during ripening*, «Sci. Tecn. Latt. Cas.», 50, pp. 366-377.
- PIOMBINO P., PESSINA R., GENOVESE A., LISANTI M.T., MOIO L. (2008): *Sensory profiling, volatiles and odor-active compounds of Canestrato Pugliese PDO cheese made from raw and pasteurized ewe's milk*, «Ital. J. Food Sci.», 20, pp. 225-237.
- PIREDDA G., PIRISI A., SCINTU M.F., ADDIS M., LEDDA A., CHIANESE L. (1996): *Fiore Sardo hard uncooked ewe's milk cheese*, International Symposium EAAP-CIHEAM-FAO, 29 Settembre-2 October, Badajoz Spain.
- 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.
- PIRISI A., PINNA G., PAPOFF C.M. (1999): *Effect of milk thermization on Fiore Sardo DOP cheese 1. Physico-chemical characteristics*, «Sci. Tecn. Latt. Cas.», 50, pp. 353-366.
- 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.
- RAMPILLI M., TOPPINO P.M., RAJA V., DAGHETTA A. (1997): *Cheese ripening: evaluation of the peptide fraction soluble at pH 4.6 by reversed-phase HPLC*, «Sci. Tecn. Latt. Cas.», 48, pp. 33-42.
- RANDAZZO C.L., PITINO I. E CAGGIA C. (2013): *Pecorino Crotonese cheese: a source of microbial biodiversity with potential probiotic features*, in *Handbook of cheese in health: Production, nutrition and medical sciences*, a cura di Victor R. Preedy, Ronald Ross Watson, Vinood B. Patel, Wageningen Academic Publishers.
- RANDAZZO C.L., LUCA S., DE TODARO A., RESTUCCIA C., LANZA C.M., SPAGNA G., CAGGIA C. (2007): *Preliminary characterization of wild lactic acid bacteria and their abilities to produce flavour compounds in ripened model cheese system*, «J. Appl. Microbiol.», 103, pp. 427-435.
- RANDAZZO C.L., PITINO I., LUCA S., DE SCIFO G.O., CAGGIA C. (2008): *Effect of wild strains used as starter cultures and adjunct cultures on the volatile compounds of the Pecorino Siciliano cheese*, «Int. J. Food Microbiol.», 122, pp. 269-278.
- RANDAZZO C.L., VAUGHAN E.E., CAGGIA C. (2006): *Artisanal and experimental Pecorino Siciliano cheese: microbial dynamics during manufacture assessed by culturing and PCR-DGGE analyses*, «Int. J. Food Microbiol.», 109, pp. 1-8.
- 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.
- REALE S., VITALE F., SCATASSA M.L., CARACAPPA S., CURRÒ V., TODARO M. (2007): *Molecular characterization of dominant bacterial population in "Vastedda della Valle del Belice" cheese: preliminary investigation*, «Italian Journal Animal Science», 6 (1), pp. 595-597.
- RUBINO R., PIZZILLO M., MORONE G., SCHETTINO M.V., DI NAPOLI M.A., CLAPS S. (2009): *Stabilità delle produzioni casearie ovine lucane e strumenti per una diagnosi veloce*, «Sci. Tecn. Latt. Cas.», 60, pp. 149-153.

- SCINTU M.F., MANNU L., MULARGIA A.F., COMUNIAN R., DAGA E., PABA A., GALISTU G. (2007): *Microbiological characteristics of ewe's milk and Pecorino Romano PDO Cheese. The Challenge to Sheep and Goats Milk Sectors*, S.I. IDF 0801/Part 4, pp. 357-359.
- TRIPALDI C., CAPORRO P., PANDOZY G., PERRELLA P. (2005): *Introduzione di un minicaseificio in un'azienda ovicaprina*, collana dei Servizi di Sviluppo Agricolo, Arsial Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio.
- VERNILE A., BERESFORD T.P., SPANO G., MASSA S., FOX P.F. (2007): *Chemical studies of Pecorino Siciliano cheese throughout ripening*, «Milchwissenschaft», 62, pp. 280-284.
- VERNILE A., GIAMMANCO G., SPANO G., BERESFORD T.P., FOX P.F., MASSA S. (2008): *Genotypic characterization of lactic acid bacteria isolated from traditional Pecorino Siciliano cheese*, «Dairy Sci. Technol.», 88, pp. 619-629.
- VODRET A., CAMPUS R.L., DEIANA P., CATZEDDU P., SOLETTA M., CICU I. (1996): *Pecorino Sardo*, in LEMBO P. (Ed.), *I prodotti caseari del mezzogiorno*, Vol. II, *Caratterizzazione analitica e compositiva*, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Rome, IT, pp. 475-482.
- ZEPPA G. (2004): *Murazzano*, available from: <http://dairyscience.info/cheeses-of-the-piedmont-region-of-italy/73-murazzano.html> (accessed: 08.10.14).

Formaggi da latte di pecora. Aspetti nutrizionali

INTRODUZIONE

Le caratteristiche nutrizionali dei formaggi dipendono sia dalla composizione del latte impiegato, sia dalle attività microbiche che si sviluppano all'interno del formaggio a carico di tutti gli elementi nutritivi (carboidrati, lipidi e proteine), in conseguenza dell'aggiunta degli starter batterici e, nel caso dei formaggi a latte crudo, anche della flora microbica spontanea presente nella materia prima.

In riferimento alla composizione della materia prima, la tecnica di allevamento e il regime alimentare sono in grado di modificare profondamente il profilo lipidico del latte e la presenza di acidi grassi ad azione bioattiva, mentre è molto limitata l'influenza sul profilo proteico, minerale e glucidico, che dipendono prevalentemente da fattori genetici e fisiologici. Ne consegue che, tra i diversi tipi di formaggi ovini DOP che si possono trovare sul mercato, le eventuali differenze nutrizionali sono da ascrivere principalmente alla frazione lipidica (qualora le condizioni di allevamento e di alimentazione dei greggi differiscano significativamente tra gli areali di produzione) e alla tecnologia di trasformazione (ad esempio l'utilizzo o meno di latte crudo, la tipologia di starter batterici utilizzati e la lunghezza del periodo di stagionatura).

Relativamente alla lunghezza della stagionatura, le differenze nutrizionali maggiori sono dovute al grado di proteolisi e di lipolisi a opera degli enzimi batterici ed endogeni e alla eventuale presenza di residui di lattosio, in funzione della lunghezza della stagionatura.

* Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari, Agro-ambientali, Università di Pisa

** Dipartimento di Agraria, Università di Sassari

Nella presente rassegna, pertanto, sarà posta particolare attenzione alla frazione lipidica del latte ovino utilizzato per la produzione dei diversi tipi di formaggi DOP e alle eventuali differenze che si possono ritrovare nelle altre componenti nutrizionali dei formaggi, in conseguenza delle diverse tecnologie di trasformazione adottate.

LA FRAZIONE LIPIDICA DEI FORMAGGI OVINI DOP

I formaggi ovini DOP sono prodotti prevalentemente con latte intero e sottoposti a stagionatura che varia da un minimo di un mese fino anche a 12 mesi, di conseguenza il contenuto di grasso del prodotto finale è piuttosto variabile, anche se generalmente superiore al 30%. Data la grande variabilità della lunghezza del periodo di stagionatura e le differenze in termini di tecnica di trasformazione e di tipologia di starter batterici utilizzati, il grado di lipolisi osservato nei diversi formaggi DOP è altrettanto variabile, ma con valori inferiori a 1,0-1,3 g/kg di formaggio (Pirisi et al., 2011).

Il grasso del latte dei piccoli ruminanti contiene naturalmente diverse sostanze che hanno dimostrato di possedere proprietà benefiche per la salute umana. Tale aspetto va a controbilanciare le critiche spesso rivolte ai formaggi e latticini in virtù del loro contenuto di acidi grassi ad azione ipercolesterolemizzante. Il contenuto di sostanze bioattive del latte può essere opportunamente potenziato attraverso sistemi di alimentazione naturali e rispettosi del benessere degli animali. Nel caso dei formaggi ovini, numerose ricerche si sono concentrate sull'arricchimento del latte con acidi grassi (AG) di cui sono note specifiche proprietà bioattive; tra questi l'acido vaccenico (VA, C18:1 t11), l'acido linoleico coniugato (CLA, C18:2 c9t11) e l'acido α -linolenico (ALA, C18:3n-3).

Il CLA è un acido grasso con numerose funzioni biologiche, ma le più importanti sono quella anticancerogena (confermata per il momento solo su animali da laboratorio e su colture cellulari), antinfiammatoria e anticolesterolemica. Il CLA è un componente funzionale del latte dei ruminanti e, in tal senso, i formaggi sono considerati una delle fonti alimentari più importanti nella dieta dell'uomo. Il latte ovino, rispetto a quello bovino, contiene quantità 3-4 volte superiori di VA e di CLA (Nudda et al., 2005; Bailoni e Buccioni, 2014).

Il contenuto di VA e di CLA nel latte e nei formaggi ovini è strettamente correlato grazie al fatto che questi due acidi grassi sono coinvolti in meccanismi metabolici comuni sia a livello ruminale sia nella ghiandola mammaria.

	VA	CLA	ALA	RIFERIMENTO
Pecorino Romano	3.33	1.69	0.95	Nudda et al. (2005)
Pecorino Sardo	3.12	1.56	1.32	Nudda et al. (dnp)
Pecorino Sardo	2.66	1.36	1.04	Addis et al. 2013
Fiore Sardo	2.65	1.50	0.92	Nudda et al. (dnp)
Pecorino Toscano	3.31	1.73	0.95	Buccioni et al., 2010
Pecorino Toscano	3.40	1.43	0.7	Buccioni et al., 2012
Pecorino Toscano	2.60	1.32	0.92	Mele et al., 2010

Tab. 1 *Contenuto di acido vaccenico (VA), acido linoleico coniugato (CLA) e di acido alfa-linolenico (ALA) in alcune tipologie di formaggi ovini DOP*

Formaggi con elevati contenuti di CLA, pertanto sono caratterizzati anche da elevati contenuti di VA. Il ruolo biologico del VA, per molti anni, è stato considerato in maniera negativa, data l'appartenenza di questa sostanza alla categoria degli acidi grassi trans, di cui è noto il loro effetto ipercolesterolemizzante, superiore anche a quello proposto per gli acidi grassi saturi (Hornstra, 1999). Recenti studi hanno tuttavia evidenziato che il VA è in grado di svolgere un'azione sinergica con il CLA nel controllo del colesterolo ematico (Jacome-Sosa et al., 2010).

Il formaggio ovino contiene anche discrete quantità di ALA, mediamente doppie rispetto a quelle riscontrabili nei formaggi bovini. Questo acido grasso, oltre a svolgere il ruolo di precursore degli altri acidi grassi polinsaturi omega-3 a più lunga catena, ha un'azione bioattiva indipendente, riconosciuta anche dall'EFSA che ha fissato anche dei valori di dose giornaliera raccomandata (RDA, 2g/d), affinché possa espletarsi un'azione di controllo del colesterolo plasmatico (EFSA, 2009).

Affinché il contenuto di questi acidi grassi possa essere massimizzato nel latte e, a seguito della trasformazione casearia, anche nel formaggio, un ruolo centrale è svolto dall'alimentazione al pascolo e dall'ottimizzazione delle tecniche di pascolamento (Mele, 2009). Diversi studi hanno dimostrato, infatti, che l'erba verde rappresenta un'eccellente fonte alimentare di ALA per le pecore e che un regime alimentare basato sul pascolo è una delle migliori strategie per spostare il profilo degli acidi grassi del latte verso un maggior contenuto delle sostanze bioattive sopra riportate. È noto che l'allevamento della pecora nell'Italia centro-meridionale e insulare, dove si produce la quasi totalità dei formaggi DOP da latte ovino, è fortemente basato su sistemi semi-estensivi che utilizzano per almeno la metà del ciclo produttivo il pascolo come principale fonte di nutrimento per gli animali. Fortunatamente, come è stato dimostrato sia per il Pecorino Sardo sia per il Pecorino Toscano, il processo di caseificazione non sembra alterare il profilo degli acidi

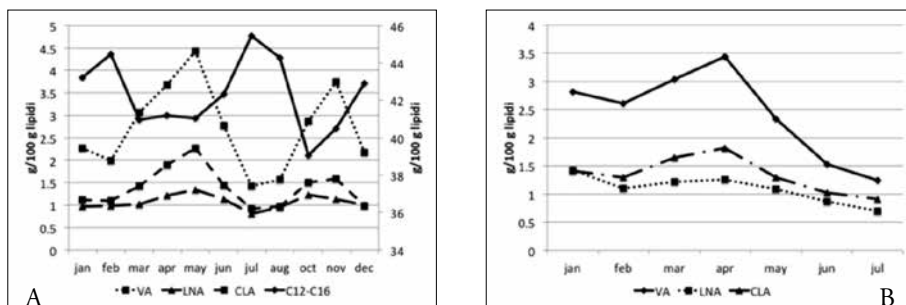


Fig. 1 Andamento stagionale del contenuto di acidi grassi saturi a media catena (C12-C16), acido vaccenico (VA), acido linoleico coniugato (CLA) e di acido alfa-linolenico (ALA) nel Pecorino Toscano (A) e nel Pecorino Sardo (B)

grassi del latte, pertanto i miglioramenti che si ottengono sul profilo lipidico del latte si ritrovano specularmente nei prodotti lattiero-caseari (Nudda et al., 2005; Buccioni et al., 2010).

Gli effetti positivi del pascolo sul contenuto di ALA, VA e CLA nel latte sono legati all'elevato contenuto di ALA nel foraggio verde, questo acido grasso è parzialmente bioidrogenato in VA nel rumine e, quest'ultimo, a sua volta parzialmente convertito in CLA nei tessuti, compreso quello mammario, per azione dell'enzima stearoil-CoA desaturasi (Mele, 2009). Tutti gli interventi che massimizzano la disponibilità di pascolo durante l'anno e/o ne migliorano la composizione attraverso l'inserimento di specifiche essenze foraggere (Addis et al., 2005) possono portare a incrementi significativi del contenuto di acidi grassi bioattivi nel latte e nel formaggio (Nudda et al., 2003). In mancanza di interventi specifici la concentrazione di VA, CLA e ALA nel latte segue l'andamento stagionale (fig. 1) caratteristico della disponibilità quanti-qualitativa di pascolo con un picco nel periodo primaverile (Nudda et al., 2005; Mele e Banni, 2010).

Le caratteristiche pedoclimatiche dell'Italia centro-meridionale, tuttavia, non consentono di disporre per lunghi periodi del pascolo come risorsa alimentare e, pertanto, è necessario applicare strategie nutrizionali integrative, che garantiscano livelli costanti di arricchimento del latte durante l'intera stagione produttiva. In tal senso l'introduzione di fonti di grasso vegetale nella dieta dei piccoli ruminanti si è dimostrata una strategia efficace (Mele et al., 2011; Nudda et al., 2014).

Il grande interesse della ricerca per questi acidi grassi ad azione bioattiva ha recentemente trovato un'importante conferma nei risultati di studi clinici che hanno valutato l'effetto di pecorini arricchiti in VA, CLA e ALA sull'uomo. Ad esempio, in soggetti clinicamente sani, il consumo di

TIPO DI FORMAGGIO	COLESTEROLO	α -TOCOFEROLO	TRANS-RETINOLO	13-CIS-RETINOLO
Pecorino Romano	88.7	911.7	420.1	85.6
Pecorino sardo	78.1	807.1	376.2	77.5
Fiore sardo	98.0	1001.4	538.7	85.3
Canestrato pugliese	92.0	207.6	242.9	29.5
Pecorino Toscano	93.5	831.2	492.1	85.4
*il beta-carotene non è stato rilevato in nessun campione				

Tab. 2 *Colesterolo (mg/100g parte edibile), α -tocoferolo, trans-retinolo e 13-cis retinolo (μ g/100g parte edibile) nei formaggi ovini DOP italiani (da Manzi et al. 2007)*

200 g/settimana, per dieci settimane, di un pecorino con contenuti medio-alti di VA e RA (3,26 e 1,56 g/100 lipidi, rispettivamente), rispetto a un formaggio di controllo con concentrazioni di VA e RA inferiori (0,4 e 0,19 g/100 lipidi, rispettivamente), ha ridotto la concentrazione ematica di citochine pro-infiammatorie (Sofi et al., 2010). Il consumo di 90 g/d per tre settimane di pecorino naturalmente arricchito in VA, CLA e ALA (rispettivamente 6,3; 2,5 e 2,1 g/100 g di grasso) rispetto a un pecorino di controllo (rispettivamente 1,7, 0,8 e 0,6 g /100 g di grasso), ha ridotto la concentrazione ematica di colesterolo LDL del 7% in individui ipercolesterolemici e ha indotto una marcata riduzione della concentrazione ematica di un endocannabinoido chiamato anandamide, che si pensa implicato sia nella risposta infiammatoria sia, più in generale, nei fenomeni dislipidemici (Pintus et al., 2013).

Per quanto riguarda le componenti della frazione insaponificabile del grasso del formaggio, quella presente in maggiore quantità è sicuramente il colesterolo il cui contenuto in 100 g di formaggio oscilla tra 80 e 90 mg, a prescindere dalla tipologia di Pecorino e dal suo contenuto in grasso totale (tab. 2). Il contenuto di retinolo è particolarmente importante nei diversi tipi di Pecorino, in quanto oscilla tra circa 240 μ g/100g parte edibile (p.e.) a più di 500 μ g/100g p.e. Questo vuol dire che 100 g di pecorino possono coprire dal 50 al 100% del fabbisogno giornaliero di retinolo nei bambini e adolescenti e una quota molto importante anche dei fabbisogni per uomini e donne adulte (Società Italiana Nutrizione Umana, 2012). Da sottolineare che nel formaggio di pecora non si ritrovano carotenoidi in quanto la pecora trasforma molto efficientemente i carotenoidi assunti con la dieta in retinolo (Yang et al., 1992). Molto importanti sono anche gli apporti di vitamina E, che raggiungono anche contenuti di 1 mg/100 g di formaggio e mediamente valori più elevati di quelli riscontrabili in formaggi bovini come il Parmigiano Reggiano o il Grana Padano, grazie al largo ricorso al pascolo nei sistemi di allevamento della pecora da latte.

LA FRAZIONE PROTEICA DEI FORMAGGI OVINI DOP

Il contenuto di proteina dei formaggi pecorini rappresenta dal 25 al 30% del peso totale e comprende una quota di proteina degradata (costituita prevalentemente da aminoacidi liberi) che varia in funzione del trattamento termico cui è sottoposto il latte, del grado di stagionatura del formaggio e del potere proteolitico degli enzimi endogeni e dei batteri lattici coinvolti nel processo di trasformazione e maturazione. In media il valore di azoto solubile rispetto a quello totale nei pecorini DOP varia tra il 22 e il 30%, qualche punto percentuale in meno dei valori riscontrabili sui formaggi bovini a lunga stagionatura come il Parmigiano Reggiano (Gobetti et al., 2002). Il processo di degradazione proteica riveste un ruolo particolarmente importante dal punto di vista nutrizionale determinando sia un aumento della digeribilità della proteina per incremento degli aminoacidi liberi sia la liberazione di peptidi bioattivi (tab. 3), ovvero peptidi che hanno una potenziale azione benefica sulla salute dell'uomo. Durante l'idrolisi enzimatica (che avviene durante la digestione e/o nel corso della stagionatura) le proteine del latte possono rilasciare frammenti di peptidi con funzioni biologiche specifiche come attività anti-ipertensiva, antimicrobica, opioide, antiossidante, immunomodulante, e di legame degli elementi minerali (Park et al., 2007).

Nei formaggi ovini sono stati recentemente identificati peptidi bioattivi con proprietà immunologica, ACE-inibitoria, antibatterica, antiossidante, anticarcinogenica e oppioide (Pisanu et al., 2014). Peptidi ad attività antimicrobica sono stati identificati anche nei DOP Pecorino Romano e Canestrato Pugliese (Rizzello et al., 2005). L'attività proteolitica è originata sia da enzimi naturalmente presenti nel latte sia da enzimi apportati da batteri lattici o da fonti esogene, che, nel complesso contribuiscono alla generazione dei peptidi bioattivi (Smacchi e Gobetti, 2000).

Il tipo e la quantità di biopeptidi sono influenzati anche dal trattamento termico del latte prima della trasformazione casearia. Infatti, il maggior numero di peptidi con azione immunomodulante e ACE-inibitore si ritrova nei formaggi ottenuti da latte non pastorizzato (Pisanu et al., 2014). Notevole importanza riveste sul contenuto in biopeptidi anche il tempo di stagionatura dei formaggi, in quanto alcuni biopeptidi liberati dall'attività proteolitica durante la stagionatura potrebbero essere degradati in frammenti inattivi in seguito a proteolisi molto estesa.

Durante la stagionatura, inoltre, l'attività proteolitica più o meno intensa può dare origine a diverse quantità di aminoacidi liberi. Ad esempio, nel Canestrato Pugliese l'intensità della attività proteolitica, espressa dalla quantità

FORMAGGIO	PROTEINA	FRAMMENTO PEPTIDICO	PEPTIDE	AZIONE BIOLOGICA
Pecorino Romano	α S1-CN	f22-30	α S1-casochinina	ACE-inibitore
	α S1-CN	f10-21	Isracidina	antimicrobica
	α S1-CN	f24-31		antimicrobica
	β -CN	f155-163		antimicrobica
Canestrato Pugliese	β -CN	f183-188		antimicrobica
	β -CN	f183-188		antimicrobica

Tab. 3 Esempi di alcuni peptidi bioattivi identificati nei formaggi ovini DOP (da Rizzello et al., 2005)

	FENILAL	ISOL.	ISTIDIN	LEUC.	LISINA	MET.	TREON	TRIPT.	VALINA	AA TOT
P. sardo maturo ¹	2.73	2.26	0.58	4.28	3.63	1.48	0.69	0.11	3.18	33.56
P. sardo maturo* ¹	3.78	3.13	0.80	5.94	5.03	2.06	0.96	0.16	4.41	43.83
P. sardo dolce ²	0.12	0.06	0.02	0.32	0.16	0.10	0.01	0.01	0.32	1.95
Fiore Sardo ²	1.09	1.23	0.04	2.72	0.28	0.72	0.15	0.08	1.26	10.22
Fiore Sardo* ²	1.20	1.26	0.04	2.77	0.29	0.74	0.16	0.08	1.28	10.40
Canestrato P. ³	5.88	6.54	3.82	10.99	13.31	3.25	3.23	0.03	8.33	104.9
P. Sardo ⁴	2.60	2.42	1.51	2.60	2.76	1.57	0.66	-	1.69	31.00
* con aggiunta di starter autoctoni										
¹ Madrau et al., 2006										
² Mangia et al., 2013										
³ Corbo et al., 2001										
⁴ Coda et al., 2006										

Tab. 4 Contenuto in aminoacidi essenziali liberi nei formaggi Pecorino Sardo DOP e Fiore Sardo DOP a 210 giorni di stagionatura (mg/g di formaggio)

di aminoacidi liberi, è maggiore rispetto a quella riscontrata sia per il Fiore Sardo sia per il Pecorino Romano, a parità di stagionatura (rispettivamente 123,4; 53.4 e 87.0 mg di AA/kg di formaggio; Di Cagno et al. 2003). La α S1-CN è maggiormente idrolizzata rispetto alla β -CN sia nel Canestrato Pugliese sia nel Fiore Sardo (Albenzio et al., 2001; Di Cagno et al., 2003), mentre altri autori hanno riportato una idrolisi quasi completa della β -CN in Pecorino Romano a un anno di maturazione (Fox & Guinee, 1987). Il tempo di stagionatura, in effetti, ha un ruolo fondamentale sulla formazione di AA liberi, come evidenziato in tabella 4, dal confronto fra Pecorino Sardo maturo (210 giorni di stagionatura) e Pecorino Sardo dolce (40 gg di stagionatura). È evidente inoltre come la quantità di AA liberi essenziali, a 210 gg di maturazione, nel Pecorino Sardo sia influenzata positivamente dall'aggiunta di starter autoctoni (Madrau et al., 2006). Questo effetto non è stato riscontrato in uno studio successivo sul Fiore Sardo, probabilmente in funzione del fatto che per la produzione di quest'ultimo è previsto l'impiego di latte crudo che

	CAPRA	PECORA	VACCA
Calcio (mg/kg)	1260	1950	1200
Fosforo (mg/kg)	970	1240	920
Ca/P	1.3	1.3	1.3
Potassio (mg/kg)	1900	1360	1500
Sodio (mg/kg)	380	440	450
Cloro (mg/kg)	1600	1100	1100
Ferro (µg/kg)	550	1000	460
Magnesio (µg/kg)	130	200	110
Zinco (µg/kg)	3400	6000	3800
Manganese (µg/kg)	80	80	60
Iodio (µg/kg)	80	104	70
Selenio (µg/kg)	20	31	30

Tab. 5 *Contenuto di sali minerali del latte di pecora in confronto a quello di altre specie di ruminanti (adattata da Raynal-Ljutovac et al., 2008)*

è naturalmente ricco di microrganismi autoctoni (Mangia et al., 2008). L'attività pepsidasica, comunque, a parità di tipo di caglio utilizzato, è di norma più elevata nei formaggi prodotti a latte crudo rispetto a quelli ottenuti da latte pastorizzato e successivamente innestato con starter di batteri lattici (Albenzio et al., 2001).

LA FRAZIONE MINERALE DEI FORMAGGI OVINI DOP

La frazione minerale latte di pecora, rispetto a quella del latte di vacca e di capra, contiene quantità più elevate di calcio, di fosforo, di zinco e di ferro (tab. 5), pur mantenendo un rapporto calcio/fosforo praticamente identico a quello delle altre specie di ruminanti (Raynal-Ljutovac et al., 2008). Questo in virtù del più elevato contenuto di sostanza secca del latte di pecora.

Queste caratteristiche si trasferiscono solo in parte al formaggio Pecorino che, infatti, risulta avere contenuti in calcio e in fosforo simili ad altri formaggi di capra e di vacca. Anche in questo caso il grado di stagionatura dei formaggi è il fattore che, determinando il valore di sostanza secca totale, influisce maggiormente sul contenuto dei principali sali minerali (tab. 6).

Il contenuto di NaCl mostra un'elevata variabilità tra i diversi DOP ed è fortemente influenzata dalla modalità di salatura, generalmente maggiore con salatura in salamoia rispetto a quella a secco, e aumenta con il tempo di stagionatura, toccando i valori più elevati nel Pecorino Romano a 12 mesi di maturazione. Negli ultimi anni, a causa dell'incremento di patologie dell'apparato cardio-circolatorio, il contenuto di NaCl dei formaggi ha ricevuto una

FORMAGGIO	Ca	P	Ca/P	NaCl
Pecorino Romano	938.5	634.5	1.2	5.5
Pecorino sardo	940.4	714.8	1.1	2.0
Fiore sardo	865.0	697.2	1.0	4.1
Canestrato pugliese	841.5	688.2	1.0	2.6
Pecorino Toscano	860.5	658.9	1.1	1.8
Calcio e fosforo (mg/100g parte edibile) - da Manzi et al. (2007). NaCl (%) - media dei valori riportati da Pirisi et al. (2011)				

Tab. 6 *Contenuto minerale in formaggi ovinì DOP italiani*

grande attenzione da parte delle autorità sanitarie. Poiché l'NaCl aggiunto agli alimenti rappresenta circa il 75% dell'apporto di sodio della dieta dei paesi industrializzati, molte linee guida raccomandano di diminuire l'aggiunta di NaCl nella fase di trasformazione (Drake et al., 2011). Questo aspetto, pertanto, interessa anche la produzione di formaggi e, in particolare, di quei formaggi, come il Pecorino Romano, che storicamente utilizzano quantità più elevate di NaCl nella trasformazione. Uno studio recente ha dimostrato che una diminuzione del 15% del contenuto di NaCl del formaggio, opportunamente comunicato con un'adeguata etichettatura, consente di aumentare la volontà all'acquisto dei consumatori (Czarnacka-Szymani et al., 2015).

CONCLUSIONI

Dal punto di vista nutrizionale i formaggi DOP da latte di pecora garantiscono un apporto di acidi grassi ad azione bioattiva, di retinolo, di vitamina E, di calcio, di fosforo e di zinco comparabile o, in alcuni casi, superiore a quello dei formaggi ottenuti da altre specie di ruminanti. Questo fa sì che vi siano ampi spazi di miglioramento nella comunicazione del valore nutrizionale di questi formaggi e, di conseguenza, l'apertura di spazi di mercato fino a ora preclusi da una sostanziale mancanza di corretta informazione sul valore nutrizionale di questi alimenti.

Da segnalare che, a oggi, sono ancora molto rari gli studi clinici di intervento basati sull'utilizzo di formaggio, ma i pochi disponibili concordano sull'effetto positivo del formaggio ottenuto da latte di pecora sulla salute umana, soprattutto se si tratta di formaggio ottenuto da pecore allevate con regimi alimentari atti a ottenere arricchimenti naturali di alcuni acidi grassi ad azione bioattiva come CLA, VA e ALA.

La presenza di peptidi bioattivi, osservata in diverse tipologie di Pecorini,

è un altro aspetto che andrebbe ulteriormente approfondito, soprattutto in relazione ai potenziali effetti sulla salute umana.

Esistono tuttavia margini di miglioramento anche per la qualità nutrizionale dei Pecorini, in relazione al contenuto di NaCl, che in alcune tipologie di Pecorino potrebbe essere diminuito.

BIBLIOGRAFIA

- ADDIS M., CABIDDU A., PINNA G., DECANDIA M., PIREDDA G., PIRISI A. AND MOLLE G. (2005): *Milk and cheese fatty acid composition in sheepfed Mediterranean forages with reference to conjugated linoleic acid cis-9,trans-11*, «J. Dairy Sci.», pp. 3443-3454.
- ALBENZIO M., CORBO M.R., REHMAN S.U., FOX P.F., ANGELIS M., DE CORSETTI A., SEVI A., GOBBETTI M. (2001): *Microbiological and biochemical characteristics of Canestrato Pugliese cheese made from raw milk, pasteurized milk or by heating the curd in hot whey*, «Int. J. Food Microbiol.», 67, pp. 35-48.
- BAILONI L., BUCCIONI A. (2014): *Il latte e i prodotti lattiero-caseari: caratteristiche chimiche e nutrizionali*, in *Alimenti di origine animale e salute*, Ed. Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche di Brescia, pp. 91-117.
- BUCCIONI A., RAPACCINI S., ANTONGIOVANNI M., MINIERI S., CONTE G., MELE M. (2010): *Conjugated linoleic acid and C18:1 isomers content in milk fat of sheep and their transfer to Pecorino Toscano cheese*, «Int. Dairy J.», 20, pp. 190-194.
- BUCCIONI A., MINIERI S., CONTE G., BENVENUTI D., PEZZATI A., ANTONGIOVANNI M., RAPACCINI S., MELE M. (2012): *Changes in conjugated linoleic acid and C18:1 isomers profile during the ripening of Pecorino Toscano cheese produced with raw milk*, «Ital. J. Anim. Sci.», 11, pp. 426-430.
- CORBO M.R., ALBENZIO M., DE ANGELIS M., SEVI A., GOBBETTI M. (2001): *Microbiological and biochemical properties of canestrato pugliese hard cheese supplemented with bifidobacteria*, «J. Dairy Sci.», 84, pp. 551-561.
- CZARNACKA-SZYMANI J., JEZEWSKA-ZYCHOWICZ M. (2015): *Impact of nutritional information on consumers' acceptance of cheese with reduced sodium chloride content*, «International Dairy Journal», 40, pp. 47-53.
- DI CAGNO R., BANKS J., SHEEHAN L., FOX P.F., BRECHANY E.Y., CORSETTI A. ET AL. (2003): *Comparison of the microbiological, compositional, biochemical, volatile profile and sensory characteristics of three Italian PDO ewes' milk cheeses*, «Int. Dairy J.», 13, pp. 961-972.
- DRAKE S.L., LOPETCHARAT K. & DRAKE M.A. (2011): *Salty taste in dairy foods: can we reduce the salt*, «Journal of Dairy Science», 94, pp. 636-645.
- FOX P.F., GUINEE T. (1987): *Italian cheeses*, P.F. Fox (Ed.), *Cheese: Chemistry, physics and microbiology*, vol. 2 Chapman & Hall, London, pp. 251-255.
- HORNSTRA G. (1999): *Lipids in functional foods in relation to cardiovascular disease*, «Fett/Lipid.», 101, pp. 456-466.
- JACOME-SOSA M.M., LU J., WANG Y. ET AL. (2010): *Increased hypolipidemic benefits of cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid in combination with trans-11 vaccenic acid in a rodent model of the metabolic syndrome, the JCR: LA-cp rat*, «Nutr Metab (Lond)», 7, p. 60.
- MADRAU M.A., MANGIA N.P., MURGIA M.A., SANNA M.G., GARAU G., LECCIS L., CA-

- REDDA M., DEIANA P. (2006): *Employment of autochthonous microflora in Pecorino Sardo cheese manufacturing and evolution of physicochemical parameters during ripening*, «Int. Dairy J.», 16, pp. 876-885.
- MANGIA N.P., MURGIA M.A., GARAU G., SANNA M.G., DEIANA P. (2008): *Influence of selected lab cultures on the evolution of free amino acids, free fatty acids and Fiore Sardo cheese microflora during the ripening*, «Food Microbiol.», 25, pp. 366-377.
- MANZI P., MARCONI S., DI COSTANZO M.G., PIZZO FERRATO L. (2007): *Composizione di formaggi DOP italiani*, «La Rivista di Scienza dell'Alimentazione», anno 36, 9-22. http://www.fosan.it/system/files/u1/363_02_pizzoferrato_05.pdf
- MELE M. (2009): *Designing milk fat to improve healthfulness and functional properties of dairy products: from feeding strategies to a genetic approach*, «It. J. Anim. Sci.», 8, pp. 365-373.
- MELE M., BANNI S. (2010): *Lipid supplementation in small ruminant nutrition and dairy products quality: implications for human nutrition*. In *Energy and protein metabolism and nutrition*, EAAP Publication 127 (ed. GM, Crovetto), Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp. 653-663.
- MELE M., CONTARINI G., CERCACI L., SERRA A., BUCCIONI A., POVOLO M., CONTE G., FUNARO A., BANNI S., LERCKER G. AND SECCHIARI P. (2011): *Enrichment of Pecorino cheese with conjugated linoleic acid by feeding dairy ewes with extruded linseed: Effect on fatty acid and triglycerides composition and on oxidative stability*, «Int. Dairy J.», 21, pp. 365-372.
- NUDDA A., MELE M., BATTACONE G., USAI M. G. AND MACCIOTTA N.P.P. (2003): *Comparison of conjugated linoleic acid (CLA) content in milk of ewes and goats with the same dietary regimen*, «It. J. Anim. Sci.», 2 Suppl. 1, pp. 515-517.
- NUDDA A., MCGUIRE M.A., BATTACONE G., PULINA G. (2005): *Seasonal variation in conjugated linoleic acid and vaccenic acid in milkfat of sheep and its transfer to cheese and ricotta*, «J. Dairy Sci.», 88, pp. 1311-1319.
- NUDDA A., BATTACONE G., BOAVENTURA O.N., CANNAS A., FRANCESCONI A.H.D., ATZORI A.S., PULINA G. (2014): *Feeding strategies to design the fatty acid profile of sheep milk and cheese*, «Rev. Bras. Zootec.», 43, pp. 445-456.
- PARK Y.W., JUÀREZ M., RAMOS M., HAENLEIN G.F.W. (2007): *Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk*, «Small Rum. Res.», 68, pp. 88-113.
- PINTUS S., MURRU E., CARTA G., CORDEDDU L., BATETTA B., ACCOSSU S., PISTIS D., UDA S., GHIANI M.E., MELE M., SECCHIARI P., ALMERIGHI G., PINTUS P., BANNI S. (2013): *Sheep cheese naturally enriched in α -linolenic, conjugated linoleic and vaccenic acids improves the lipid profile and reduces anandamide in the plasma of hypercholesterolaemic subjects*, «Br. J. Nutr.», 109, pp. 1453-1462.
- PIRISI A., COMUNIAN R., URGEGHE P.P., SCINTU M.F. (2011): *Sheep's and goat's dairy products in Italy: Technological, chemical, microbiological, and sensory aspects*, «Small Rum. Res.», 101, pp. 102-112.
- PISANU S., PAGNOZZI D., PES M., PIRISI A., ROGGIO T., UZZAU S., ADDIS M.F. (2014): *Differences in the peptide profile of raw and pasteurised ovine milk cheese and implications for its bioactive potential*, «Int. Dairy J.», doi: 10.1016/j.idairyj.2014.10.007.
- RAYNAL-LJUTOVAC K., LAGRIFFOUL G., PACCARD P., GUILLET I., CHILLIARD Y. (2008): *Composition of goat and sheep milk products: An update*, «Small Rum. Res.», 79, pp. 57-72.
- RIZZELLO C.G., LOSITO I., GOBBETTI M., CARBONARA T., DE BARI M.D., ZAMBONIN P.G. (2005): *Antibacterial activities of peptides from the water-soluble extracts of Italian cheese varieties*, «J Dairy Sci.», 88, pp. 2348-2360.

- SOCIETÀ ITALIANA DI NUTRIZIONE UMANA (2012): *LARN, Livelli di Assunzione di Riferimento di Nutrienti ed energia per la popolazione italiana*, revisione 2012. http://www.sinu.it/documenti/20121016_LARN_bologna_sintesi_prefinale.pdf.
- SOFI F., BUCCIONI A., CESARI F., GORIA M., MINIERI S., MANNINI L., CASINI A., GENSI-
NI G. F., ABBATE R. AND ANTONGIOVANNI M. (2010): *Effects of a dairyproduct (pecorino cheese) naturally rich in cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid on lipid, inflammatory and haemorheological variables: a dietary intervention study*, «Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.», 20, pp. 117-124.
- YANG A., LARSEN T.W., TUME R.K. (1992): *Carotenoid and retinol concentrations in serum, adipose tissue and liver and carotenoid transport in sheep, goats and cattle*, «Aust. J. Agric. Res.», 43, pp. 1809-1817.

LUIGI ZICARELLI*

Formaggi da latte di bufala. Aspetti zootecnici: legame al territorio

INTRODUZIONE

Le denominazioni di origine protette vengono attribuite a quelle derrate che insistono su aree caratterizzate da condizioni pedoclimatiche ben identificate, sono ottenute con peculiari tecnologie e sono parte integrante della storia o meglio ancora della tradizione di un territorio che viene identificato anche dal quel prodotto e che indirettamente fa parte del suo patrimonio culturale.

Per la Mozzarella di Bufala campana è giustificata l'attribuzione di una DOP?

L'area di produzione è certamente unica in Italia: la maggior parte dei suoli su cui vengono prodotti i foraggi sono di derivazione vulcanica; il Vesuvio, i Campi Flegrei, il Vulcano di Roccamonfina (dove sono presenti le orme umane più antiche: risalgono a 350.000 anni addietro) circoscrivono o sono limitrofi all'area DOP su cui hanno riversato nel corso dei millenni i loro prodotti anche nelle aree viciniori come il basso Lazio. Il clima è temperato, con scarse oscillazioni termiche nell'ambito della stessa stagione, e la fertilità dei suoli di quella che fu la Campania felix erano noti anche nell'antichità. La gran parte delle aree in cui oggi è presente l'allevamento bufalino erano in passato utilizzate per la coltivazione degli ortaggi e della frutta. Le produzioni foraggere sono abbondanti; le aziende che hanno una razionale gestione agronomica producono oltre 150 q/ha di fieno di erba medica e 700 q/ha di insilato di mais ottenuto in secondo raccolto dopo che il suolo ha già fornito 100-130 q di sostanza secca da erbai. In molte aziende è possibile effettuare, in annate particolarmente favorevoli, tra la fine dell'autunno e la fine della primavera

* *Università di Napoli Federico II*

dai 2 ai 4 sfalci di verde (solitamente loiessa) che, somministrati nelle giuste quantità, non pregiudicano la produzione lattea anzi la stimolano.

Quando l'agricoltore campano abbia prodotto per la prima volta la mozzarella non è dato sapere. È storicamente accertato, tuttavia, che nel XII secolo i monaci del Monastero di San Lorenzo in Capua offrivano ai componenti del Capitolo in occasione della celebrazione della festa del Santo patrono una mozza o provatura unitamente a un pezzo di pane. Verosimilmente era la mozzarella ottenuta con latte di vacca anche se a noi piace ipotizzare che fosse latte di bufala.

Senza entrare nella materia che è di competenza del tecnologo, è probabile che uno dei prodotti che ha consentito all'uomo di alimentarsi anche nelle stagioni in cui il bestiame era ormai in asciutta sia nato casualmente (il formaggio, o almeno ciò che diventerà tale, seppure nelle sue molteplici tipologie si può ottenere anche dimenticando il latte in un recipiente leggermente inquinato in un ambiente caldo o a temperatura estiva) o in seguito all'osservazione del latte coagulato in abomaso di un ruminante nelle prime settimane di vita. Gli antichi lo ritenevano un "miracolo" e attribuivano la scoperta del caglio ad Aristeo, figlio di Apollo, che a sua volta l'aveva appreso dalle ninfe.

La mozzarella, o la pasta filata in genere, a differenza del classico formaggio non si ottiene per caso. Necessita dell'intervento dell'intelligenza.

Nel passato esistono dei cenni che fanno pensare che la pasta filata non fosse sconosciuta.

Varrone (I secolo a.C.) menziona una cagliata che veniva fatta bollire e poi affumicare. Columella (50 d.C.) riferisce: «notissima è poi la maniera di fare il formaggio premuto a mano. Questo, un po' rappreso dentro il mastello mentre è intiepidito si taglia, e sopra gettavasi acqua bollente, o figurarsi con le mani o si sprema in forma di bosso».

Alessandro il Molosso (362 a.C. circa), zio materno di Alessandro Magno, chiamato da Taranto, dopo aver sconfitto i Bruzi trasferì trecento famiglie nobili (*trecentas familias inlustres*) in Epiro da tenere in ostaggio o per riscatto che insegnarono la tecnica di produzione del Kashkaval l'attuale caciocavallo del Mezzogiorno d'Italia.

Il tutto accadde in Calabria dove sull'altopiano silano i Bruzi erano dediti alla pastorizia.

Se le ninfe insegnarono ad Aristeo l'uso del caglio perché non immaginare che un pastore Bruzio dopo aver coagulato il latte abbia appreso da una ninfa l'arte della filatura.

Conosciamo gli autori delle opere d'arte e anche dei criminali della storia! Non conosciamo, invece, chi creò gli alimenti che derivano dalla trasforma-

zione delle materie prime che hanno consentito al genere umano di arrivare ai nostri giorni. Opere d'arte create dagli umili! Sappiamo però che il primo ubriaco fu Noè!

In quegli anni i bufali non erano presenti in Europa né tantomeno in Italia, che allora era la Calabria, il cui nome tra le tante ipotesi era, secondo un termine di derivazione osca, la "terra di bovini giovani".

Nella grotta di Lascaux è raffigurata la fauna che oltre 10.000 anni addietro popolava il Sud della Francia; lì sono presenti molti animali tra cui l'Uro, il bisonte ma non il bufalo. In sintesi è una specie che non ci appartiene.

È presente nell'Italia meridionale dal nono secolo d.C. grazie agli Arabi e da allora, almeno ufficialmente, non sono stati introdotti altri soggetti. Per tale motivo il 5 luglio 2000 il MiPAF (D. M. 201992) identificava i capi allevati nella nostra penisola come appartenenti alla razza "Bufala Mediterranea Italiana", che, per il suo isolamento secolare, può essere considerata tra le razze più pure esistenti nello scenario zootecnico mondiale.

BREVI CENNI SULL'EVOLUZIONE DEL BUFALO NELLE AREE TROPICALI E IN ITALIA

È un animale che si è evoluto nelle aree tropicali del continente asiatico dove l'80% di circa 200 milioni di capi produce latte.

In Asia il latte di bufala rappresenta il 33,81% (bufala+vacca+cammella+capra+pecora) del latte consumato e raggiunge punte del 52,86%, 62,47% e del 67,42% rispettivamente in India, Pakistan e Nepal. In questo continente è utilizzato prevalentemente per il consumo diretto o è impiegato per alcuni formaggi, di solito mescolato al latte di altri ruminanti.

Ciò testimonia che il prodotto mozzarella è "autoctono", non è stato copiato ma è nato nel Mezzogiorno d'Italia dove esiste meno dello 0,2% del patrimonio bufalino mondiale.

Ciò giustifica ampiamente che è un prodotto tipico di un territorio nel quale si è evoluta una tecnica di allevamento unitamente a una tecnica casearia unica, originale peraltro assente in aree molto più ricche di bestiame da latte.

Nel mondo il latte di bufala incide per il 12,92% sul totale (vacca 83,00%, bufala 12,92%, cammella 0,37%, capra 2,37%, pecora 1,34%) e per il 13,47% se si considera la somma latte di bufala + latte di vacca. In Italia esso rappresenta circa il 2%.

Nel Mezzogiorno d'Italia a partire dal XVII secolo fino agli anni quaranta erano allevati tra i 12.000 e i 20.000 i capi. Dopo la seconda guerra mondiale

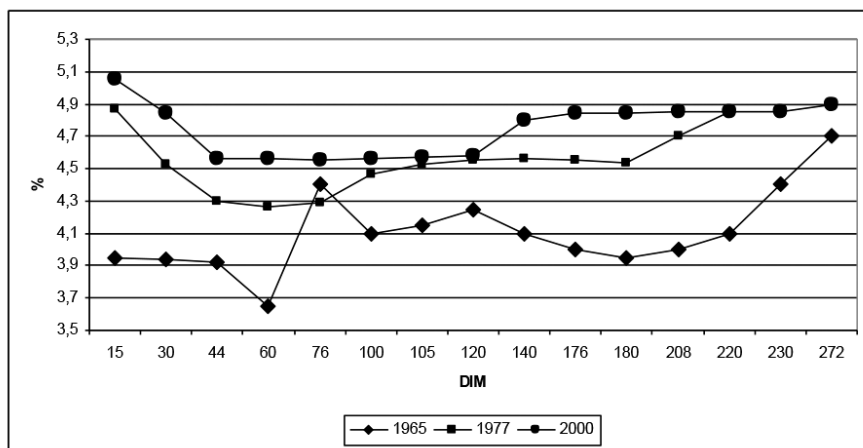


Fig. 1 Percentuale di proteine nel latte di bufala nel 1965, nel 1977 e nel 2000

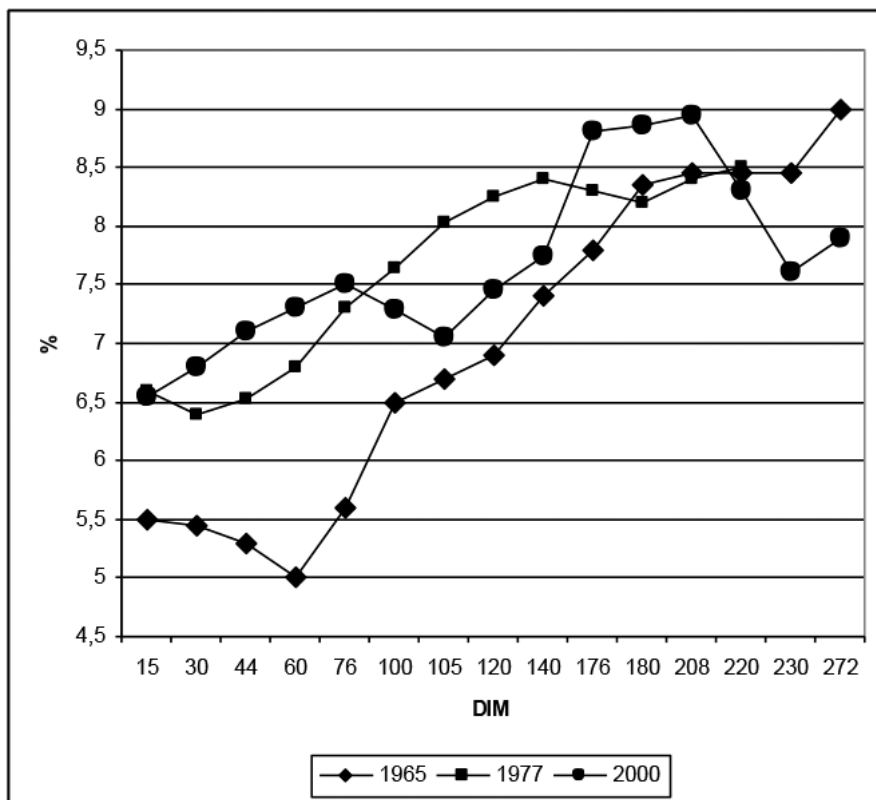


Fig. 2 Percentuale di grasso nel latte di bufala nel 1965, nel 1977 e nel 2000

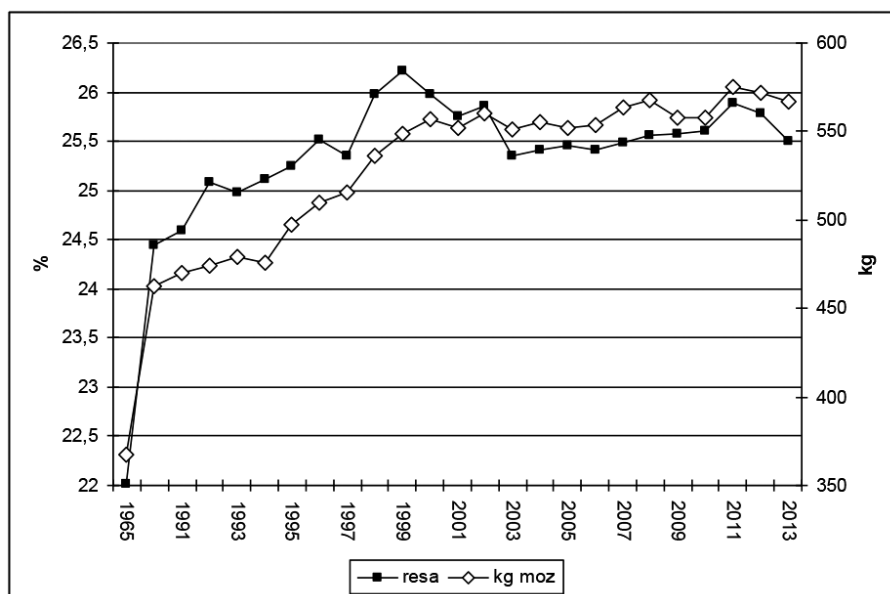


Fig. 3 Resa (%) e kg di mozzarella per bufala/lattazione

erano rimasti 12.500 capi destinati (dopo le 4 giornate di Napoli i bufali di Caserta, Latina e Frosinone furono razziati dai tedeschi), secondo molti, all'estinzione per la progressiva contrazione delle aree paludose, una volta habitat naturale della specie. Oggi il bufalo è allevato in aziende che non sono molto diverse da quelle bovine d'avanguardia.

Nel 1960 il patrimonio italiano costituiva il 5% di quello europeo mentre oggi rappresenta il 95% dei bufali allevati in Europa. Il patrimonio attuale conta 379.000 capi, in contrazione nell'ultimo anno, di cui il 94% è presente nella zona DOP.

CENNI SUGLI ASPETTI ECONOMICI

Il crescente consumo della mozzarella che si è registrato a partire dal dopoguerra nelle province di Napoli, Caserta e Salerno e successivamente nel resto d'Italia e nel mondo ha determinato il costante incremento numerico della specie allevata nel Mezzogiorno d'Italia. L'incremento della richiesta ha fatto sì che il latte di bufala alla fine degli anni '80 venisse pagato oltre 3 volte il latte bovino.

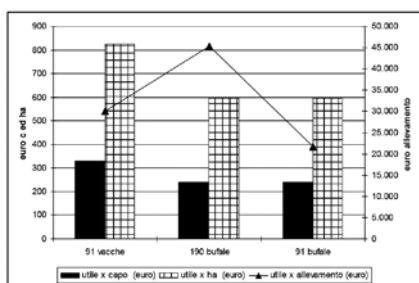


Fig. 4 Confronto dell'utile per capo (c), per ha e per allevamento tra aziende di vacche (latte kg 8.500) e bufale (latte kg 2.250) con diversa numerosità (euro 0,45 o 1,215 risp. latte di vacca e bufala)

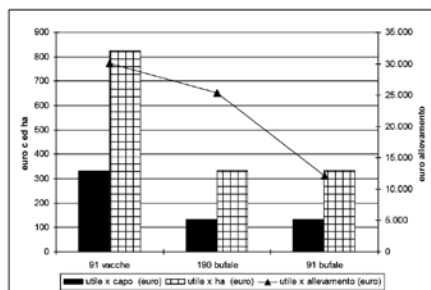


Fig. 5 Confronto dell'utile per capo (c), per ha e per allevamento tra aziende di vacche (latte kg 8.500) e bufale (latte kg 2.250) con diversa numerosità (euro 0,45 o 1,16 risp. latte di vacca e bufala)

Negli ultimi lustri esso è stato remunerato sempre meno e attualmente vale mediamente 2,7 volte quello bovino. Il divario si accentua di più se si considera che negli anni '80 la resa al caseificio era inferiore al 23% mentre attualmente supera il 25%, con punte del 26-27% (figg. 1, 2 e 3).

Il plusvalore di 2,7 volte rispetto al latte bovino garantisce la sopravvivenza delle aziende che producono almeno 2250 kg di latte/capo/lattazione che equivalgono a circa 1913 kg/anno che, tuttavia, rappresentano attualmente una esigua minoranza (circa il 12%).

Se il latte di bufala dovesse essere remunerato 2,58 volte rispetto a quello bovino la maggior parte delle aziende cesserebbe l'attività.

È opportuno premettere che il numero dei capi in produzione nelle aziende bufaline è mediamente il doppio di quello che si riscontra negli allevamenti di vacche da latte (190 vs 91 capi rispettivamente per le bufale e le Frisone iscritte al Libro Genealogico) e tale dimensione consente a un allevamento di bufale con una produzione media di 2.250 kg di latte x capo/lattazione (circa 1.913 kg/anno) di avere un utile superiore a quello bovino nonostante sia inferiore l'utile per capo e per ha utilizzato a patto che il latte sia remunerato 2,7 volte rispetto quello bovino (1,25 vs 0,45 euro). A parità di numerosità aziendale (91 capi) l'allevamento bufalino registra un utile inferiore a quello di un allevamento bovino da latte (fig. 4). Quando la remunerazione del latte bufalino è di 2,58 volte (fig. 5) quello bovino (1,16 vs 0,45 euro) l'allevamento bovino con 91 capi fa registrare un utile nettamente superiore rispetto a quello di un'azienda bufalina di 190 capi.

Con una produzione di 1800 kg (1530 kg/anno) l'utile è nettamente inferiore rispetto a quello di un'azienda bovina di 91 capi (fig. 6) anche quando il

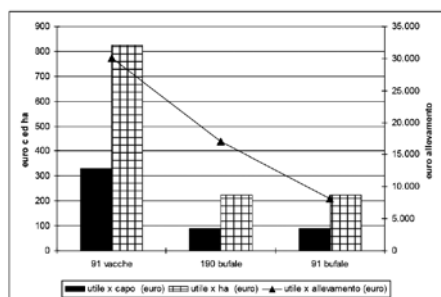


Fig. 6 Confronto dell'utile per capo (c), per ha e per allevamento tra aziende di vacche (latte kg 8.500) e bufale (latte kg 1.800) con diversa numerosità (euro 0,45 o 1,215 risp. latte di vacca e bufala)

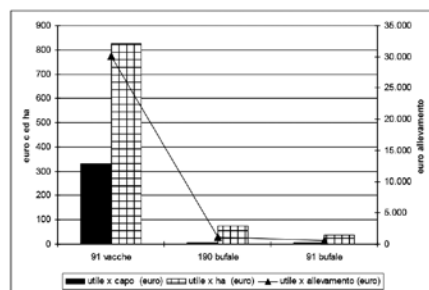


Fig. 7 Confronto dell'utile per capo (c), per ha e per allevamento tra aziende di vacche (latte kg 8.500) e bufale (latte kg 1.800) con diversa numerosità (euro 0,45 o 1,16 risp. latte di vacca e bufala)

latte viene remunerato 2,7 volte e l'utile si azzerava quando il latte bufalino vale 2,58 volte quello bovino (fig. 7).

Di ciò se ne sono resi conto gli allevatori del Nord Italia che alla metà degli anni '80 sostituirono la vacca da latte con il bufalo. Le 222 le aziende operanti nel settore nel 2003 raggiunsero il ragguardevole numero di 371 (+ 67%) nel 2008, mentre attualmente sono 265 (vs 2008 - 29%). Da 22.207 capi del 2008 la popolazione si è ridotta a 15.942 soggetti (- 28%) e la diminuzione più consistente si è registrata nella regione Lombardia (- 52%); la consistenza è, invece, stabile in Piemonte, Friuli e Toscana.

Flessioni del patrimonio si stanno registrando anche in Campania dove dall'inizio dell'anno a oggi si è notata una flessione di circa 4000 capi (1,4%) e di 40 allevamenti (2,72%).

Ciò che è accaduto negli ultimi 30 anni nel comparto bovino sta iniziando anche per quello bufalino: meno aziende con un maggior numero di capi ed eliminazione dei capi meno produttivi.

ASPETTI PRODUTTIVI

Per la bufala è quanto mai opportuno riferirsi alla produzione per anno dal momento che la specie è stagionale e a fotoperiodo negativo. Tale caratteristica comporta una maggiore produzione di latte tra l'autunno e l'inverno che è diametralmente opposta alla richiesta di mercato che è prevalentemente primaverile estiva (fig. 8).

Gli studi sulla stagionalità della specie sono stati effettuati nella Federico II perché le problematiche che ne derivano investono soprattutto la Mozza-

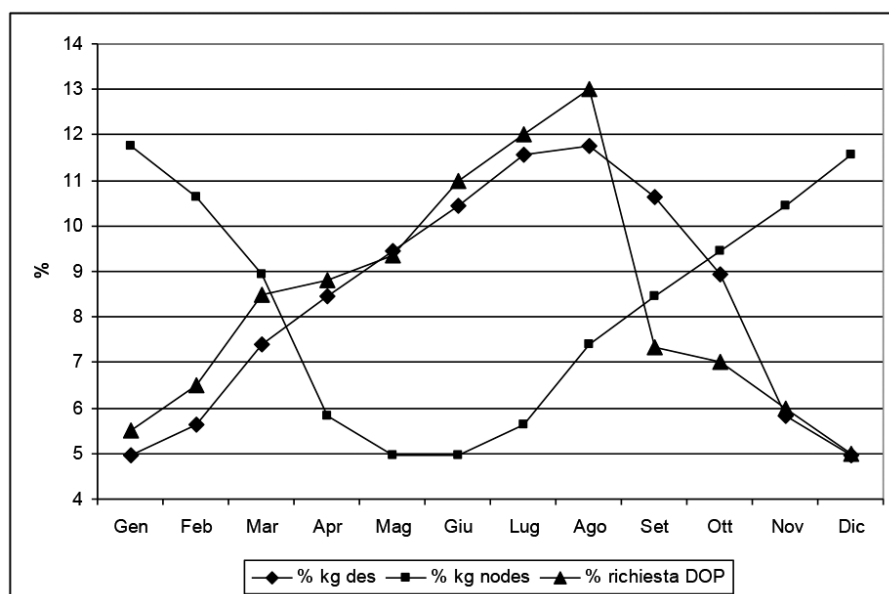


Fig. 8 *Produzione percentuale mensile (%) nelle aziende destagionalizzate (des) e non destagionalizzate (nodes) e richiesta percentuale mensile della mozzarella DOP*

rella di bufala campana che, secondo il disciplinare, deve essere prodotta con latte fresco (Zicarelli, 2010a, 2010b). Negli altri Paesi, nei quali peraltro non esistono restrizioni all'uso di latte in polvere, tra ottobre e marzo si consuma più latte di bufala e nei restanti mesi latte di vacca, che ha una stagionalità opposta, o una miscela in cui prevale il latte di una o dell'altra specie a seconda della disponibilità.

Per far fronte alle esigenze di mercato la maggior parte degli allevatori dell'area DOP ricorre alla tecnica della destagionalizzazione dei parti che comporta una perdita media di fertilità del 25%.

Per produrre la stessa quantità di latte dell'anno precedente è necessario intervenire, quindi, con una quota di avvicendamento annuo di pari valore, laddove sarebbe sufficiente meno del 10% di rimonta per mantenere numericamente stabile una mandria con un'età media di 3 parti.

In definitiva il costo della quota di avvicendamento annuo da un'incidenza del 5,5% sul prodotto lordo vendibile di una bufala sale al 13,7%.

L'impiego della tecnica determina un addensamento dei parti (fig. 9) tra aprile e l'inizio di agosto e comporta una continua variazione della lunghezza della lattazione (fig. 10) con valori compresi tra 70 e 130 giorni tra aprile e agosto e tra 150 e 224 giorni tra settembre e novembre; andamento diame-

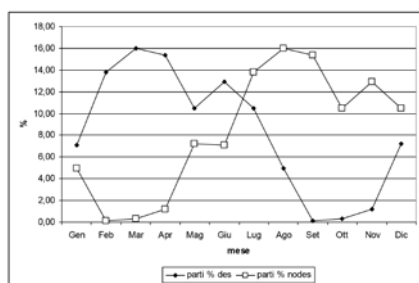


Fig. 9 Percentuale mensile dei parti in aziende destagionalizzate (des) e non destagionalizzate (nodes)

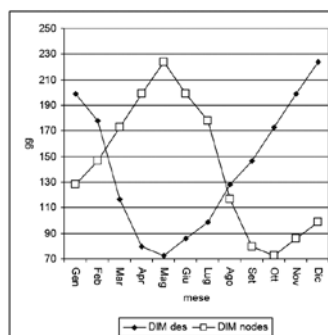


Fig. 10 DIM (gg) mensile in aziende destagionalizzate e non destagionalizzate

tralmente opposto presentano le aziende in cui la tecnica non viene adottata. Tale caratteristica produttiva comporta notevoli variazioni mensili della composizione chimica del latte che tra marzo e luglio presenta una minore percentuale di grasso e proteine e quindi una resa più bassa che viene penalizzata dal caseificio che peraltro non premia il latte nei mesi in cui essa risulta più alta.

La tecnica da noi proposta già alla fine degli anni '70 è stata recepita lentamente dagli allevatori perché il valore che veniva attribuito al latte "destagionalizzato" non compensava le perdite. In definitiva a fronte di una perdita del 25% della produzione l'allevatore riceveva mediamente un plus valore medio del 5%.

Nonostante ciò la tecnica è stata sempre più impiegata perché il latte prodotto in inverno viene scarsamente retribuito o addirittura è di difficile collocazione sul mercato.

Questo è un aspetto legato al territorio. Nelle aree tradizionali la tecnica viene praticata molto di più che altrove e, per esempio, gli allevatori che hanno convertito l'allevamento da latte vaccino a quello bufalino difficilmente accettano di modificare le loro abitudini.

Resta comunque un fatto sostanziale: la mozzarella è un prodotto fresco che presenta una richiesta che solo entro certi limiti è prevedibile e in ogni caso è difficile far fronte a improvvise richieste di mercato o alle promozioni. Queste ultime contrariamente alla logica vengono effettuate nel periodo (giugno-metà agosto) in cui il prodotto è più richiesto laddove sarebbe opportuno offrire il prodotto nei mesi in cui la richiesta è minore. La legislazione in materia è carente.

È logico che per un prodotto fresco vengono effettuate le cosiddette promozioni così come per i formaggi stagionati? È materialmente impossibile far

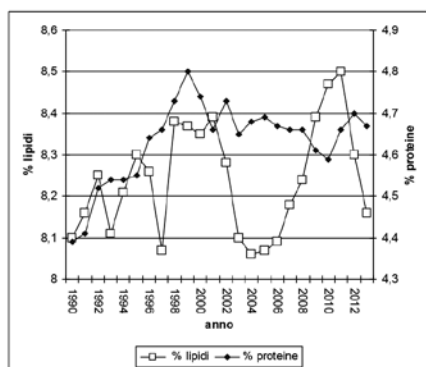


Fig. 11 Percentuale di lipidi e proteine tra il 1991 e il 2013

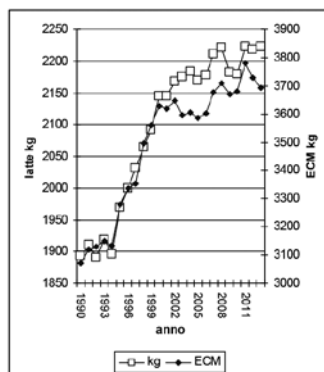


Fig. 12 Produzione (kg) di latte e ECM (latte 4%) tra il 1991 e il 2013

fronte a una improvvisa richiesta del 20-30% superiore alla normale produzione mensile per un formaggio fresco che deve essere prodotto in un'area ben definita. Se la legislazione lo proibisse e se fossero effettuati rigidi controlli, sarebbero necessariamente esplorate nuove e più logiche soluzioni (Zicarelli, 2014).

ORIENTAMENTI PRODUTTIVI

La Bufala Mediterranea italiana è allevata, almeno allo stato attuale, solo per la produzione di latte da destinare alla caseificazione.

I primi controlli funzionali furono effettuati nel 1978 e su 2.300 bufale fu registrata una produzione di 1.607 kg di latte con il 6,43% di grasso. Attualmente la produzione è di 2.222 kg con 8,3% di grasso e 4,7% di proteine.

Dal 1991, anno in cui iniziò sistematicamente la determinazione della percentuale di proteine, si è registrato (fig. 11) un incremento progressivo del tenore proteico dal 4,4% al 4,8% fino al 2000. Dal 2003 a oggi i valori hanno oscillato tra il 4,6% e il 4,7%. Analogo è stato l'andamento per il tenore lipidico i cui valori si sono mantenuti sempre al di sopra di 8%.

Gli incrementi qualitativi tra il 1991 e il 2000 non sono da attribuire al miglioramento genetico ma esclusivamente a fattori ambientali. Contrariamente a quanto molti affermano, negli ultimi anni l'aumento numerico del bufalo in Italia è dipeso dall'incremento numerico dei soggetti allevati nelle aziende storiche piuttosto che dall'incremento numerico degli allevamenti (fig. 13) che tra il 2003 e il 2014 è anche diminuito. Le aziende storiche poiché non hanno trovato conveniente incrementare la SAU hanno modificato il

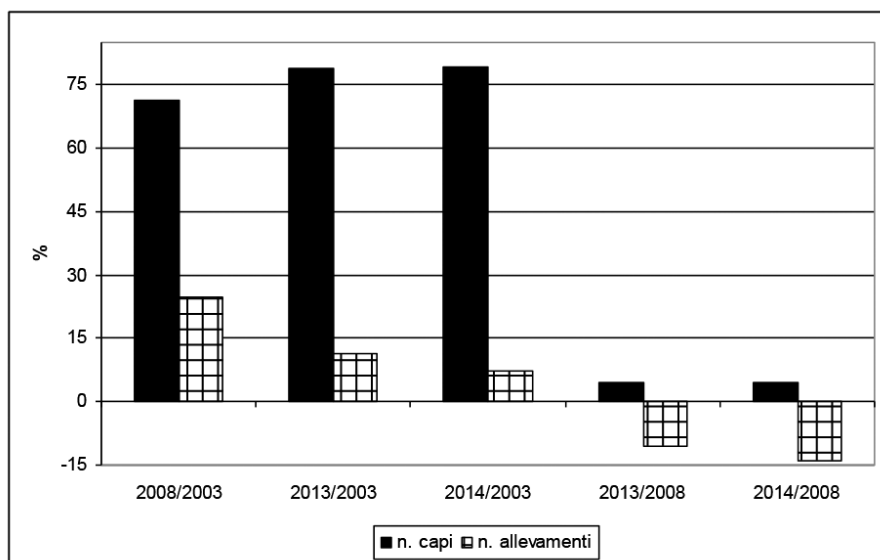


Fig. 13 *Variazione percentuale dei capi e degli allevamenti tra il 2003 e il 2014*

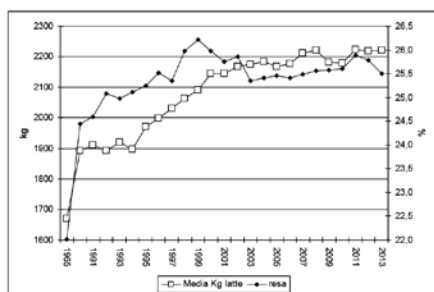


Fig. 14 *Produzione (kg) e resa al caseificio (%) tra il 1965 e il 2013*



Fig. 15 *Incremento percentuale della produzione di latte e della resa al caseificio*

razionamento riducendo la percentuale di foraggio a favore dei concentrati. Da sottolineare, inoltre, che negli ultimi anni è migliorata notevolmente anche la qualità dei foraggi: aumento dell'amido nell'insilato di mais e riduzione della componente fibrosa nei fieni.

È aumentata così la fermentescibilità della dieta che ha influenzato positivamente sia il tenore proteico del latte sia quello lipidico. Le diete sono state caratterizzate da una maggiore densità energetica e da un più basso rapporto foraggio/concentrato entro valori in grado di assicurare comunque una fisiologica attività ruminale.

Fino al 2002 sono aumentate di pari passo sia la produzione di latte sia la resa al caseificio (figg. 14 e 15); dal 2003 a oggi la resa al caseificio non è aumentata proporzionalmente all'aumento produttivo, dal 1999 essa è, infatti, diminuita per mantenersi poi più o meno stabile a partire dal 2003 a oggi. In definitiva si sta verificando lo stesso fenomeno cui abbiamo assistito per la vacca da latte: l'aumento quantitativo penalizza quello qualitativo.

Il latte di bufala è destinato esclusivamente alla trasformazione e in funzione di tale esigenza vengono oggi utilizzati per la selezione i soggetti che producono una maggiore quantità di mozzarella (PKM) che si ottiene moltiplicando la produzione di latte per la resa al caseificio stimata con la formula di Altiero (1989). Questa innovazione non garantisce che i soggetti con un più alto valore di PKM siano anche quelli con caratteristiche del latte migliori cioè con una resa più alta. Ciò è dimostrato dal fatto che mentre la correlazione tra i kg di latte prodotti e il valore del PKM è molto stretta ($r = 0,964$; $P < 0,000$) quella tra il valore del PKM e la resa al caseificio è inesistente ($r = 0,041$; NS). Si sta ripetendo lo stesso errore che è stato commesso per la vacca da latte per la quale negli ultimi anni gli allevamenti vengono classificati per i kg di latte prodotto e per i kg di proteine che sono tra loro strettamente legati e non per la percentuale di proteine.

Occorre pertanto trovare un nuovo metodo al fine di non selezionare soggetti che producono una quantità di latte maggiore ma di mediocre qualità soprattutto oggi che i caseifici di maggiori dimensioni effettuano la determinazione della composizione chimica giornalmente e pagano il latte in funzione della resa.

CONCLUSIONI

Fino all'ultimo lustro il patrimonio bufalino nell'area DOP è cresciuto di pari passo con la richiesta di latte, successivamente la produzione è stata superiore alla richiesta di mercato e ciò ha comportato una diminuzione del prezzo del latte alla stalla. Si è arrestata la crescita del patrimonio e più di un allevamento ha cessato di esistere aggravando il tasso di disoccupazione di un'area in cui non esistono molte alternative di lavoro. L'indotto bufalino coinvolge circa 15.000 addetti. Verosimilmente le aree a ortofrutta che negli anni 70 furono convertite all'allevamento bufalino in futuro dovranno trovare una ulteriore destinazione.

La prima risposta degli allevatori che resistono è stata l'eliminazione dei capi meno produttivi ma ciò non è sufficiente. Il prezzo del latte di bufala è

indirettamente legato a quello di vacca che, con la liberalizzazione delle quote, dovrebbe ulteriormente svalutarsi. A differenza del comparto bovino, che riesce ad ammortizzare i costi fissi grazie al miglioramento genetico effettuato negli ultimi 30 anni, quello bufalino incontra notevoli difficoltà perché l'incremento numerico dei capi allevati non ha consentito un'intensa opera di miglioramento. È opportuno enfatizzare, come scusante, che solo da poco si dispone di 20 tori miglioratori per la produzione di latte (altri 8 lo sono ma per quantità non interessanti) e di questi solo 5 lo sono anche per il tenore in proteine e in grasso. L'impiego dell'inseminazione strumentale tarda a generalizzarsi sia per problemi di management sia per oggettive difficoltà dovute alla stagionalità della specie. Nonostante il notevole miglioramento della tecnica, nei mesi a fotoperiodo positivo (maggio-luglio) la fertilità resta ancora bassa anche se talvolta è proprio il suo impiego che sopperisce in alcuni casi alla diminuzione della libido dei tori in questo periodo.

Ormai gli allevatori hanno compreso che le strade da perseguire sono il miglioramento genetico e il rispetto del benessere degli animali allevati che sono gli strumenti più efficaci per ridurre i costi fissi e garantire un utile in grado di compensare l'impegno dell'imprenditore (Zicarelli, 2008).

L'applicazione della tecnica della destagionalizzazione dei parti è l'unica che nel periodo primaverile estivo è in grado di approvvigionare il caseificio con latte fresco; da tale caratteristica non si può prescindere per garantire che il prodotto DOP sia ottenuto secondo la tradizione e in osservanza del disciplinare.

Garantire la tracciabilità è un altro aspetto importante soprattutto nel caso in cui dovesse essere importato illegalmente latte che proverrebbe dalle aree danubiane della Bulgaria e della Romania. Il Danubio è uno dei corsi fluviali più inquinati d'Europa (vi transitano 5.000 navi) perché attraversa 10 Paesi tra i più industrializzati del mondo. È opportuno ricordare che nel 2012 si verificò l'affondamento di una nave sulla riva bulgara con fuoriuscita di carburante e nel 2010 comparve nelle acque del Danubio un fango rosso (residui-detriti della fabbricazione di alluminio) ad Aika. Nel 2000, grazie alla Miniera d'oro di Baia Mare – Romania – furono registrate 400 tonnellate di pesci morti nella sola Ungheria. Ho potuto osservare in Romania una centrale nucleare con le strutture portanti arrugginite. E che dire dell'Egitto dove nel 2012 si è registrato un episodio di afta epizootica sostenuta da un ceppo completamente nuovo (SAT2). In ogni caso trattasi di latte che costa meno.

Di non secondaria importanza è la salvaguardia del territorio uno dei caposaldo che contribuisce a valorizzare un prodotto "autoctono" derivante dalla trasformazione di un latte monorazza (Bufala Mediterranea Italiana), carat-

teristica questa che oltre a rafforzare il legame con la tradizione e il territorio, è una peculiarità di cui può fregiarsi solo un esiguo numero di formaggi a livello internazionale.

RIASSUNTO

Il bufalo, originario delle aree tropicali dell'Asia, è presente nell'Italia meridionale dal nono secolo d. C. grazie agli Arabi e da allora, almeno ufficialmente, non sono stati introdotti altri soggetti. Per tale motivo il 5 luglio 2000 il MiPAF (D. M. 201992) identificava i capi presenti nella nostra penisola come appartenenti alla razza "Bufala Mediterranea Italiana", che per il suo isolamento centenario può essere considerata tra le razze più pure esistenti nel patrimonio zootecnico mondiale.

La sua consistenza a partire dal XVII secolo fino agli anni Quaranta è oscillata tra i 12.000 e i 20.000 capi. Nel primo censimento effettuato dopo la seconda guerra mondiale erano presenti 12.500 capi destinati, secondo molti, all'estinzione per la progressiva contrazione delle aree paludose, habitat naturale della specie. Il bufalo non è più allevato nelle aree paludose, ormai un lontano ricordo, bensì in aziende le cui caratteristiche non sono molto diverse da quelle bovine d'avanguardia.

Nel 1960 il patrimonio italiano costituiva il 5% di quello europeo mentre oggi rappresenta il 95% dei bufali allevati in Europa. L'Italia oggi alleva 379.000 capi di cui il 94% è presente nella zona DOP. Attualmente però il patrimonio mostra segni di contrazione.

L'incremento numerico della specie registrato finora è da attribuire al crescente consumo della mozzarella che si è registrato a partire dal dopoguerra nelle province di Napoli, Caserta e Salerno e successivamente nel resto d'Italia e nel mondo. Grazie a tale andamento il latte di bufala attualmente è remunerato mediamente 2,7 volte quello bovino. Ciò garantisce la sopravvivenza delle aziende che producono almeno 2250 kg di latte/capo/anno che rappresentano attualmente una esigua minoranza (12%). Se il latte di bufala dovesse essere remunerato 2,58 volte rispetto a quello bovino la maggior parte delle aziende cesserebbe l'attività.

ABSTRACT

Buffalo milk cheeses. Zootechnical aspects linked to the territory. Buffalo, native to the tropical areas of Asia, has been present in southern Italy since the ninth century thanks to the Arabs, and since then, at least officially, no other subjects have been introduced. For this reason, on July 5th 2000 the Ministry of Agriculture (DM 201 992) identified the heads present in our country as belonging to the "Mediterranean Italian Buffalo" breed, which, due to its centenary isolation, can be considered one of the purest breeds existing.

Its consistency from the seventeenth century until the forties ranged between 12,000 and 20,000 heads. The first census carried out after the 2nd World War showed that there were 12,500 animals condemned, according to many people, to the extinction because of the gradual decline of wetlands, natural habitat of the species. Buffalo is no longer bred

in marshy areas, now a distant memory, but in farms whose characteristics are not much different from those of bovine industrialized farms.

In 1960 the Italian heritage was 5% of the European population and now accounts for 95% of buffaloes bred in Europe. At present in Italy there are 379,000 heads of which 94% is in the PDO area. However, currently the heritage shows signs of contraction.

The increased population of the species recorded so far has been due to the increased consumption of mozzarella cheese that has been registered after the 2nd World War in the provinces of Naples, Caserta and Salerno, and then in the rest of Italy and the world. Because of this trend, the buffalo milk is currently paid on average 2.7 times more than that of cattle milk. This ensures the survival of the farms that produce at least 2250 kg of milk / head / year, which currently represent a minority (12%). If buffalo milk was only paid 2.58 times more than bovine milk most of the farms would close.

BIBLIOGRAFIA

- ALTIERO V., MOIO L., ADDEO F. (1989): *Previsione della resa in mozzarella sulla base del contenuto in grasso e proteine del latte di bufala*, «Sci. Tecn. lattiero-casearia», 40, pp. 425-433.
- ZICARELLI L. (2008): *Il benessere negli animali in allevamento – La bufala da latte*, «30 giorni speciale Organo ufficiale di FNOVI e ENPAV», anno I, numero 8, agosto 2008, pp. 79-82.
- ZICARELLI L. (2010a): *Enhancing reproductive performance in domestic dairy water buffalo (Bubalus bubalis)*, 8th International Ruminant Reproduction Symposium September 3 to 7, 2010 in Anchorage, Alaska, Reproduction in domestic ruminants VII, Proceedings of the Eighth International Symposium on Reproduction in Domestic Ruminants, Anchorage, Alaska, September 2010, pp. 443-455.
- ZICARELLI L. (2010b): *Management of Buffalos*, XXVI World Buiatrics Congress, November 14-18, 2010, Santiago, Chile, pp. 326-342.
- ZICARELLI L. (2014): *Note sul DL n. 91* (“Misure per la sicurezza alimentare e la produzione della Mozzarella di Bufala Campana DOP”), 26', 2014.

Formaggi da latte di bufala. Aspetti microbiologici e tecnologici

Dopo la giornata dedicata dall'Accademia dei Georgofili all'allevamento bufalino in Italia¹, oggi dedichiamo una nuova tornata ai formaggi DOP italiani. Nell'ambito di questa giornata di studio, vorrei esaminare, sotto nuove prospettive, alcune delle problematiche all'epoca esposte, che tuttora interessano la produzione Mozzarella di Bufala Campana DOP, se si vuole che il mercato di questo formaggio tipico si espanda nella stessa misura in cui si espande la produzione.

La trasformazione del latte di bufala, realizzata secondo regole empiriche – come ancora propone e impone il Disciplinare di produzione – per garantire la corrispondenza al prodotto fresco tradizionale, si rivela oggi desueta e richiederebbe l'elaborazione di un nuovo Disciplinare con sostanziali modifiche per conseguire i seguenti obiettivi:

- a. valorizzare al meglio la sostanza secca del latte con miglioramento della resa di trasformazione;
- b. automatizzare il processo produttivo per garantire al massimo igiene e sicurezza;
- c. standardizzare il prodotto ai massimi livelli della "qualità";
- d. ridurre gli scarti di lavorazione per minimizzare l'impatto ambientale;
- e. coniugare i valori sensoriali con quelli nutrizionali;
- f. conservare aroma e sapore del prodotto immerso nel liquido di governo;
- g. trovare sistemi alternativi per allungare la vita commerciale del prodotto.

* *Istituto di Scienze dell'Alimentazione del C.N.R., Avellino; già Università di Napoli Federico II*

¹ *L'allevamento bufalino in Italia. Ieri oggi e domani*, «I Georgofili. Quaderni», 1998-IV, Giornata di Studio, Firenze, 30 aprile 1998.

TRATTI CARATTERISTICI DELLA TECNOLOGIA
DELLA MOZZARELLA DI BUFALA CAMPANA

Il latte crudo, termizzato o pastorizzato, è addizionato di siero-innesto della lavorazione precedente. La cagliata si ottiene con caglio di vitello, in seguito rotta alle dimensioni di una noce. La pasta, sotto siero, acidifica fino al punto di rottura, dopo di che si pone in mastelli con acqua bollente per il processo di filatura. A questo punto il casaro provvede alla mozzatura nelle varie forme di formaggio, dando loro la classica forma tondeggiante, o a ciliegia o a treccia. La trasformazione è seguita dalla salatura del formaggio per immersione in salamoia².

PROBLEMATICHE MICROBIOLOGICHE
E TECNOLOGICHE DELLA MOZZARELLA DI BUFALA CAMPANA DOP

La tecnologia di trasformazione del latte in Mozzarella di Bufala DOP è descritta nel Disciplinare sostanzialmente come quella di un formaggio antico ottenuto con operazioni eseguite quasi interamente manualmente, anche se in molti punti è indicata l'opzione meccanica. Con questo modo di procedere, all'epoca, e non solo in Italia, si è voluto creare l'immagine di prodotti, ammantati da un'aura magica, legati a un ambiente particolare di allevamento di bufala della razza Mediterranea italiana che produce latte con caratteristiche particolari, la cui trasformazione ha luogo in un'area determinata e caratterizzata da una perizia riconosciuta e constatata. Queste caratteristiche sono dovute all'ambiente geografico, comprensivo di fattori naturali e umani (Regolamenti CEE n. 2081/92 e 2082/92). Oggi, la tecnologia di lavorazione ha subito una progressiva riduzione della manualità: rottura, smiuzzamento, filatura della cagliata e formatura del formaggio sono ottenuti con mezzi meccanici. Raffreddamento e confezionamento sono anch'essi compiuti con mezzi meccanici. L'effetto complessivo è stato il miglioramento delle caratteristiche igienico-sanitarie del prodotto finito. Per raggiungere gli ambiziosi obiettivi indicati sotto i punti a-g, sarebbe necessario intervenire su alcune fasi della tecnologia tradizionale introducendo innovazioni di processo, trovare soluzioni innovative per il prolungamento della *shelf life* del prodotto nel liquido di governo, trovare sistemi di spedizione alternativi che prevedano la sua eliminazione. Un percorso lungo che avrebbe bisogno di

² Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Provvedimento 11 febbraio 2008.

nuova sperimentazione e ricerca e, soprattutto, di un processo di accompagnamento da parte dell'autorità nazionale preposta al coordinamento dell'attività di controllo e di vigilanza delle denominazioni di origine dei formaggi DOP. Adattare le nuove esigenze della distribuzione alla tradizione e all'immagine di un formaggio nato all'ombra del mito della Magna Grecia potrebbe significare, però, integrare con nuove inclusioni normative il Disciplinare vigente. Questo significa che se un produttore apporta una minima modifica al Disciplinare di Produzione si pone fuori la denominazione DOP. Questo è già successo nel passato nel caso di altre varietà di formaggio DOP italiano per modifiche anche minime del disciplinare (ad es., termizzazione del latte). Questo è quello che immagino possa succedere nel caso fossero introdotte nel disciplinare alcune innovazioni, formali o sostanziali.

Vorrei riassumere il profilo di produzione del formaggio – quale descritto dal disciplinare di produzione vigente – ed esaminarne, secondo la mia parziale visione, i punti deboli.

I punti critici più importanti da esaminare in dettaglio nella produzione della Mozzarella di Bufala Campana, fonte di grande variabilità della qualità e della composizione del prodotto, sono i seguenti:

- siero-innesto naturale, e sua preparazione;
- tecnologia di filatura della pasta;
- uso e composizione del liquido di governo per la spedizione del formaggio;
- temperatura di conservazione del formaggio nello scaffale.

SIERO-INNESTO NATURALE

Nel caso del caseificio di bufala, il siero-innesto naturale contiene una microflora lattica termofila e mesofila, altri microrganismi contaminanti insieme a lieviti e muffe. In tabella 1 viene riportata la composizione microbiologica di alcuni campioni di siero-innesto prelevati in caseifici della zona tipica di produzione.

La letteratura sul siero-innesto

Esiste una scarsa letteratura scientifica sull'argomento: una ricerca su *Cilea Science Server* con le parole «natural whey starter» fa rinvenire solo 11 riferimenti bibliografici. Questo è segno del poco interesse scientifico e applicativo che desta l'uso del siero-innesto, definito naturale, perché prevede la

MICROFLORA	ufc/ml (MIN-MAX)
Streptococchi termofili	$1 \times 10^7 - 2,3 \times 10^8$
Lattococchi	$5,0 \times 10^7 - 1,2 \times 10^8$
Lattobacilli termofili	$1,3 \times 10^8 - 2,3 \times 10^8$
Lattobacilli mesofili	$3,5 \times 10^7 - 9,6 \times 10^7$
Lieviti	$1,6 \times 10^5 - 5,5 \times 10^6$
Coliformi totali	$< 10 - 1,2 \times 10^3$

Tab. 1 *Caratteristiche del siero-innesto naturale (Carminati, 1997, risultati non pubblicati)*

moltiplicazione della microflora lattica presente nel siero della lavorazione precedente. L'aggiunta di questa preparazione (senza indicazione dei modi di incubazione) modifica comunque l'ecosistema della microflora del latte crudo di bufala per cui in caldaia diventano dominanti i batteri lattici apportati dall'innesto.

È vero che il momento ottimale per la filatura è giudicato con un test empirico ma seguendo l'evoluzione dell'acidità nel siero e nella cagliata esso può essere colto perfettamente come indicato dalla freccia in figura 1.

Seguendo la manualità del casaro in sette caseifici si sono osservati tempi d'inizio della filatura estremamente diversi (fig. 2), segno di una diversa maturazione della cagliata – diminuzione di pH a causa – secondo noi – della forza dell'innesto aggiunto in caldaia. È così, per tutte le nostre varietà di formaggio che, escluso il Pecorino Toscano, per ragioni storiche utilizza fermenti lattici selezionati presenti nella ceppoteca del Consorzio.

Nel caso del caseificio di bufala, con l'uso di siero-innesto naturale, conducendo la maturazione della cagliata a temperature tra 36 °C e 39 °C, l'inizio della filatura della pasta avveniva tra 200 e 250 minuti dall'inizio della caseificazione, indice di una diversa cinetica di maturazione della cagliata, cioè di una minore o maggiore produzione di acido lattico nelle caldaie, che determinava tempi di lavorazione diversi. Questa la prima osservazione: una diversa densità batterica che influisce sui tempi di lavorazione. Ciò è conseguenza della diversa quantità di siero-innesto utilizzata o – a parità di volume di siero-innesto utilizzata – della diversa carica batterica lattica del siero-innesto.

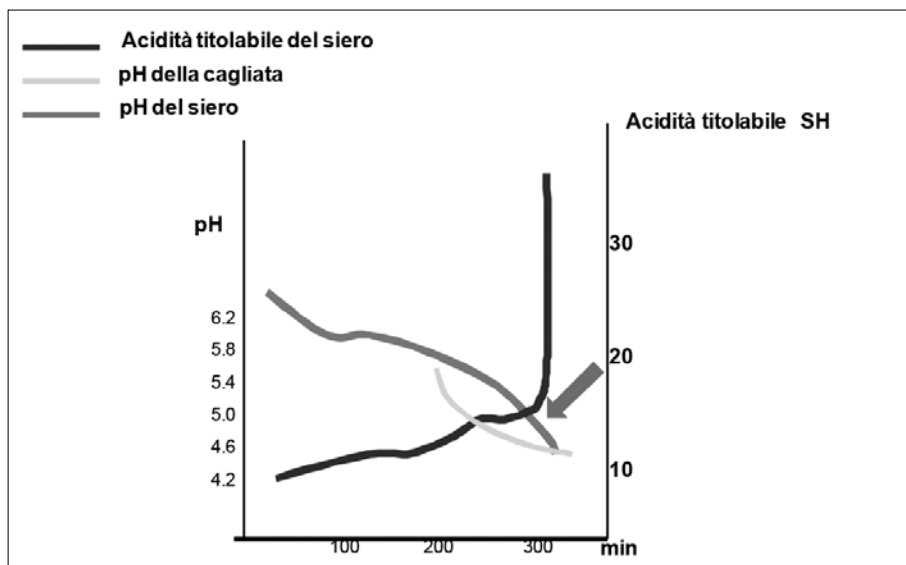


Fig. 1 *Evoluzione dell'acidità titolabile e del pH del siero e della cagliata durante la fase di maturazione sotto siero*

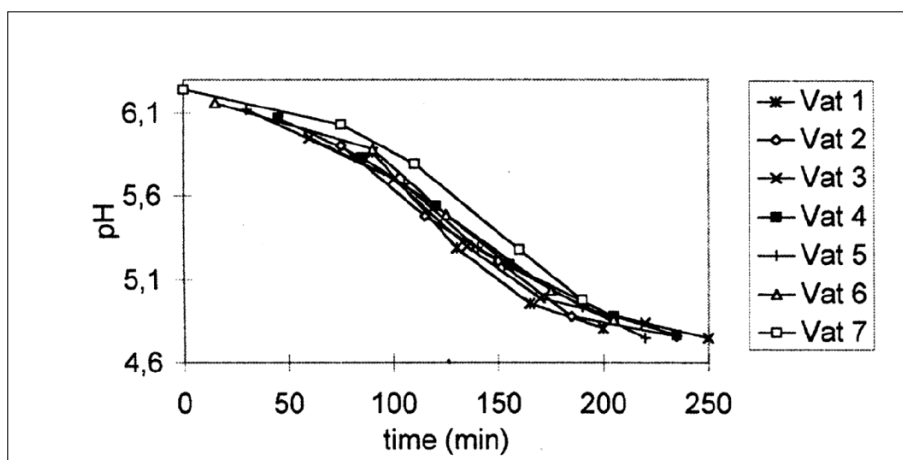


Fig. 2 *Variazione del pH durante la maturazione della cagliata in sette lavorazioni di mozzarella di bufala*

All'estero cosa succede? I Consorzi interprofessionali hanno promosso studi – come nel caso del Pecorino Toscano – che hanno portato alla caratterizzazione e all'isolamento di ceppi di batteri lattici dominanti nel caso delle

singole varietà di formaggio. I Consorzi dispongono spesso di collezione di batteri lattici. La collezione privata, composta da diverse specie batteriche, è messa a disposizione degli associati.

Nel caso del formaggio Abondance, dal 2004, quattro ceppi di *Lactobacillus delbrueckii* spp. *delbrueckii* della collezione di batteri lattici del Consorzio «sono messi a disposizione degli associati sia sotto forma di coltura naturale congelata o di liofilizzato (ABO Iyo II). Quattro ceppi sono vivamente consigliati per l'innesto in questa varietà di formaggio. Per tutte le altre specie di batteri lattici isolati dalla filiera lattiero-casearia del formaggio Abondance, non disponibili presso il Consorzio, gli associati si possono fornire presso i produttori di fermenti (<http://www.fromageabondance.fr/pdf/Liste-ferments.pdf>)». Un caso storico, risalente agli anni '74-'75, a opera dell'iniziativa del grande microbiologo Germain Mocquot, direttore di Dipartimento all'INRA di Jouy en Josas, che, per ovviare alle fallanze che avvenivano per il Comté, mise in atto una procedura di avanguardia per quell'epoca. Di questa resta traccia nel Disciplinare del Comté: «Le sole aggiunte autorizzate sono: le colture selezionate da fermenti naturali del latte o selezionate incubate per un periodo di almeno 3 ore. È obbligatoria l'aggiunta di un fermento sviluppato su siero crudo. L'uso di colture di batteri lattici selezionati è autorizzato soltanto se la flora indigena del latte mantiene un ruolo preponderante. Dovrebbe essere fatto su terreno latte. Solo l'aggiunta di mesofili può essere fatta con ceppi non provenienti dai fermenti naturali del latte o fermenti selezionati, per incubazione di almeno 3 ore. Per i lattobacilli termofili, sono ammesse solo le colture su siero o su scotta» (http://www.comte.com/fileadmin/upload/mediatheque/documents_pdf/CDCComte_2013_06_03.pdf).

In Italia, questo modo di procedere è stato da almeno quattro lustri demonizzato. Il futuro dovrebbe prevedere una revisione sostanziale della problematica verso una più razionale e rispettosa considerazione delle esigenze della categoria del produttore di formaggio. In tal senso, s'intravede un cambiamento di rotta da parte del MIPAF. Nel grana padano, infatti, all'art. 5 del Disciplinare, finalmente è previsto che: «Nei casi in cui si dovesse riscontrare un valore di acidità di fermentazione del siero innesto a 24 ore inferiore a 26° SH/50ml è ammessa, fino ad un massimo di dodici volte all'anno, l'aggiunta di batteri lattici autoctoni, quali *Lactobacillus helveticus* e/o *lactis* e/o *casei*, all'inizio della preparazione del siero innesto per il giorno successivo».

Uno schema descrittivo della maturazione della cagliata sotto siero nei formaggi a pasta filata è indicato in figura 3.

La cagliata sminuzzata in granuli della grandezza di una noce è soggetta a una progressiva diminuzione di pH a seguito della formazione di acido

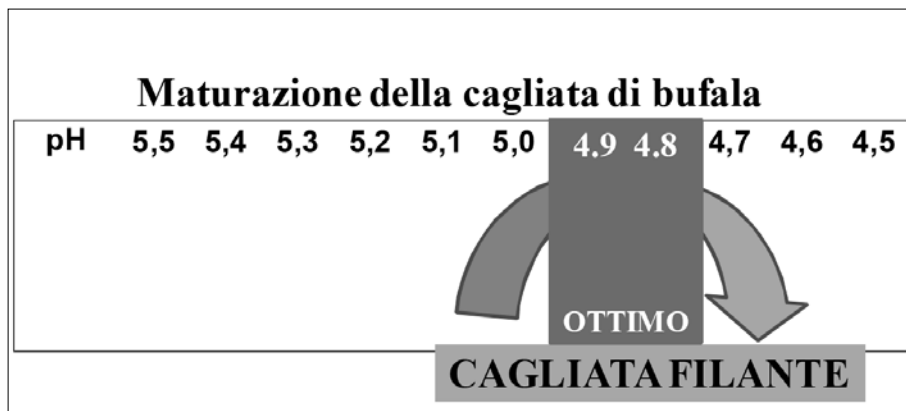


Fig. 3 Variazioni di pH registrati durante la maturazione della cagliata di bufala e valori ottimali ai quali corrispondono le migliori condizioni di filatura

Contenuto di calcio nella cagliata in funzione del pH					
pH	5,4	5,2	5,0	4,8	4,6
Calcio nella cagliata (%)	65	35	25	15	5

Tab. 2 Diminuzione di calcio legato alla caseina che si riscontra nella cagliata a causa della progressiva diminuzione di pH

lattico per fermentazione del lattosio da parte dei batteri lattici. Per effetto di quest'acidificazione, la struttura e le caratteristiche reologiche della cagliata si modificano continuamente. La taglia delle micelle di caseina, nell'intervallo di pH da 5,5 a 4,6, si riduce anche di 5 volte e parallelamente aumenta l'attitudine alla filatura. Quando la cagliata è esposta al contatto con acqua calda o vapore produce una massa plastica liscia. Questa proprietà di filare aumenta progressivamente con la diminuzione di pH fino a 4,8-4,9, per poi decrescere ai valori di pH più acidi.

Al momento del coagulo, il 100% del calcio del latte si lega alla cagliata da cui è progressivamente rilasciato nel siero per diminuzione del pH. La cagliata "matura" per azione dell'acido lattico sulla cagliata calcica. L'effetto di quest'azione è il rilascio nel siero di ioni calcio da parte della cagliata il cui pH diminuisce progressivamente con la parallela acquisizione della capacità di plasticizzare in acqua calda o leggermente salata. Bisogna cogliere il pun-

to ottimale di demineralizzazione della cagliata per iniziare la filatura. Se la cagliata si demineralizza troppo, diventa sovra-matura, e fila male, con conseguente diminuzione di resa dovuta prevalentemente alla perdita di grasso nell'acqua di filatura.

Al netto, la riduzione del pH della cagliata promuove una serie di condizioni chimico-fisiche, che favoriscono la progressiva capacità delle fibre proteiche a elongarsi, cioè a raggiungere il giusto punto di filatura: la progressiva solubilizzazione del calcio legato alle micelle, l'aumento del rapporto calcio solubile/calcio colloidale e, infine, il massimo d'idratazione della caseina.

Nella categoria dei formaggi non DOP, questa lunga fase della maturazione della cagliata può essere raggiunta quasi istantaneamente, mediante una semplice pre-acidificazione del latte – in opportune condizioni – con acidi organici, portando il latte a un valore di pH 5,75-5,80.

A questo pH, pur con rapporto calcio colloidale/calcio solubile superiore, la cagliata fila con successo ottenendosi un prodotto più dolce, con caratteristiche reologiche simili alla Mozzarella tradizionale. La sola differenza è che partendo da latte pastorizzato, si ovvia a tutti i problemi d'inseminamento del latte con innesto a composizione batterica incognita: il prodotto è sano e sicuro, più dolce e più nutriente, per il maggior contenuto di lattosio. La maggior parte della Mozzarella bovina consumata nel mondo è prodotta con questa tecnologia.

In generale, però, utilizzando siero-innesto costituito da più specie batteriche e biotipi provenienti dal latte crudo, non contaminato da specie patogene, si produce il formaggio tradizionale DOP dalle ottime caratteristiche sensoriali. Sarebbe possibile pensare a una variante di Mozzarella di Bufala Campana, o a intermedi di lavorazione destinati a certi mercati esteri, preparati da latte pre-acidificato?

La procedura indicata nel disciplinare per la preparazione del siero-innesto

La procedura indicata nel Manuale di autocontrollo della produzione del Formaggio Mozzarella di Bufala Campana prevede – quasi letteralmente – i seguenti punti: «Il siero acido residuo all'estrazione della cagliata da due o più tini di coagulazione riunito in un apposito contenitore in acciaio viene raffreddato in cella a +4 °C, poi, quando necessario, lasciato a temperatura ambiente per qualche ora fino al raggiungimento dell'acidità desiderata. Il siero-innesto può essere raffreddato in cella a + 4 °C, fino al momento dell'impiego». Se si sottopone a un produttore di fermenti lattici in coltura

liquida destinati ai produttori di formaggio, questa procedura è sonoramente bocciata. Perché la permanenza del siero in cella prima e dopo lo sviluppo dei batteri lattici danneggia in modo irreversibile parte della popolazione batterica, abbattendone notevolmente la carica e selezionando le specie criofile.

La preparazione del siero-innesto in caseificio

Il siero naturale, nella generalità dei caseifici, è ottenuto, invece, incubando subito a fine maturazione della cagliata, il siero derivato da essa per tempi variabili fino a raggiungere un pH finale compreso tra 3,8 e 4,4, più frequentemente tra 4,0 e 4,2, con un'acidità titolabile tra 32 e 38 °SH. In molti caseifici, l'incubazione è effettuata in fermentatore utilizzando un gradiente di temperatura, per simulare il raffreddamento a t.a. del siero estratto dalla caldaia, per un tempo sufficiente a raggiungere condizioni di pH e acidità titolabili pre-fissate. In alternativa, l'incubazione è realizzata con un gradiente a scalini, partendo dalla temperatura di 40-45 °C fino a 30 °C, in circa 4 ore, per raggiungere un'acidità titolabile finale di 30-40 °SH. La quantità di siero-innesto che si aggiunge al latte è compresa tra 5 e 2%.

Non è mai stata riscontrata nella Mozzarella di Bufala la presenza di germi patogeni a livelli superiori ai limiti di legge. I rari casi si riferiscono a post-contaminazione del prodotto filato. Controlli centrati sulla parte microbiologica, soprattutto in Germania, Svizzera e Francia, hanno evidenziato, infatti, solo un superamento, alla scadenza del prodotto, del livello massimo dei lieviti indicato nel Manuale di Autocontrollo. Talora sono stati osservati valori troppo alti, compresi tra 500.000 e 2.000.000. I trattamenti di filatura della pasta acida a temperature intorno a 70 °C per tempi non inferiori a 3 minuti mentre sono sufficienti a rendere sano il prodotto finale, non rendono il prodotto sterile, ma lasciano sopravvivere nel prodotto una microflora di varia natura – anche lieviti – suscettibili di moltiplicarsi in ambiente acido a bassa temperatura nella fase di permanenza del prodotto in liquido di governo, soprattutto se conservato a temperature di circa 8 °C.

Come previsto dal Manuale, il limite dei lieviti nel latte crudo varia da 10.000 a 100.000 UFC/ml, < 100 nel latte pastorizzato, < 100.000 nel siero-innesto, <10/ml nelle salsette, < 1.000/ml in salamoia (Manuale di autocontrollo della produzione del Formaggio Mozzarella di Bufala Campana). I lieviti presenti nel latte e nel siero-innesto, sono suscettibili di moltiplicarsi nella cagliata e di ritrovarsi in gran numero nel prodotto finito. Pur a bassa temperatura i lieviti sono ancora in grado di moltiplicarsi e superare il limite

indicato nel Manuale di 10.000 UFC/g per la Mozzarella prodotta da latte crudo o trattato termicamente. Tenendo conto che i controlli sono fatti dalla grande distribuzione spesso durante la conservazione in ambienti tenuti tra 6-8 °C, è ovvio che sia possibile riscontrare cariche eccessive di lieviti. Queste osservazioni ci pongono un interrogativo: è ancora sensato includere i lieviti come indicatore dell'igienicità, quando è noto che essi svolgono un ruolo importante nel determinare il flavour del formaggio?

I lieviti isolati dalla Mozzarella di bufala, testati per la loro capacità di produrre metaboliti nel latte pastorizzato, influenzavano le caratteristiche aromatiche e funzionali del formaggio ed erano catalogati in due classi³:

1. specie capaci di formare quantità importanti di metaboliti tra cui acetaldeide e acetato di etile;
2. specie formanti metaboliti con minimi livelli di variazione, come alcoli superiori, isobutanolo e alcoli amilici.

Il predominio dei lieviti di fermentazione conferisce caratteristiche aromatiche al prodotto finale attraverso sostanze odorose o precursori di composti aromatici.

Gli alcoli sono, infatti, il secondo gruppo di componenti volatili della Mozzarella, aumentando di circa 20 volte rispetto al contenuto del latte. E questo – come già noto da tanti anni – è dovuto all'elevata popolazione di lieviti nella cagliata, cosa confermata dall'elevato livello di acetoino nella Mozzarella. Tra gli alcoli sono stati riscontrati alcuni che hanno primaria importanza nell'aroma della Mozzarella, 3-metil-1-butanolo, e 1-otten-3-olo che ha odore di funghi, sottobosco e muschio⁴. Considerato il suo basso livello di percezione (0,01ppm) e la concentrazione media nella Mozzarella di Bufala (0,02ppm), l'1-otten-3-olo è considerato il principale composto d'impatto della Mozzarella di Bufala⁵. L'aumento di questo composto odoroso, nella cagliata e nella Mozzarella, è proprio dovuto alla conversione, per riduzione fermentativa, del chetone precursore 1-otten-3-one.

Di particolare interesse, poi, è la bassa quantità di anidride solforosa 1-10 mg/l prodotta da tutti i ceppi di lievito, che può già essere sufficiente a inibire alcuni gruppi di batteri lattici aggiunti col siero-innesto naturale. Questa

³ P. ROMANO, A. RICCIARDI, G. SALZANO, G. SUZZI, *Yeasts from Water Buffalo Mozzarella, a traditional cheese of the Mediterranean area*, «Int J Food Microbiol.», 69, 2001, pp. 45-51.

⁴ L. MOIO, J. DEKIMPE, P.X. ETIEVANT, F. ADDEO, *Volatile flavour compounds of water buffalo Mozzarella cheese*, «Ital. J. Food Sci.», 5, 1993, pp. 57- 68.

⁵ V. ALTIERO, L. MOIO, F. ADDEO, *Previsione della resa in mozzarella sulla base del contenuto in grasso e proteine del latte di bufala*, «Scienza e Tecnica Lattiero Casearia», 40, 1989, pp. 425-433.

180 q. latte Latte: G% 8,00 – P 4,68%; Resa teorica 25,34%⁵				
Lavorazione	Grasso sul tq	Umidità	Q.li MdBC	Resa reale %
	%	%		
A	27,5	57,5	49,8	27,68
B	28	56,3	55,2	30,68
Equazione resa in formaggio=latte x $[-0,88+3.50 \times P(\%) + 1.23 \times G(\%)] \times 100^{-1}$				

Tab. 3

caratteristica potrebbe essere dovuta all'azione selettiva esercitata dalle condizioni ambientali, nel favorire la crescita e l'attività dei batteri lattici, che sono la principale classe microorganismi di formaggio. Per proteggere, dunque, tradizione e naturalità della lavorazione della Mozzarella di Bufala, bisogna preservare la presenza di lieviti nel prodotto, anche per le loro specifiche interazioni con le popolazioni batteriche dell'ecosistema formaggio.

Alcuni ceppi di *S. cerevisiae* rappresentativi della Mozzarella di Bufala, potrebbero, quindi, essere utili a supportare la qualità del prodotto tipico.

E allora come dovrebbe essere preparato il siero-innesto naturale: intanto, con l'aggiunta al siero di elementi nutrizionali (vitamine, peptidi, amminoacidi, ecc., il cosiddetto "attivatore") necessari alla crescita dei batteri lattici, e anche di ceppi isolati e caratterizzati per la loro capacità a produrre acido di fermentazione, e tutta la microflora utile a generare aromi nel prodotto.

FILATURA DELLA CAGLIATA

La filatura manuale è divenuta ormai desueta. Le macchine per la filatura della cagliata sono a coclee ruotanti e diffuse in tutto il mondo. Esse si basano sull'aggiunta in continuo di acqua calda (generalmente a 85-95°C) (l'acqua può essere sempre nuova oppure è acqua di filatura di riciclo) in modo da portare la cagliata alla temperatura di filatura (55-75 °C), in genere intorno a 65 °C. La temperatura è regolata empiricamente dal casaro. Nessuna macchina ha un sistema di controllo automatico di alimentazione di acqua e della cagliata, della loro temperatura, della velocità di avvitalamento delle coclee e quindi del tempo di residenza della cagliata nella camera di filatura e della temperatura finale dell'impasto. L'operatore deve compiere delle prove di fila-

tura per stabilire le migliori condizioni di processo per ottenere la resa massima e riprodurre queste condizioni in ogni lavorazione. Operando in parallelo con la stessa cagliata su due macchine filatrici identiche, ho potuto registrare che due casari ottenevano rese giornaliere differenti di circa 1,5-2kg su 100 kg di latte (tab. 3).

Le condizioni operative con macchine a riciclo continuo dell'acqua di filatura differivano solo per la temperatura di alimentazione dell'acqua calda (Lav. A, Acqua di filatura a 95°C; Addizione manuale di vapore nel corso della filatura), (Lav. B, Acqua di filatura a 87°C; Costante flusso di vapore nel corso della filatura).

L'acqua calda di alimentazione della macchina a 95°C conseguiva una fusione più precoce con una maggiore incorporazione di acqua nel prodotto finito (57,5%) rispetto all'alimentazione della macchina alimentata con acqua a 87°C (56,3%), e anche se la cagliata risiedeva per un tempo minore nella sezione di fusione della cagliata nella filatrice a causa della maggiore velocità nell'avvitamento delle coclee. La lavorazione portava a una minore ritenzione di grasso nel prodotto finito (maggiore perdita di grasso nell'acqua di filatura) ma anche a un maggior dilavamento della cagliata con una conseguente perdita di sostanza secca nell'acqua di filatura.

La misura del minore contenuto di grasso, 27,5 vs. 28,0%, dà una misura di questo fenomeno dovuto al tempo e alla temperatura di filatura.

Per quanto riguarda la quantità di grasso inclusa nella cagliata fusa e quindi nel formaggio è funzione dell'energia meccanica (E) fornita dalle coclee, e cioè:

$$\text{Grasso (\%SS)} = a \cdot \text{EMS}^2 + b \cdot \text{EMS} + c \quad (1)$$

e alla temperatura (T) della cagliata all'uscita dalla sezione di fusione della macchina filatrice, in accordo con la relazione di secondo grado:

$$\text{Grasso (\%SS)} = a \cdot \text{TE}^2 + b \cdot \text{TE} + c \quad (2)$$

Queste relazioni suggeriscono che l'ottimizzazione del rendimento in formaggio è regolata dai parametri operativi assunti nel processo di filatura. In particolare, la temperatura e la velocità delle coclee hanno bisogno di aggiustamenti per evitare rotture nella microstruttura del formaggio. La regolazione delle coclee a velocità elevate produce all'inizio una frammentazione della cagliata fin quando la temperatura raggiunge un valore sufficiente a fondere la cagliata. All'aumentare della temperatura, sotto l'azione di taglio delle co-

colee ruotanti, la cagliata diventa sempre più deformabile e plasmabile. Se si aumenta la velocità di avvitalamento delle coclee, si realizza una diminuzione progressiva di umidità nel formaggio. In altri termini, si può regolare il contenuto di acqua nel prodotto finito regolando la velocità di avvitalamento delle coclee. La velocità delle coclee influenza anche la ritenzione di grasso nel formaggio. Queste condizioni hanno ripercussioni rilevanti sulla resa e sulle proprietà funzionali del formaggio Mozzarella.

L'uso di filatrici meccaniche con riciclo di acqua di filatura produce una quantità di acqua di filatura notevolmente più bassa di quella ad alimentazione continua con acqua calda. I prodotti ottenuti con i due tipi di filatura sono anche diversi. Nel caso di filatura con riciclo dell'acqua, la prima Mozzarella ottenuta è a basso contenuto di lattosio, poi si arricchisce progressivamente di lattosio fino ad arrivare a un massimo, al momento del rinnovo dell'acqua di filatura. Con l'alimentazione continua con acqua si ottiene un prodotto con limitatissime quantità di lattosio, più dilavato e meno gustoso del primo sistema di filatura. Il consumatore non percepisce queste differenze – già evidenti all'interno dello stesso lotto di filatura – perché il prodotto è sottoposto a salatura e il sale maschera tutte le differenze.

Dal punto di vista dell'eco-compatibilità, il sistema a rinnovo continuo dell'acqua di filatura è sconsigliabile perché dà luogo a una enorme quantità di latticello. Da una lavorazione di 100 q. di latte di bufala, si ottengono 25-30 q. di Mozzarella di Bufala e circa 75 q. di acqua di filatura da smaltire dopo recupero della panna.

E allora cosa fare, si può ovviare a tutti questi inconvenienti ripensando con l'industria meccanica ai sistemi di filatura con l'obiettivo di aumentare la resa di trasformazione, garantendo al contempo igiene e sicurezza, sempre portando il prodotto ai massimi livelli della "qualità", riducendo gli scarti di lavorazione per minimizzare l'impatto ambientale. L'obiettivo del tecnologo è anche di prospettare modifiche di processo per migliorare il valore nutrizionale del prodotto DOP con appositi interventi tecnologici, magari rischiando di perdere la denominazione DOP.

Il caso della Mozzarella di Bufala, come prospettato nella giornata del 1998⁶, è tutto particolare perché esso rappresenta la migliore valorizzazione economica del latte di bufala.

Il caseificio, quindi, ha tutto l'interesse a produrre con latte di bufala surgelato o con cagliata surgelata anche un prodotto non DOP, purché a elevata resa, piuttosto che formaggio di varietà diversa con resa di lavorazione più bassa.

⁶ *L'allevamento bufalino in Italia. Ieri oggi e domani*, cit.

Calcolo delle rese e della quantità di acqua da aggiungere alla cagliata

Una tecnologia di filatura della Mozzarella da noi studiata negli ultimi anni è quella a vapore, o filatura a secco d'impiego generale per i formaggi a pasta filata nella quale alla cagliata si aggiunge acqua insieme a vapore. I sistemi di filatura possono essere discontinui (per le piccole e medie proporzioni) o continui (per le grosse produzioni).

Noi considereremo il sistema discontinuo perché con l'uso di piccole filatrici a vapore si potrà produrre Mozzarella fresca in continuo in ogni luogo, utilizzando vere e proprie ricette secondo il tipo di formaggio a pasta filata che si vuole ottenere, da pasticcio o per pizza, quest'ultimo notoriamente un formaggio a ridotto contenuto di umidità.

Agli effetti pratici, le macchine filatrici a vapore sono costituite da una camera a tenuta di vapore nella quale sono alloggiati delle coclee che possono ruotare a volontà, a comando, nelle due direzioni, con notevole riduzione di spazio rispetto alle macchine filatrici ad addizione continua di acqua. La quantità di acqua da aggiungere alla cagliata si fa variare in funzione dell'umidità che s'intende incorporare nel prodotto finito. Il vapore immesso nella filatrice in condizioni controllate, fa aumentare la temperatura dell'impasto condensandosi in esso. L'aggiunta di vapore è arrestata quando la temperatura della cagliata raggiunge il valore ottimale di filatura. Tutte le operazioni possono essere fatte in modo automatico, compreso lo scarico della cagliata e la formatura di quest'ultima in tagli con grammatura prestabilita. L'impasto incorpora acqua e vapore, senza produrre alcuno scarto. Il processo è versatile perché è possibile aggiungere alla cagliata qualsiasi liquido, ad esempio, panna, latte, soluzioni concentrate di proteine del siero.

Il risultato è il seguente: tutta la sostanza secca della cagliata può essere trasferita al prodotto finito, se non si aggiunge acqua in eccesso rispetto a quella da incorporare nell'impasto. L'eventuale eccesso di acqua è recuperato, come nel caso della filatura a mano, e invece di essere smaltita, può essere aggiunta di nuovo alla filatrice. Alla fine si recupera un solo liquido di filatura di volume ridottissimo, con perdite trascurabili di grasso.

Incorporazione di grasso nel formaggio

Occorre subito precisare che oltre a non perdere grasso nel liquido di filatura – come avviene con le filatrici ad acqua – l'uso della filatura a vapore permette di recuperare il grasso perduto nel siero di caseificazione con l'incorporazione di quest'ultimo nel prodotto finito.

Composizione chimica della cagliata di alimentazione di una filatrice a vapore		Scheda di lavorazione		
Grasso, %	34	Ingrediente	Quantità, kg	kg in filatrice
Proteine, %	19,3	Cagliata intera	130	131
Grasso sul secco, %	61,6	Panna di siero*	9	9
Proteine sul secco, %	35	Acqua	47	46,6
Rapporto grasso/proteine	1,76	Vapore (a 3 bar)	12	11,7
Umidità, %	55,1	Quantità, in kg	198	197,59
Residuo secco, %	44,8	*Panna con titolo in grasso 41,5%; 9 kg panna = 4,16 kg di		

Durata della filatura a vapore 3,5 minuti; Temperatura di filatura 70 °C; 5 kg di liquido di filatura residuo con 10% di grasso= perdita di 0,5 kg grasso; ritenzione del grasso aggiunto nella Mozzarella, 88%; resa in Mozzarella, 192 kg/131 kg di cagliata + 3,66 grasso = 134,66 kg; 134,66 (cagliata): 192 (Mozzarella) = 100 : x; x = 142,6 kg con guadagno di 42 kg di acqua.

Composizione della Mozzarella di Bufala	
Grasso, %	20
Proteine, %	10,4
pH	5,06
Grasso sul secco, %	54,6
Proteine sul secco, %	28,4
Rapporto Grasso/Proteine	1,92
Umidità, %	63,4
Residuo secco, %	36,6

Cagliata = 131 kg;
 Grasso ritenuto nella mozzarella = 3,66 kg;
 Cagliata + grasso = 134,66 kg
Bilancio della caseificazione
 $134,66 : 197,6 = 100 : x$;
 $x = 146,74$;
 Da 100 kg di cagliata si ottengono 146,7 kg di Mozzarella;
Guadagno 46,7 kg.

Tab. 4

L'adozione della filatura a vapore permette di controllare tutti i parametri del processo, regolare il contenuto di umidità e di grasso nel prodotto finito e – se il sale aggiunto in fase di filatura – regolare in maniera omogenea il contenuto di sale nel prodotto finito, evitando ogni contaminazione in salamoia.

Nella tabella 4 facciamo un esempio pratico di una filatura a vapore di una cagliata di latte di bufala da trasformare in Mozzarella di Bufala Campana DOP.

Da notare il rapporto grasso/proteine della cagliata è stato fatto aumentare da 1,76, a 1,92 nel prodotto finito.

Prolungamento della vita commerciale del prodotto

Il prodotto DOP, immerso nel liquido di governo, si rammollisce progressivamente a causa del rilascio del calcio residuo nel formaggio per azione dell'acido lattico e citrico presenti nel liquido di governo. Questo fatto limita la diffusione del prodotto sul mercato e la data di consumo stabilita dal produttore è fissata in 20 giorni.

Se si vuole prolungare la vita commerciale bisogna arrestare la perdita di calcio da parte del prodotto finito immerso nel liquido di governo, cioè bisogna evitarne lo “stracchinamento”. L’obiettivo è conservare la struttura fibrosa tipica della mozzarella che si nota nei primi tre giorni dalla lavorazione, adottando tutte le misure in fase di lavorazione e di conservazione del prodotto. Negli USA, la Mozzarella non si vende nel liquido di governo. Società italiane operanti negli USA mettono sul mercato il prodotto bovino avvolto in confezioni trasparenti senza liquido di governo, con data di scadenza notevolmente più lunga. In alcuni casi, riducendo il contenuto di umidità nel prodotto finito si allunga la vita commerciale ad alcuni mesi. Tutte queste modificazioni non possono essere apportate al prodotto DOP, pena la fuoruscita dalla denominazione di origine protetta. Il liquido di governo è previsto dal Disciplinare che fissa solo il limite massimo di umidità nel prodotto (unico caso nel panorama dei formaggi DOP: per quale ragione non si sa!). Le modifiche finali proposte sono molto semplici da realizzare e non vanno in contrasto col prodotto DOP: a) iniziare la filatura del prodotto a un valore di pH superiore a quello normalmente utilizzato per mantenere un più alto contenuto di Ca legato alla caseina nel prodotto finito; b) ridurre il contenuto di sale nel prodotto riducendo il livello abitualmente utilizzato nel liquido di governo ad almeno la metà, circa 0,5%; c) eliminare la pratica tradizionale della salatura in salamoie acide (circa 12% di sale) in modo di evitare forti concentrazioni negli strati più esterni del prodotto e effettuare la salatura in pasta o – meglio – durante la filatura a vapore.

Utilizzo delle Alte Pressioni (AP) per il prolungamento della shelf-life

Mutuato dalla scienza dei materiali, la tecnologia delle AP implica un trattamento del prodotto a pressioni di almeno 100 MPa. Le attrezzature industriali sono di tipo discontinuo per il trattamento di solidi, liquidi ad alta viscosità e per materiale disperso. L’incidenza dei costi per investimento e per trattamento è stata valutata in 10-15 centesimi di Euro per kg di prodotto. Esempi di trattamento riguardano marmellate, gelatine, salse, succhi, polpa di frutta, piatti cucinati, e prosciutto cotto e anche formaggi freschi. La tecnica è stata applicata per allungare la vita commerciale di formaggi freschi, per ridurre il tempo di maturazione del formaggio mediante trattamento a 250MPa, per prevenire la post-acidificazione nello yogurt, e per allungare a più di 2 settimane a 4°C la vita commerciale dello yogurt dopo trattamento a 200MPa per 15 min a 20°C. Interessanti applicazioni riguardano l’uso delle

AP per ridurre l'allergenicità del latte attraverso modificazioni strutturali della β -lattoglobulina. Molti lavori hanno dimostrato l'utilità delle AP nella disattivazione di microrganismi, con un conseguente aumento della garanzia igienica e prolungamento della vita commerciale dei prodotti. Una sintesi della potenzialità della tecnica nella stabilizzazione microbiologica ha consentito di valutare in più di 4 unità logaritmiche la riduzione in microrganismi vitali per applicazione di pressioni di trattamento di 400-600MPa a temperatura ambiente. Questo tipo di trattamento non è sufficiente a ridurre sostanzialmente il numero di spore, che possono sopravvivere a pressioni superiori anche a 1000MPa.

La disponibilità sul mercato di attrezzatura per applicazione delle AP ha avuto come principale obiettivo il prolungamento della vita commerciale del prodotto DOP sul mercato estero, soprattutto per superare la quarantena imposta ai prodotti freschi d'importazione in alcuni paesi (ad es. Australia). Nello specifico, l'obiettivo è sottoporre la Mozzarella di Bufala Campana confezionata in liquido di governo al trattamento con AP per raggiungere una shelf-life di almeno 60 giorni a +4°C.

A tale scopo sono stati valutati i due seguenti punti:

- a) come si deve adattare la tecnologia di produzione del prodotto alle esigenze dettate dal trattamento delle AP per ritardare la degradazione strutturale del prodotto;
- b) l'efficacia delle AP ai fini di ridurre la carica microbica nel prodotto finito.

La Mozzarella confezionata in confezioni di materiale plastico con liquido di governo sono state trattate a 24 ore dalla produzione a una pressione di 5000 bar per un tempo di tre minuti. Dopo trattamento le confezioni sono state conservate a +6°C. Le mozzarelle confezionate sono state sottoposte il giorno successivo al trattamento e dopo 10, 20, 30, 40, 50, 60 giorni ad analisi sensoriali e microbiologiche. I risultati sono compendati nelle tabelle 5 e 6. Il prodotto che presentava 56,5% s.s. e 59,5% presentava, a fine conservazione, identica composizione chimica. Il liquido di governo rimaneva limpido, e soprattutto, la masticabilità del prodotto risultava simile a quella del prodotto a 3 giorni di conservazione tradizionale.

Valutazioni conclusive sull'uso delle Alte Pressioni

La valutazione organolettica dei prodotti conferma la piena rispondenza della mozzarella trattata con quella fresca, per tutti i parametri misurati. In partico-

Analisi microbiologiche		
Coliformi, ufc/g	<10	<10
E. coli, ufc/g	<10	<10
CBT	800	1000
Muffe	<10	<10
Lieviti	<10	100

Tab. 5

Analisi sensoriali (punteggio da 0 a 5)		
	1 giorno	60gg
Aspetto	5	5
Forma	5	5
Colore	5	5
Tessitura	5	5
Sapore	4	3
Sapidità	3	3

Tab. 6

lare, sapore e struttura sono stati ottimi, confermati dall'assaggio a 60 giorni dalla data di produzione, confermano la validità della tecnologia adottata e del trattamento ad alte pressioni per il prolungamento della conservazione della Mozzarella di Bufala Campana. Solo la sapidità – per chi è aduso a mangiare salato – è insufficiente e dovrebbe essere portata ad almeno 0,70% circa di sale. È da segnalare l'assenza di valutazioni insufficienti o mediocri da parte di consumatori allenati a giudicare Mozzarella di Bufala prodotta con tecnologia tradizionale.

I risultati microbiologici indicano conte inferiori o vicine a 1000 ufc/g per la carica batterica totale, fino a 60 giorni, confermando che il binomio tempo/pressioni adottato è sufficiente per ridurre la carica microbica funzionale al prolungamento della shelf-life.

L'IMPIEGO DI LATTE E CAGLIATA SURGELATI

La questione annosa dell'utilizzo in caseificazione del latte surgelato (materia prima) e della cagliata surgelata (intermedio di lavorazione) attende ancora una soluzione. È stata eliminata la possibilità di utilizzare per un prodotto DOP la cagliata surgelata ma, cagliate conservate a 4°C o surgelate arrivano da tutta Europa per la trasformazione in prodotti caseari comuni, che non si fregiano di denominazione di origine. L'esigenza di provvedere in un senso o nell'altro è sentita dai trasformatori perché per la mancata diffusione della

tecnica di destagionalizzazione del parto, c'è sempre una mancanza di latte di bufala nel periodo di massima domanda del prodotto. La questione fu affrontata dal Consorzio di Tutela che propose una modifica al Disciplinare. Fu proposto l'uso per ciascuna caseificazione di latte di bufala DOP surgelato nel periodo dell'anno in cui c'era carenza di latte fresco (periodo, ad esempio, dal 1 giugno al 31 agosto) in misura non superiore al 30% del latte fresco. Ogni mozzarella DOP non avrebbe potuto contenere una quantità di latte surgelato superiore al 30%. La procedura doveva essere garantita da una tracciabilità assoluta del latte surgelato attivando tutti gli organismi di vigilanza e di controllo per assicurare la massima tracciabilità e comunicazione alle GDO e ai consumatori. Nessuna possibilità di modificare il Disciplinare.

Il DPR 54/97 definisce il «latte destinato alla fabbricazione di prodotti a base latte»: «il latte crudo destinato alla trasformazione ovvero il latte liquido o congelato ottenuto da latte crudo». Il latte crudo, secondo il DPR 54/97, è latte liquido o latte crudo precedentemente congelato, che può essere sottoposto a un trattamento fisico consentito – trattamento termico inclusa la termizzazione – e che può essere modificato nella sua primitiva composizione a condizione che si aggiunga o si sottragga un componente naturale del latte. Secondo tale definizione, quindi, si possono sia sottrarre sia aggiungere componenti naturali del latte. In altri termini, secondo il DPR 54/97, latte è definito «un latte parzialmente o totalmente scremato, parzialmente concentrato mediante sottrazione di acqua, eventualmente termizzato e poi stabilizzato mediante congelamento». L'art. 31 del DPR n. 327 del 1980, individua una temperatura di -10°C per la conservazione di prodotti congelati per tempi brevi di conservazione e una più bassa per i prodotti surgelati (-18°C) per tempi più lunghi. In entrambi i casi, la condizione di congelamento o di surgelazione del latte non va indicata sull'etichetta del prodotto trasformato perché il latte così trattato è una materia prima e non un prodotto finito. In tale ipotesi, il latte ha tutte le caratteristiche naturali per essere avviato alla preparazione di un prodotto caseario. Nessuna Direttiva Europea o Legge nazionale consente l'utilizzazione di latte surgelato o di cagliata surgelata per un prodotto DOP.

È ultroneo che in Campania sin dagli anni '80, sono stati utilizzati entrambi i prodotti per tagliare il latte fresco per produrre Mozzarella di bufala mai in misura superiore al 30%. Ci sono precedenti storici e finanche sentenze liberatorie da parte della Magistratura (una del 1993) che ha riconosciuto la liceità d'impiego di latte surgelato nella produzione della Mozzarella di Bufala. Si sarebbe potuto invocare la liceità d'uso di latte surgelato perché divenuto un «uso leale e costante», ma decisioni politiche ne impedirono la legalizzazione.

Esistono precedenti in Europa in senso positivo e negativo. In Francia, ad esempio, per il formaggio di capra, Aoc Rocamadour – stessa problematica di produzione stagionale del latte di bufala –, l'art. 5 del Disciplinare così indica le modalità di surgelazione della cagliata («La cagliata drenata, prima della salatura viene surgelata in blocchi di non più di 5 cm di spessore e deve raggiungere al cuore una temperatura di -12°C in meno di 12 ore; i blocchi non devono incollarsi l'uno all'altro durante il congelamento; la conservazione fatta in congelatori del caseificio o posti in una locale separato annesso al caseificio. Il congelatore è riservato esclusivamente al congelamento e alla conservazione della cagliata, e non deve contenere altri prodotti alimentari. La durata massima di conservazione congelata cagliata è di 10 mesi»; *Règlement technique d'application Aoc Rocamadour*. Approvato da CNPL del 29/01/2004).

Nel caso del formaggio Pelardon, invece, è espressamente indicato nel Disciplinare che «l'impiego di cagliata congelata e così come il congelamento di formaggio sono vietati» (*Décret du 25 août 2000 relatif à l'appellation d'origine contrôlée «Pélardon»*).

Ci sono tutti gli appigli perché la questione del latte di bufala possa essere esaminata e per essa trovata una soluzione che salvi la produzione invernale del latte e quella del formaggio estivo.

RIASSUNTO

Dopo un breve esame critico del Disciplinare del formaggio DOP sono individuati alcuni punti critici che richiederebbero decisioni coraggiose per introdurre modifiche del Disciplinare, intese sostanzialmente a migliorare costanza della qualità e durabilità del formaggio. In particolare, sono affrontati i temi della preparazione del siero-innesto naturale, totem dei formaggi DOP italiani, della filatura della cagliata e, infine, gli aspetti connessi alla durabilità del prodotto in liquido di governo. Per ognuno dei temi affrontati sono proposte soluzioni razionali e affidabili, anche in confronto con altri formaggi DOP europei. Sono infine considerati alcuni aspetti sulla difesa del prodotto DOP rispetto all'impiego di latte e intermedi di lavorazione derivati da bufale della razza Mediterranea.

ABSTRACT

The product specifications taking into account the Mozzarella di Bufala Campana PDO cheese are critically reviewed, also in comparison with those of other European PDO cheeses. Some bold changes to the present Regulation are proposed with the objective of substantial improvements of the cheese quality, particularly consistency and durability. In particular, the issues concern the preparation of the natural whey, a specific and

unique lactic microflora operating biochemical and microbiological processes, totem of Italian DOP cheeses, the spinning of the curd and, finally, issues related to the durability of the cheese stored in the shipping liquid. For each of the topics, cost-efficient and reliable solutions are proposed. Finally, in view of the defense of the PDO cheese against the use of milk and milk-intermediates derived from the Italian Mediterranean breed buffaloes, results of recent researches are presented and discussed.

Formaggi da latte di bufala. Aspetti nutrizionali. La Mozzarella di Bufala Campana

Nell'ambito delle eccellenze dei formaggi italiani, un ruolo importante è rivestito dalla Mozzarella di Bufala Campana, che si produce nelle regioni centro-meridionali (Lazio, Campania, Puglia e Molise), ma che ha visto un allargamento delle aree interessate all'allevamento della bufala, anche se al di fuori della DOP, fino alla Lombardia.

La Mozzarella di Bufala Campana, infatti, ha un disciplinare registrato dal regolamento CE n 1107 del 12 giugno 1996, che definisce tutti gli aspetti relativi alla Denominazione di Origine Protetta (DOP) e delimita la zona di origine del prodotto.

CARATTERISTICHE DEL LATTE DI BUFALA

Prima di affrontare l'argomento centrale, cioè le caratteristiche della mozzarella, è necessario considerare quelle del latte di bufala. Il primo dato che salta agli occhi è il contenuto di acqua del latte (80,7%), più basso rispetto a tutte le altre specie.

A questo valore è legata la più elevata percentuale di grassi del latte di bufala (8,3%), anche rispetto a quello che più gli si avvicina, come il latte di pecora (6,5%) (tab. 1).

A proposito del grasso bisogna anticipare, come è riportato in tabella 1, che i globuli di grasso hanno un diametro superiore a quello di tutte le altre specie (5 μ m). Questo aspetto verrà ripreso più avanti, quando sarà esaminato il contenuto di Colesterolo del latte e della mozzarella di bufala.

* *Università di Pisa*

** *Università di Napoli Federico II*

	BUFALINO	BOVINO	OVINO	CAPRINO
Acqua %	80,7	87,5	82,5	87,0
Grasso %	8,3	3,5	6,5	3,5
Proteine %	4,6	3,2	5,5	3,5
Caseine %	3,8	2,6	4,5	2,8
Sieroproteine %	1,1	0,6	1,0	0,7
Lattosio %	4,7	4,7	4,8	4,8
Ceneri %	0,8	0,7	0,9	0,8
Calcio (mg/L)	190	119	193	134
pH	6,7	6,5	6,7	6,6
Ø globulo di grasso (µm)	5,0	4,4	4,0	3,9

Tab. 1 *Composizione del latte bufalino, confrontata con quella del latte bovino, ovino e caprino (Pulina e Nudda, 2001)*

Un utile approfondimento è l'esame del profilo acidico del grasso del latte (tab. 2; Secchiari et al., 2005) considerato in comparazione con quello di altre specie.

Gli acidi grassi a corta catena non hanno effetti nutrizionali importanti, mentre i media catena si situano a un livello più basso rispetto alle altre specie.

Solo l'Acido Palmitico (C16:0 = 28,17%), pur essendo meno rappresentato rispetto al latte vaccino, è però più elevato di quelli ovino e caprino.

Occorre notare che l'Acido Palmitico, presente in larga misura nel latte umano, è necessario alla nutrizione del lattante perché contribuisce a dare una buona plasticità alle membrane cellulari dell'organismo. Ciò fa pensare che anche in seguito il suo apporto sia in relazione all'attività suddetta e pertanto quello a esso riferito non sia da ritenersi un dato negativo. Il valore dell'Acido Stearico (C18:0= 10,35%) non è da ritenersi un problema, perché esso nel nostro organismo e negli animali viene desaturato dalla Delta-9-Desaturasi in posizione 9-cis e trasformato in Acido oleico, che si aggiunge allo stesso monoinsaturo presente nel latte bufalino (C18:1 cis-9 = 18,67%) (tab. 2), che è utile in quanto abbassa il Colesterolo LDL e migliora il rapporto HDL/LDL.

Gli Acidi polinsaturi (PUFA) n-6 e n-3 e i loro metaboliti hanno un ruolo nutraceico importante, ma mentre i metaboliti degli n-3 hanno sempre funzione positiva sia sulla Coronary Heart Disease (CHD), sia sui disturbi del ritmo cardiaco, sia di tipo antinfiammatorio, sia di tipo antitumorale; più controverse sono le funzioni dell'Acido Linolenico, che ha una specifica azione di protezione degli epiteli, ma unitamente al suo metabolita Acido Arachidonico (AA), induce anche la sintesi degli endocannabinoidi, che fa-

	BUFALINO	BOVINO	OVINO	CAPRINO
C4:0	5,10	3,29	3,73	3,34
C6:0	2,54	2,08	2,68	3,21
C8:0	1,36	1,32	2,63	2,34
C10:0	1,54	3,20	7,58	12,58
C12:0	2,08	4,05	4,88	6,45
C14:0	9,50	12,13	12,75	12,42
C14:1	0,57	1,88	0,26	0,39
C16:0	28,17	30,74	26,37	26,02
C16:1	1,80	2,11	0,96	0,56
C18:0	10,35	9,70	9,09	10,12
Tot C18:1 trans	2,24	1,90	3,72	2,68
Tot C18:1 cis	18,67	19,70	17,50	15,46
C18:2 n-6	1,45	3,10	1,54	2,83
Tot CLA	0,65	0,56	1,75	0,57
C18:3 n-3	0,23	0,60	1,10	0,35

Tab. 2 *Profilo acidico (g/100 g lipidi totali) del latte bufalino, confrontato con quello del latte bovino, ovino e caprino (Secchiari et al., 2005)*

voriscono l'obesità, con tutte le conseguenze negative a essa legate e, inoltre, è cancerogeno. Comunque la Società Italiana di Nutrizione umana consiglia l'assunzione di 9 g/die di PUFA e il rapporto tra PUFA e Saturi non dovrebbe essere superiore a 0.4 (INRAN: Linee guida per una corretta alimentazione). Bisogna infine aggiungere che un eccesso di PUFA nella dieta non è positivo, perché le membrane cellulari potrebbero assumere una caratteristica di eccessiva fluidità, con conseguenze sulla loro corretta funzionalità e diventando altresì più esposte all'ossidazione.

IL valore del CLA C18:2 c9t11 (0,65 %) (tab. 2) è, nel primo caso, buono, anche se inferiore a quello della pecora, che essendo una specie pascolatrice, trae dall'erba assunta direttamente grandi quantità di Acido α -linolenico, prodromo alla sintesi degli n-3 e dei CLA. Lo stesso effetto non si ha se l'erba è sfalcata e portata in mangiatoia, specialmente se tra le due operazioni passa tempo. Da rimarcare, infine, le differenze fra gli Acidi n-6 (linoleico: 1,62%) e n-3 (Linolenico: 1,34%); quest'ultimo valore potrebbe essere migliorato con il pascolo.

Tornando però al punto più dolente, cioè al contenuto di Acidi Grassi Saturi, noi avevamo già posto alcune cautele a proposito della loro pericolosità per la salute dell'uomo, in due occasioni, le 6 Journées 3R di Parigi, nel 1999, su Nutrition des ruminantes, Santé Humaine et Environnement e La Giornata di studio tenutasi in questa Accademia il 6 marzo 2002 su "Latte e Carne da ruminanti: componente lipidica e salute umana".

	BUFALA	VACCA
Grasso (Latte) %	8,3	3,5
Colesterolo (Latte) mg/100g	11	19
Grasso (Mozzarella)	32,80	24,03
Colesterolo (Mozzarella) mg/100g	37	45

Tab. 3 *Relazione tra il contenuto di grasso e colesterolo nella mozzarella bufalina e vaccina*

	BUFALA	VACCA
Acqua %	61,82	52,50
Grasso %	32,80	24,03
Proteine %	18,81	23,05
Lattosio %	0,45	0,86
Energia kcal	325	313

Tab. 4 *Valori nutritivi in mozzarelle di latte di bufala e di vacca di 125 g di peso*

Queste cautele sono state confortate da un articolo di Aseem Malhotra (*Saturated fat is not the major issue*), pubblicato sul «British Medical Journal» del 22 ottobre 2013.

Aseem Malhotra, cardiologo del Croydon University Hospital di Londra, afferma senza esitazioni che «Lets bust the myth of this role in heart disease», aggiungendo che sia ormai superato il concetto che ci sia un legame tra Acidi grassi saturi e malattia cardiovascolare (CHD). Anzi tali grassi sarebbero protettivi per il cuore, come è evidenziato dal fatto che latte e latticini, fonti di Vitamine A e D, sono associate a più Colesterolo buono, cioè HDL.

Inoltre la riduzione di grassi nella dieta (che sono previsti nella misura del 25-30% delle calorie giornaliere, di cui il 7% Saturi), porta spesso a un aumento del consumo di Carboidrati, e, in particolare di zuccheri semplici, che, se in eccesso, inducono la sintesi di Colesterolo B contro il quale poco possono anche le più potenti statine.

Il Colesterolo nel latte di bufala è più basso rispetto a quello di vacca (mg 11/100g contro mg 19/100g), mentre il grasso è più elevato nel latte di bufala (26,2% contro 15,2) (tab. 3).

Giungendo infine a parlare della mozzarella avvertiamo che faremo riferimento per comodità, a un prodotto di analogo peso (g 125) (tab. 4).

L'ACQUA

La mozzarella di bufala contiene più acqua (61,82 g) rispetto a quella vaccina (52,50 g). Questo dato determina un minor apporto di sostanze nutritive e

	INVERNO	PRIMAVERA	ESTATE	AUTUNNO
Saturi	66,31	68,58	68,43	68,04
C12:0	2,99	3,51	3,92	3,85
C14:0	12,90	13,64	13,63	13,38
C16:0	26,26	27,03	26,35	27,17
C18:0	11,56	11,07	10,21	10,31
Monoinsaturi	27,50	25,49	25,64	25,90
C18:1 c9	20,46	18,69	18,95	19,02
C18:1 t11	1,92	2,09	1,90	1,97
Polinsaturi	4,37	4,29	4,28	4,56
C18:2 n-6	2,15	2,06	1,91	2,10
C18:3 n-3	0,17	0,18	0,15	0,16
CLA	0,74	0,79	0,79	0,83
n-6	2,34	2,22	2,07	2,27
n-3	0,36	0,37	0,36	0,37
n-6/n-3	6,50	6,00	5,75	6,13

Tab. 5 *Profilo acidico della mozzarella di bufala (Romano et al., 2011, modificata)*

condiziona, da un punto di vista analitico i valori dei vari componenti analitici.

In riferimento alla mozzarella consideriamo per comodità due prodotti di analogo peso (125 g).

IL GRASSO

Il grasso totale è più elevato nella mozzarella di bufala (32,8 g) rispetto a quella vaccina (24,03 g).

Il profilo acidico della mozzarella (tab. 5) potrebbe portare a ripetere quanto già detto per il latte, salvo l'effetto stagionale non considerato in quest'ultimo.

Comunque si può notare che gli Acidi Saturi, diminuiti dello Acido Stearico (18:0), che viene desaturato a Acido Oleico, sono circa il 50-60%; molto buono è il livello dell'Acido Oleico (da 18,69 a 20,46%). Sui PUFA si manifesta un più elevato valore dell'Acido Linoleico, rispetto al Linolenico, con un rapporto fra loro ($n-6/n-3 =$ circa 6) di due punti superiore a quanto sia desiderabile.

Buono è l'apporto di CLA (da 0,74 a 0,83%), da intendersi come CLA totali, di cui la maggior parte è costituita da 18:2 cis 9 trans 11, che è la forma più attiva.

Questa situazione, buona per i CLA, ma meno per gli Acidi n-6 e n-3, può essere corretta con opportuni interventi di alimentazione delle bufale, che permettono di ottenere un latte con valori superiori riferibili agli Acidi -n3 e ai CLA. Tali piani di alimentazione, già messi a punto per altre specie, come la pecora, possono essere adottati anche per le bufale e si basano sul pascolamento, per quanto è possibile e sulla integrazione della razione con semi di lino estrusi (Mele et al., 2011).

IL COLESTEROLO

Rispetto al Colesterolo (37 mg/100g, nella mozzarella di bufala, versus 45 mg/100g in quella vaccina; tabella 3), ricordiamo che questo è un importante lipide, che svolge un ruolo fondamentale al fine del mantenimento dell'integrità delle membrane cellulari, oltre a avere un ruolo fondamentale nella sintesi degli Ormoni Steroidei e degli Acidi biliari.

Il tasso ematico di Colesterolo nell'uomo (mg/dl 200) è legato alla predisposizione genetica del singolo individuo e con interventi sulla dieta può essere abbassato solo del 5-10%. La sintesi del Colesterolo avviene in diversi tessuti a partire dall'AcetilCoA, derivante dal metabolismo di glucidi, lipidi e protidi. Punto nodale della sintesi è rappresentato dall'azione della HMG-reduttasi che catalizza la trasformazione dell'IdrossimetilglutarilCoA (HMG CoA) ad Acido Mevalonico per poi procedere attraverso la formazione di Squalene e Lanosterolo fino a Colesterolo. In condizioni normali, quando aumenta l'assunzione di Colesterolo si ha un blocco della sintesi, operato dall'azione dell'HMG-reduttasi, che impedisce il procedere della sintesi stessa. Se questo non avviene la sintesi continua fino a colesterolo e si arriva alla ipercolesterolemia.

La sintesi endogena, in condizioni normali porta a ottenere circa 1-2 g/die di Colesterolo, mentre dagli alimenti ne può derivare da 0,1 a 0,300 g/die. Di tutto il Colesterolo che passa attraverso l'intestino, circa il 95% viene assorbito, mentre il resto è escreto con le feci. Non si può non fare menzione ruolo svolto dal Metilglicosale -LDL, più pericoloso del Colesterolo LDL. Esso deriva dalla glicazione del Colesterolo LDL, cioè da una sua reazione con zuccheri come il glucosio e il fruttosio, che rendono la molecola più appiccicosa, aumentando la sua capacità di attaccarsi alle pareti endoteliali arteriose, a livello delle placche ateromatose. Questa situazione è da ritenersi pericolosa per i portatori di patologie coronariche, soprattutto se anziani o se affetti da diabete di tipo II.

In base a ricerche condotte sia sugli animali sia sull'uomo, risulta che il Colesterolo presente nelle placche ateromatose deriva in gran parte dal Colesterolo endogeno. Sulla relazione che intercorre tra il Colesterolo proveniente dall'alimentazione e quello plasmatico si è avuta ormai una revisione di quanto veniva ritenuto in passato. Pare, infatti, che non esista alcuna correlazione lineare tra Colesterolo plasmatico e quello ingerito, come era sostenuto negli anni Sessanta.

Nonostante il più alto contenuto di Grassi rispetto alla specie bovina sia nel latte sia nella mozzarella, il latte di bufala e di conseguenza la mozzarella, come già ricordato, presentano un minor contenuto di Colesterolo sempre rispetto agli analoghi prodotti vaccini. Ciò è dovuto al fatto, già sopra ricordato, che il grasso del latte di bufala è contenuto in globuli di 5 μm di diametro, maggiore di quelli del latte vaccino, ovino e caprino; poiché il Colesterolo si trova sulla membrana del globulo stesso, avendo la membrana una estensione inversamente proporzionale alla massa, ne deriva che il Colesterolo viene a essere presente in quantità totali più limitate.

Il Colesterolo, presente nella membrana degli adipociti come in tutte le membrane cellulari; tale sterolo è stato selezionato dai meccanismi evolutivi come il più idoneo per mantenere la normale funzionalità cellulare dei vertebrati. Questo, infatti, svolge un ruolo biologico importante, come componente essenziale delle membrane, di cui garantisce la stabilità e rende possibile il trasporto trans membrana. La sua presenza in strutture della membrana cellulare, chiamato "Lipid Rafts", permette la regolazione della trasmissione nervosa e la trasduzione di diversi segnali, tra cui quello proliferativo.

IL LATTOSIO

Il Lattosio, cui è riferibile la nota intolleranza digestiva, è presente in misura più ridotta rispetto all'analogo prodotto vaccino (0,45 versus 0,86) (tab. 4). In merito all'intolleranza, essa può essere assoluta, per assenza del gene che codifica per la lattasi, come negli americani di origine Africana (70%), Asiatica (=%), Messicana (53%) e nei nativi (64%) o relativa, per perdita dell'attività enzimatica dopo lo svezzamento (nel 75% della popolazione mondiale) cui segue l'interruzione dell'uso alimentare del latte. A questa condizione si può ovviare riabituando l'organismo a una graduale riassunzione del latte, dei latticini e dei formaggi contenenti lattosio che può risvegliare l'attività lattasica, senza dare gli inconvenienti digestivi noti.

Da ricordare che il Lattosio è un disaccaride formato da una molecola di Glucosio e da una di Galattosio; particolarmente interessante è il ruolo di quest'ultimo, perché, essendo indispensabile per la sintesi dei Galattolipidi, componenti della mielina, che riveste tutto il sistema nervoso, ne deriva che il Galattosio ha una funzione importante nel processo di mielinizzazione, che, nel sistema nervoso periferico si completa nelle prime fasi della vita del bambino.

LE PROTEINE

Le proteine della mozzarella di bufala sono più basse del prodotto vaccino (18,81 versus 23,05; tab. 4), ma rappresentano comunque un apporto significativo. Esse sono riferibili alle caseine, che assicurano un buon apporto aminoacidico, anche se hanno una utilizzazione digestiva più laboriosa. Le proteine del siero di latte, più facilmente digeribili, passano pressoché integralmente nella ricotta, un buon latticino che si ottiene dopo la caseificazione.

IL CALCIO

Per ultimo ricordiamo il contenuto significativo di Calcio nel latte (da 180 a 210 mg/100g di latte) che condiziona la sua presenza nella mozzarella e di cui non è superfluo sottolineare l'importanza nell'ambito della prevenzione nutrizionale dell'osteoporosi, che colpisce le donne nel post-menopausa e, in genere, riguarda entrambi i sessi nella terza età.

Corretto è anche il rapporto Calcio /Fosforo (circa 1,8).

ENERGIA

I componenti chimici della mozzarella di bufala e vaccina determinano un valore energetico dei due prodotti leggermente superiore (kcal 325 versus 313) nella prima, anche se sostanzialmente comparabili fra loro.

CONCLUSIONI

Alla luce di quanto detto, si può concludere che la Mozzarella di Bufala Campana ha un ridotto contenuto di acqua che limita il conseguente apporto di

sostanze nutritive a meno di g 39 su un peso del prodotto di g 125. Abbiamo poi un non troppo elevato livello di Acidi Grassi Saturi, un ridotto apporto di Colesterolo in relazione al contenuto di grasso e un altrettanto ridotto apporto di lattosio e un buon contenuto proteico. Tutto questo determina un valore energetico dell'alimento considerato che gli consente di contribuire in termini efficaci ai fabbisogni nutrizionali, che devono essere soddisfatti con apporti equilibrati di vari tipi di alimenti fra i quali entra, a buon diritto, la Mozzarella di Bufala Campana.

BIBLIOGRAFIA

- INRAN (2003): *Linee guida per una sana alimentazione italiana*.
- MALHOTRA A. (2013): *Saturated fat is not the major issue*, «British Medical Journal», 347.
- MELE M., CONTARINI G., CERCACI L., SERRA A., BUCCIONI A., POVOLO M., CONTE G., FUNARO A., BANNI S., LERCKER G., SECCHIARI P. (2011): *Enrichment of Pecorino cheese with conjugated linoleic acid by feeding dairy ewes with extruded linseed: Effect on fatty acid and triglycerides composition and on oxidative stability*, «International Dairy Journal», 21, pp. 365-372.
- PULINA G., NUDDA A. (2001): *La produzione del latte*, in PULINA G., *L'alimentazione degli ovini da latte*, cap. 1, pp. 9-31.
- ROMANO R., GIORDANO A., CHIANESE L., ADDEO F., SPAGNA MUSSO S. (2011): *Triacylglycerols, fatty acids and conjugated linoleic acids in Italian Mozzarella di Bufala Campana cheese*, «Journal of Food Composition and Analysis», 24, pp. 244-249.
- SECCHIARI P., SERRA A., MELE M. (2005): *Il latte*, in COCCHI M., MORDENTI A.L., *Alimenti e salute*, cap. 14, pp. 347-403.

Considerazioni conclusive

Il lavoro svolto in questa giornata di studio sui “Prodotti a denominazione di origine. Fattore di competitività e qualità: i formaggi”, alimenti antichi di altissimo pregio, da parte di relatori con competenze scientifiche e operative di altissimo livello, ha confermato l'importanza economica di un settore antico, che va considerato anche per gli aspetti di legame e presidio del territorio, di salvaguardia delle tradizioni, di tutela dell'ambiente e soprattutto per l'aspetto sociale. Migliaia di allevatori e di operatori delle varie filiere produttive dipendono dai DOP. Si tratta di un sistema, o meglio di una serie di sistemi, che operano secondo rigorose e consolidate norme dettate dai disciplinari di produzione per la realizzazione di prodotti, con elevate garanzie di qualità e di sicurezza, apprezzati dai consumatori di tutto il mondo, che rappresentano una voce molto importante delle nostre esportazioni.

È stata particolarmente opportuna l'iniziativa del Comitato Consultivo “Allevamenti e Prodotti animali” dell'Accademia dei Georgofili coordinato dal prof. Nardone in prossimità di un evento, l'EXPO 2015, che ha come tema *Nutrire il Pianeta, Energia per la Vita*, tema che tutti gli operatori della filiera di produzione dei formaggi DOP hanno avuto implicitamente bene presente.

I formaggi DOP in Italia assorbono la metà di tutto il latte vaccino prodotto e rappresentano il 53% dell'export totale di formaggi, figurando tra i principali prodotti del “Made in Italy” conosciuti in tutto il mondo. Significativo il fatto che continua è la conquista di nuovi mercati soprattutto nelle economie che rapidamente stanno crescendo nel contesto mondiale. Il sistema delle DOP ha un ruolo fondamentale nella sostenibilità delle aree rurali, basti

* Ordinario Nutrizione Alimentazione Animale già Università Cattolica; Coordinatore Gruppo di Lavoro “Prodotti a Denominazione di Origine - Fattore di Competitività e Qualità”

ricordare che il complesso delle realtà produttive agricole, di trasformazione connesse a questo sistema certificato supera le 80.000 unità, per un valore alla produzione non lontano dai 7 miliardi di euro.

La vitalità del settore è dimostrata dal fatto che questi sistemi di qualità hanno permesso di evitare il crollo che ha coinvolto i consumi alimentari a causa dalla crisi economica. Inoltre con la prossima eliminazione delle quote latte, molti sistemi produttivi locali potranno continuare a sopravvivere proprio grazie all'esistenza dei formaggi DOP.

È in ogni caso necessario puntare su una maggiore produttività, su una indiscussa garanzia di qualità che soddisfi le esigenze della tradizione e i gusti dei consumatori.

I prodotti DOP e le IGP rappresentano per i consumatori certamente un fattore di qualità, un elemento di sicurezza sancito dalla tradizione di consumo protratto per generazioni.

Un prodotto DOP ha una sua specificità normativa sancita dall'UE. La Denominazione di Origine Protetta «copre i prodotti agricoli e alimentari la cui produzione, trasformazione ed elaborazione avviene in una determinata area geografica, con un know-how riconosciuto».

Ogni formaggio ha una sua specificità produttiva e un suo territorio di riferimento. La qualità e la varietà della produzione agricola italiana rappresentano un punto di forza e un vantaggio competitivo importante e sono parte integrante del suo patrimonio culturale e "gastronomico".

Si tratta di prodotti realizzati nel rispetto di sistemi produttivi sanciti dai disciplinari di produzione, controllati dai Consorzi di tutela che rappresentano un consolidato sistema di tracciabilità e di qualità in grado di dare garanzie e tutelare il sistema produttivo.

I Consorzi di tutela investono annualmente milioni di euro nell'adempimento dei compiti di vigilanza e tutela delle denominazioni e di verifica delle varie fasi di produzione nel corso di tutta la filiera, anche con l'obiettivo di contrastare le frodi e le contraffazioni, a salvaguardia dei produttori e dei consumatori.

Molto in questi ultimi anni si sta investendo nella ricerca scientifica anche da parte dei consorzi a integrazione e sostegno delle ricerche finanziate dal pubblico. Ricordo, di nuovo, due progetti di ricerca ai quali ho accennato nella introduzione: *GPL-free* (finalizzato alla produzione del Grana Padano senza lisozima), finanziato congiuntamente dalla Regione Lombardia, e dal Consorzio del Grana Padano; *FILIGRANA* finanziato dal MiPAAF che ha come obiettivo la *Valorizzazione della produzione del Grana Padano DOP tramite il controllo di filiera e l'ottimizzazione dei processi produttivi*, che ha visto

la partecipazione estremamente attiva e produttiva degli operatori del Consorzio del grana padano (Ufficio tecnico, caseifici, strutture di stagionatura, ecc.). Parte dei risultati acquisiti in queste recenti ricerche sono stati riportati negli interventi specifici presentati oggi.

Si tratta in entrambi i casi di progetti finalizzati ad approfondire le conoscenze per tutta una serie di processi tipici della filiera, gestiti sulla base della tradizione, spesso tramandata solo oralmente e delle conoscenze di operatori che si sono formati sul campo, pur con risultati indubbiamente eccellenti. Ovviamente pur trattandosi di ricerche sviluppatesi nell'area del Grana Padano, formaggio a latte crudo, la ricaduta dei risultati ottenuti riguarderà certamente anche altri formaggi.

Le tre tipologie di formaggi DOP che sono state considerate oggi in funzione dell'origine della materia prima, formaggi da latte vaccino, formaggi da latte ovino e dal latte di bufala hanno evidenziato pur nella loro diversità notevoli analogie.

Si tratta di prodotti tutti strettamente connessi al territorio e in grado di rispondere a quanto disposto dal recente "REGOLAMENTO DELEGATO (UE) N. 664/2014 del giugno del 2014" che dispone che tutti gli alimenti, foraggi mangimi utilizzati per l'alimentazione degli animali, su base annua, «provengono integralmente dalla zona geografica delimitata» di riferimento per il DOP. Il legislatore si è reso conto della scarsa applicabilità allo stato attuale di una norma pur con intenti positivi per cui viene precisato che «Nella misura in cui non sia tecnicamente possibile garantire la provenienza integrale dalla zona geografica delimitata, si possono aggiungere mangimi che non provengono da detta zona, a condizione che la qualità o le caratteristiche del prodotto dovute essenzialmente all'ambiente geografico non siano compromesse. I mangimi che non provengono dalla zona geografica delimitata non possono in ogni caso superare il 50% di sostanza secca su base annuale».

La situazione è molto differenziata per le varie tipologie di DOP. La maggiore percentuale di alimenti dal territorio si ha per i formaggi da latte ovino dato il sistema produttivo attuale e per il latte di bufala. In questo ultimo caso si ha anche una specificità complessiva di razza in quanto il latte trasformato deriva da una sola razza, la "Bufala mediterranea italiana", come è stato evidenziato, che, per il suo isolamento secolare, può essere considerata tra le razze più pure esistenti nello scenario zootecnico mondiale. Una specificità di razza si ha anche per qualche formaggio DOP da latte bovino, come ad esempio nel caso della "Fontina" per la produzione della quale può essere utilizzato solo latte prodotto da vacche di razza Valdostana, ma non certo per tutti i formaggi.

Le tecniche di produzione dei vari formaggi DOP, pur nel rispetto della

tradizione, hanno avuto un processo evolutivo finalizzato ad assicurare qualità e sicurezza igienica ed è stata salvaguardata in molti casi una specificità caratterizzante quale l'utilizzo di latte crudo. Gli operatori, i "casari", hanno saputo fare evolvere sistemi produttivi arcaici in modo da renderli rispondenti alle esigenze sempre più pressanti dei consumatori. È questo uno dei motivi del successo dei nostri formaggi DOP in tutto il mondo.

Di particolare interesse gli approfondimenti nutrizionali, che in alcuni casi fanno intravedere effetti nutraceutici, evidenziati per alcuni formaggi e che hanno consentito non solo di sfatare certi pregiudizi, ma soprattutto di dare una luce nuova all'utilizzo di alimenti trasformati. Si fa riferimento oltre che all'elevatissimo valore nutrizionale dei formaggi universalmente riconosciuto ad aspetti specifici particolari quali gli effetti ipotensivi di alcuni peptidi presenti in alcune tipologie di formaggi, all'azione protettiva di certi acidi grassi (CLA) dei quali alcuni formaggi sono particolarmente ricchi, ecc.

Gli aspetti emersi nel corso di questa articolata giornata confermano da un lato il ruolo irrinunciabile dei formaggi DOP nella filiera agroalimentare del nostro paese per gli aspetti economici, sociali e ambientali, dall'altro il fatto che rappresentano un patrimonio ancora in parte inesplorato di potenzialità per gli aspetti nutrizionali e anche gastronomici per i quali è necessario investire di più in conoscenze.

La giornata si è svolta in un momento particolarmente delicato, dato che la normativa Comunitaria sull'argomento è in rapida trasformazione.

È stata l'occasione per approfondire gli aspetti attuali del più antico alimento trasformato prodotto dall'uomo, che dal Neolitico, forse prima degli albori dell'agricoltura, a partire dalla Mesopotamia, ha accompagnato l'uomo nella sua storia e che è ancora, come allora, costituito da alimenti base quali latte, caglio e sale.

Finito di stampare in Firenze
presso la tipografia editrice Polistampa
nell'aprile 2015

