

QUALITÀ DEL LATTE E DEL FORMAGGIO D'ALPE, CARATTERISTICHE SENSORIALI, TRACCIABILITÀ E ATTESE DEL CONSUMATORE

**Bailoni L.¹, Battaglini L.M.², Gasperi F.³,
Mantovani R.¹, Biasioli F.³, Mimosi A.²**

Prof.ssa Lucia Bailoni Dipartimento Scienze Zootecniche
Università degli Studi di Padova - Agripolis - Legnaro - (PD)
Tel. 049 8272645 Fax 049 8272633

lucia.bailoni@unipd.it

Abstract

Quality of milk and cheese produced at pasture, sensory characteristics, traceability and consumer expectation - The paper is divided into three sections that consider quality, particularly chemical composition (lipids, protein, lactose, urea, somatic cells), of dairy milk and cheese produced at pasture and sensory characteristics, consumer expectations about these products and, finally, techniques of traceability. Considering quality, it is difficult to separate the effects due to pasture as respect to other effects directly associated to this practice like breed (choice of breeds), lactation stage (medium and late stages) and feeding technique (grass characteristics, level and type of supplement at pasture). Quality characteristics of milk are affected significantly by changing from stabling to grazing, and, in general, the different chemical fractions tends to increase their concentration due to the reduction of milk production and to modify their composition (changes of ratios among fatty acids, between protein and non protein fractions ..). Surely, lipids fraction is the milk components most affected by changes in feeding and management and, considering the high daily intake of lipids from milk and cheese, it is, perhaps, the most important from nutritional point of view. Milk and cheese produced at pasture are characterised by a better fatty acid profile than one from products obtained with stabled conditions. Particularly, the levels of polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid (CLA) are higher in mountain dairy products. The sensory science offers consolidated techniques for the determination of the characteristics perceived by senses and to study the consumer behaviours. The reliability of sensory data depends on the observance of rigorous procedures for the analysis. Recently some interesting papers are published on the relationship between feeding and management of lactating cows and sensory characteristics of dairy products. As an example, the results of an experiment on the sensory characterisation of milk and cheese produced at alpine pasture are reported. The trials was performed at malga Juribello (Trento, 1900 m of altitude) using 24 Brown cows divided into two homogeneous groups fed two different supplement levels. Discriminative test did not show significant differences between milk or cheese produced by the considered experimental groups, while descriptive quantitative analysis allowed the identification of sensory attributes that are significantly correlated with the level of supplement. In addition, the paper reports the results of a consumer test carried out during the promotion events of mountain dairy products, annually organised in Trentino. The objective is to investigate the typology of mountain cheese more preferred by the consumers in relation to their expectations. On the basis of the acceptability scores and of the information on the consumers, the typology of cheese more favourite was verified and information on the market trend was collected. Finally, the traceability pathways of milk and cheese produced at pasture can be realized using different techniques. Three categories of these methods are defined: i) methods for determination of the presence of specific inorganic substances (stable isotope, major and trace elements, radionuclides), ii) an "organic" approach based on analyses of some analytes (volatile substances, mono- and sequiterpens, polycyclic aromatic hydrocarbons), and iii) "molecular" techniques based on the analysis of DNA. Some of these methods (for example ones to determine stable isotope ratios) are largely used to study traceability of food products and, during the last years, are also applied for the origin assignment of milk and derivates. Other methods (aromatic profile, sesqui-

¹ Dipartimento Scienze Zootecniche, Università degli Studi di Padova

² Dipartimento Scienze Zootecniche, Università degli Studi di Torino

³ Istituto Agrario di S.Michele all'Adige - Trento

terpens...) are interesting for the theoretical approach (direct transfer of endogenous markers "from pasture to cheese") but they could be difficultly applied in routinely analyses. Other methods (DNA analysis for example) will open new perspectives for milk and cheese traceability.

Key words: milk, cheese, pasture, quality, traceability, consumers

Riassunto

Il lavoro è articolato in tre sezioni nelle quali sono considerati gli aspetti della qualità del latte vaccino e del relativo formaggio d'alpe con particolare riferimento alla composizione chimica (grasso, proteine, lattosio, urea, cellule somatiche), le caratteristiche sensoriali di questi prodotti con una descrizione delle metodologie utilizzate, le attese del consumatore riguardo a questi particolari alimenti e infine i sistemi di tracciabilità attualmente disponibili. Riguardo alla qualità si evidenzia una certa difficoltà a distinguere gli effetti dovuti all'alpeggio come tale da altri effetti direttamente collegabili a questa tecnica di produzione come ad esempio il tipo genetico (scelta della razza), lo stadio di lattazione degli animali monticati (lattazione in fase media o avanzata), l'alimentazione (caratteristiche dell'erba consumata, quantità e qualità dell'integrazione al pascolo). Passando da un sistema di allevamento in stalla alla pratica dell'alpeggio tutte le componenti chimiche prese in esame subiscono modificazioni significative sia dal punto di vista quantitativo (in generale si assiste ad un incremento della concentrazione delle diverse frazioni per effetto di una riduzione della produzione quantitativa del latte) che qualitativo (modificazioni nei rapporti fra acidi grassi, nel rapporto azoto proteico e non proteico ecc.). La componente lipidica è certamente quella maggiormente influenzabile dal regime alimentare e dal *management* e, forse, più interessante dal punto di vista nutrizionale considerando l'apporto dei lipidi con il latte e con i formaggi rispetto al totale dei lipidi assunti giornalmente con la dieta. Latte e formaggi prodotti in alpeggio sono caratterizzati da un profilo acido più favorevole rispetto ad analoghi prodotti ottenuti con sistemi di stabulazione più o meno intensivi con riferimento sia alla presenza di acidi grassi polinsaturi che al contenuto di CLA. Dal punto di vista sensoriale, le tecniche disponibili offrono strumenti per indagare sia le caratteristiche percepibili attraverso i sensi sia il loro impatto sul consumatore. Per poter fornire dati attendibili queste tecniche devono essere condotte nel rispetto di importanti requisiti metodologici. Soltanto recentemente sono stati pubblicati alcuni interessanti lavori scientifici sull'effetto dell'alimentazione e dei sistemi di gestione degli animali da latte sulla qualità sensoriale dei prodotti ottenuti. Nel testo sono riportati, a titolo di esempio, i risultati della caratterizzazione sensoriale del latte e dei formaggi provenienti da una prova sperimentale, condotta presso la malga sperimentale Juribello (TN, 1900 m s.l.m.) con vacche di razza Bruna che ricevevano due diversi livelli di integrazione. Le analisi sensoriali discriminative non hanno evidenziato differenze significative percepibili dal consumatore fra latte e formaggi delle due tesi sperimentali, anche se attraverso l'analisi descrittiva sono emerse modificazioni indotte dall'integrazione su alcune caratteristiche sensoriali dei formaggi. Circa le attese dei consumatori nei riguardi del latte e dei formaggi d'alpe, un'interessante indagine effettuata in occasione delle manifestazioni di promozione per le produzioni d'alpeggio che si tengono annualmente in Trentino, ha cercato di individuare quale tra le tipologie più rappresentative della produzione trentina d'alpeggio incontrasse maggiormente il gusto e le aspettative del consumatore. Le informazioni raccolte con questi test possono fornire importanti parametri di valutazione per le scelte d'indirizzo nel settore delle produzioni d'alpeggio. Infine riguardo alla tracciabilità, sono descritti i diversi metodi attualmente disponibili raggruppandoli in tre grosse categorie: metodi che determinano la presenza di specifici costituenti inorganici (isotopi stabili, micro- e macroelementi, costituenti radioattivi), un approccio di tipo "organico" cioè basato sulla determinazione di alcuni analiti (sostanze volatili, terpeni, idrocarburi policiclici aromatici), metodi "molecolari" basati cioè su tecniche di analisi del DNA. Alcuni di questi sono già ampiamente diffusi per la tracciabilità di altri prodotti alimentari (rapporti isotopici) e da alcuni anni applicati anche al settore lattiero-caseario; altri risultano interessanti dal punto di vista teorico (trasferimento di markers endogeni "dal pascolo al formaggio") ma ancora difficilmente trasferibili sul piano pratico per analisi di routine (profilo aromatico, terpeni ecc.); altri, infine, costituiscono le sfide per il futuro (metodi basati sull'analisi del DNA).

Parole chiave: latte, formaggi, alpeggio, qualità, tracciabilità, consumatore

Introduzione

L'attività zootecnica di montagna ha manifestato in questi ultimi decenni una profonda evoluzione del sistema produttivo "latte" (Bianchi *et al.*, 1997); ne è un esempio l'utilizzazione delle risorse foraggere che, oltre a costituire una fonte essenziale di approvvigionamento alimentare per i ruminanti, ha assunto un

ruolo chiave per la gestione del paesaggio e del territorio in funzione della fruibilità turistica, voce ormai prevalente nell'economia di molte aziende pedemontane e montane. In tale contesto acquistano dunque particolare importanza gli studi tesi ad approfondire sia le caratteristiche qualitative e sensoriali del latte destinato ai prodotti caseari d'alpeggio (Bianchi *et al.* 1992, 2002b, 2003d, Buchin, 2003; Chatel, 2003; Martin e Coulon, 1995) che le tecniche finalizzate alla loro tracciabilità, nonché le indagini volte ad approfondire le attese dei consumatori riguardo a questi particolari alimenti (Pillonel *et al.*, 2003, Versini *et al.* 2000). Tali iniziative non dovrebbero però essere indirizzate unicamente al reale interesse del mercato per questi prodotti, ma considerare anche l'importante ruolo che riveste la tecnica di allevamento entro la quale viene realizzata la produzione tipica. E' ormai ben noto come l'originalità di un prodotto caseario derivi dall'associazione di particolari caratteristiche del prodotto stesso al territorio ove esso è nato e continua ad essere ottenuto secondo gli usi locali: ciò raggruppa in modo indissolubile l'ambiente fisico, l'animale e l'uomo allevatore-trasformatore (Le Jouen, 1997; Brunschwing, 1998).

1) La qualità del latte

Sulla base di queste premesse è dunque essenziale individuare quali sono le modalità di gestione della mandria e dei pascoli in grado di influire direttamente sulle caratteristiche qualitative del latte destinato alla trasformazione in formaggio (Coulon e Pradel, 1997; Coulon *et al.*, 1996, 1997; Coulon, 1997; Jeangros *et al.*, 1997a, 1997b; Bovolenta, 2001). La ricerca del settore sollecita approfondimenti su aspetti di particolare importanza per la qualità del latte ottenuto in tali ambienti e sovente legati alla genetica delle razze allevate (Battaglini *et al.*, 2001a, 2001b, 2003a, 2003b; Bianchi *et al.*, 2003). E' noto anche come la pratica del pascolo estivo in alpeggio abbia una favorevole influenza sullo stato generale di salute degli animali, tuttavia il tipo genetico (razze cosmopolite e autoctone) delle bovine in particolari condizioni climatiche, alimentari e sociali, sembra in alcuni casi condizionare la produttività quanti-qualitativa del latte (Malossini *et al.*, 1992; Franci *et al.*, 1997).

Oltre a questi aspetti di carattere zootecnico occorre ricordare che, a partire dagli anni '70, l'aspetto qualitativo è stato considerato non più in opposizione ma in supporto alla quantità tenendo conto delle esigenze e delle crescenti aspettative del consumatore (Comba *et al.*, 1995). Attualmente, la "qualità", aspetto fondamentale nel settore alimentare e, in particolare, in quello lattiero-caseario, è un concetto particolarmente complesso, ma che si può scindere in più componenti che nel loro insieme costituiscono il reale "valore" del prodotto. La qualità dovrebbe considerare in modo più approfondito le caratteristiche di composizione o le proprietà particolari di un prodotto che permettano di distinguerlo da altri.

La qualità del latte è però molto variabile, essendo condizionata sia dalla complessa attività metabolica dell'animale, sia da fattori nutrizionali, sia da fattori ambientali (tabella 1): tra questi intervengono, in maniera più o meno pronunciata l'età dell'animale, l'alimentazione, lo stadio di lattazione, la tecnica di mungitura e lo stato di salute dell'animale. In particolare, variazioni quanti-qua-

litative e compositive del latte sono dovute a fattori endogeni ed esogeni all'animale, mentre a sua volta, esiste una variabilità ereditaria individuale all'interno della stessa razza e nelle stesse condizioni di allevamento.

Tabella 1: Fattori influenti sulla qualità e sulla composizione del latte

Fattori endogeni	Fattori esogeni
Genetici:	Zootecnici:
- di razza	- alimentazione
- individuali	- clima
Fisiologici:	- sistema di allevamento
- stato di salute	- stabulazione
- stadio di lattazione	- tecnica e tempi di mungitura

Questi fattori non agiscono indipendentemente gli uni dagli altri, ma interagiscono tra loro. Ciò significa che la piena estrinsecazione delle potenzialità di un animale dipende in larga misura dall'ambiente, inteso nel senso più generale, e che soggetti molto produttivi in un determinato contesto, possono risultare meno convenienti in situazioni ecologiche diverse.

Andando ad osservare alcuni tra i parametri chimici e biologici più significativi per definire la qualità del latte (grasso, proteine, urea, cellule somatiche) è possibile evidenziare come, con particolare riferimento alla fase di alpeggio, vari fattori possano influenzarli.

1.1 La componente lipidica

Il grasso costituisce il macrocomponente del latte più soggetto a variazioni, sia quantitative che qualitative. Prima di analizzare le relazioni tra questo parametro ed i fattori che agiscono in condizioni di alpeggio occorre ricordare alcuni aspetti di carattere più generale. Il tenore in grasso del latte non è costante nel corso della lattazione, ma mostra valori più bassi a 2-3 mesi dal parto per poi tendere ad un progressivo e costante aumento con il procedere della lattazione; anche l'età degli animali può influenzare il contenuto lipidico con una tendenza ad aumentare sino ad una data età dell'animale, per poi diminuire. Per quanto riguarda le operazioni di mungitura, è noto inoltre che una mungitura incompleta ed un intervallo irregolare tra le mungiture, influenzano negativamente il tenore lipidico. Non si deve infine dimenticare lo *stress* o, meglio, il *distress* al quale sono sottoposti gli animali se le condizioni ambientali non sono ottimali, causando una evidente contrazione della produzione di grasso: il clima, attraverso le componenti umidità, temperatura e altitudine può influenzare infatti il tenore lipidico (Alais, 1988; Piva, 1989b).

In condizioni di monticazione la concentrazione lipidica generalmente aumenta: numerose ricerche confermano infatti che in coincidenza dell'inizio del periodo di pascolamento il contenuto in grasso del latte cresce (Battaglini *et al.*, 2001a, 2003c; Bianchi *et al.*, 2002; Gorlier, 2002). E' l'altitudine, in primo luogo, ad influire su tale andamento: al crescere della quota si incrementa contestualmente la percentuale di grasso ma è sicuramente l'alimentazione la principale causa di variazione.

Se da un lato, ad inizio alpeggio le diverse razze fanno rilevare aumenti del contenuto in grasso del latte, dall'altro, proprio le stesse razze, allevate nel medesimo ambiente, si differenziano attraverso significative variazioni del livello di incremento e la qualità degli stessi grassi. E' il caso di alcune ricerche, dalle quali si evince che razze più selezionate come la Bruna manifestano tenori lipidici più elevati di razze autoctone come la Pezzata Rossa d'Oropa: il grasso è anche però caratterizzato da variazioni compositive in quanto il latte della razza autoctona, dal punto di vista nutrizionale, presenta una più favorevole composizione acidica (Battaglini *et al.*, 2003a, 2003b).

Escludendo la variabilità legata alla razza, allo stadio di lattazione ed ai fattori climatici, le cause di variazione della frazione lipidica nel latte d'alpeggio possono essere ricercate in diversi elementi:

età dei soggetti, in relazione al fatto che gli animali più giovani presentano in effetti una produzione lattea inferiore, ma maggiori tenori lipidici e proteici del latte;
riduzione complessiva della quantità di latte prodotta, in conseguenza di una diminuzione dell'ingestione;

caratteristiche compositive (frazione acidica) dell'erba consumata.

Diventa possibile, in questo ultimo caso, interpretare gli andamenti evidenziati in alcune indagini (Gorlier, 2002) ove si evince la possibile relazione esistente tra l'aspetto bromatologico dell'erba utilizzata ed il contenuto in grasso del latte prodotto, con la conseguente possibilità di condizionare, anche qualitativamente, la produzione dei bovini attraverso le modalità gestionali (Brun-Bellut *et al.*, 1985; Mordenti e Pacchioli, 1992). Occorre anche ricordare la possibile esistenza di altri elementi in grado di influire sul latte: diversi Autori segnalano l'incidenza delle condizioni ambientali ed in particolare del caldo, sulla capacità produttiva degli animali e sulla frazione lipidica del latte (Succi, 1997; Morhand-Fehr e Doreau, 2001).

Il pascolo alpino estivo agisce positivamente sul profilo acidico: gli acidi grassi insaturi aumentano significativamente ed il rapporto acidi grassi saturi/insaturi di conseguenza diminuisce. Ciò è particolarmente evidente in valle Ossola, realtà alpina caratterizzata in prevalenza da un sistema di alimentazione intensivo (insilato e concentrati), in fondovalle, durante la stagione di stabulazione, e da un regime alimentare basato sul pascolo, senza integrazione, in alpeggio, durante la fase centrale della stagione estiva (Battaglini, 2003b; Bianchi *et al.*, 2003). Il profilo acidico del latte è influenzato positivamente dall'elevata quantità di acidi grassi polinsaturi (in prevalenza linoleico e linolenico) presenti nell'erba (Bianchi *et al.*, 2002a).

Gli acidi grassi polinsaturi in particolare, non sono sintetizzati dai tessuti dei ruminanti, per cui la loro concentrazione dipende strettamente dalla quantità assorbita nell'intestino e dalla quantità rilasciata dal *rumen* (Agabriel, 2001). Gli acidi grassi polinsaturi, nonostante rappresentino normalmente circa il 70-80 % della componente acidica nell'erba del pascolo, sono mediamente contenuti fino al 3% della analoga quota del latte. In uno studio svolto presso un alpeggio valdostano nel Parco Regionale del Monte Avic (Gorlier, 2002) sono state tuttavia osservate significative variazioni del tenore di tali acidi nell'erba, in particolare dell'acido linolenico (C 18:3 ?3), che si sono ripercosse su analoghi andamenti nel latte, con valori più bassi (attorno all'1,2 %) in corrispondenza dell'utilizzazione di erba ad uno stadio fenologico particolarmente avanzato (contenuto minimo in C18:3?3 del 20% circa). Altri studi segnalano aumenti delle propor-

zioni degli acidi grassi polinsaturi nel latte di montagna collegati ad una ridotta attività di idrogenazione ruminale a carico degli acidi grassi dell'erba, oltre che ad un maggiore tenore degli stessi polinsaturi nell'alimento (Bugaud *et al.*, 2001a). Le osservazioni effettuate sul latte prodotto nel corso della stagione di alpeggio (Gorlier, 2002) evidenziano l'aumento della quota lipidica monoinsaturata, quella degli acidi grassi a lunga catena e la diminuzione della quota di acidi grassi saturi, in accordo con quanto rilevato da altri Autori (Bugaud *et al.* 2001a; Collomb *et al.* 1999, 2003).

Sempre secondo Bugaud *et al.* (2001a), la diminuzione della produzione latte che generalmente si riscontra in alpeggio in seguito ad una più limitata ingestione, può indurre a sua volta una diminuzione dei precursori responsabili della sintesi degli acidi grassi a corta e media catena: per tale motivo il latte di montagna complessivamente si trova ad avere alte proporzioni di acidi grassi a lunga catena insaturi, derivanti anche da una desaturazione a carico di quelli già formati riscontrando valori estivi superiori di un terzo o due terzi, in media e alta montagna, rispetto al dato del latte ottenuto con l'alimentazione primaverile di fondovalle (Collomb *et al.*, 2003). Lo stesso Collomb, in un precedente lavoro (1999), già riportava che tali variazioni potrebbero essere invece determinate da una differente composizione botanica dei pascoli di altitudine.

L'erba pascolata viene quindi ad avere nel complesso effetti simili ad un arricchimento della dieta con acidi grassi polinsaturi della serie C:18, ed i rapporti varierebbero stagionalmente a seconda dello stadio fenologico (Decaen et Ghadaki, 1970).

L'interesse per la conoscenza del profilo acidico del latte deriva da un'attenzione crescente nei confronti delle caratteristiche compositive e sensoriali dei prodotti d'alpeggio in funzione della loro caratterizzazione territoriale. La presenza degli acidi grassi è infatti ritenuta fondamentale per la determinazione dell'aroma e nella definizione del "flavour" dei prodotti caseari, rappresentando essa stessa una sorgente di costituenti volatili aromatici (Bugaud *et al.*, 2001a, 2001b; Valfrè *et al.*, 1999; Contarini, 1984). Se da un lato quindi, un tasso lipidico più elevato consente una migliore valorizzazione casearia del prodotto finale, dall'altro occorrerà discriminare in particolare tale frazione dal punto di vista qualitativo.

L'influenza del pascolamento sulla composizione della materia grassa è inoltre un tema attuale in ragione delle proprietà nutrizionali e reologiche ricercate nei prodotti caseari: il profilo lipidico raccomandato per le diete volte alla prevenzione delle malattie cardiovascolari indica infatti come ideale per l'alimentazione un basso contenuto in acidi grassi saturi ed un elevato contenuto in acidi grassi monoinsaturi e polinsaturi, con elevati rapporti $\omega 3/\omega 6$ e C 18:1/ C 18:0 (Bugaud *et al.*, 2000; Grummer, 1991; Gorlier, 2002).

Stimare l'influenza della quota acidica trasferita con la dieta alle cellule mammarie è molto difficoltoso per la presenza di numerosi fattori di variazione, quali lo stadio di lattazione, il livello di ingestione, le caratteristiche genetiche degli animali, le sintesi microbiche ruminanti (Brun-Bellut *et al.*, 1985; Buchin *et al.*, 1999).

La composizione in acidi grassi del latte influenza in seguito le caratteristiche strutturali della pasta dei formaggi: in genere latte più ricco in acidi grassi saturi favorisce formaggi con paste più solide, come nel caso di prodotti ottenuti da bovine alimentate a fieno, o meno solide, nel caso di alimentazione al pascolo (Buchin, 2003).

L'ottenimento di un latte più ricco in acido linoleico e in acido linolenico, come risposta a preoccupazioni nutrizionali o tecnologiche, può anche essere ottenuta sperimentalmente con la somministrazione di grassi alimentari protetti, in grado di aumentare la produzione del latte ed il tenore in lattosio e di migliorare appunto la qualità dei grassi; è tuttavia evidente come tale pratica non possa essere perseguita a livello di formaggi d'alpeggio da caratterizzare geograficamente, dove conta in particolare un'alimentazione basata sull'utilizzo quasi esclusivo di erba di pascolo. Inoltre, l'aumento dell'acido linoleico nel latte ottenuto con queste diete, comporta per esempio la produzione di un burro ricco in acidi grassi polinsaturi (C18), più sensibile all'ossidazione e all'irrancidimento.

Tale miglioramento può, senza dubbio, essere conseguito attraverso una corretta gestione delle mandrie: i principali studi a questo riguardo hanno dimostrato evidenti cambiamenti nel profilo acidico con il passaggio da mangimi concentrati a foraggio verde, proprio per la tipica composizione dell'erba in acidi grassi polinsaturi; al contrario l'utilizzo di fieni riduce considerevolmente gli effetti positivi sopra indicati, in ragione della diminuzione simultanea del tenore in acidi grassi totali con la fienagione anche a parità di specie foraggere considerate (Borreani *et al.*, 2003).

Tra i componenti del grasso del latte i coniugati dell'acido linoleico (CLA) rappresentano una quota di notevole interesse attuale: queste molecole devono il notevole interesse del mondo scientifico soprattutto alla rilevante attività antitumorale ed ad altre importanti proprietà come quella antiaterogena, immunomodulatrice, antidiabetica, di promozione della crescita, miglioratrice della massa muscolare (Ip *et al.*, 1994; Pariza *et al.*, 2001).

I CLA sono particolarmente presenti nel latte, soprattutto in quello vaccino e ovino (Griinari e Bauman, 1999; Jahreis *et al.*, 1999): se ne rileva particolare abbondanza nel latte ottenuto dalle bovine al pascolo (Kelly *et al.*, 1998) e ciò grazie a processi di bioidrogenazione degli acidi grassi polinsaturi (linoleico *in primis*, presente in natura in numerosi vegetali prato-pascolivi) operata dai microrganismi ruminali, soprattutto *Butyrivibrio fibrisolvens*, il quale converte l'acido linoleico contenuto nelle piante verdi e lo trasforma in acido linoleico coniugato: tale trasformazione è particolarmente efficiente negli animali in condizione di dieta che mantenga tutto l'anno un elevato rapporto foraggi/concentrati (Chilliard *et al.*, 2001).

Il contenuto di CLA nel latte presenta un ampio *range* di variazione, anche se i normali livelli oscillano tra 0,3 e 0,6 % del totale degli acidi grassi. Molteplici, tuttavia, sono i fattori che ne modificano la concentrazione e, in generale, coincidono con quelli in grado di modificare il tenore di grassi insaturi. Oltre ai fattori fisiologici, soprattutto attribuibili alla fase di lattazione ed all'età dell'animale (maggiore produzione oltre i 4 anni) di un certo rilievo appare l'effetto genetico (specie, razza, individualità). Molto efficaci sono poi le variazioni attribuibili alla dieta adottata: sono state segnalate forti variazioni stagionali dei CLA, giustificate dall'impiego di foraggi pascolivi particolarmente ricchi di PUFA che ne determinano un aumento di 2-3 volte nel latte estivo rispetto a quello invernale (Battaglini *et al.*, 2003e).

Recenti ricerche confermano l'arricchimento in CLA nel latte e nei formaggi ottenuti da bovine in pascoli di montagna (Collomb *et al.*, 1999, 2003; Mantovani, 2003), oltre alla presenza di componenti acidici (iso-C14) che

potrebbero rappresentare utili “markers” per prodotti ottenuti da bovine alimentate in prevalenza con foraggi verdi (Borreani *et al.*, 2003). E’ anche da ricordare l’effetto favorevole di altri componenti dei grassi, quali vitamine e carotenoidi, particolarmente abbondanti nei formaggi di pascolo d’altitudine che, parallelamente al calo di acidi grassi saturi, mette in evidenza la valenza salutistica dei formaggi d’alpe (Lucas *et al.*, 2003).

1.2 La componente proteica

La frazione azotata del latte è oggetto di un crescente interesse, dovuto sia alla sua influenza sulla caseificazione, sia ad un più generale cambiamento delle abitudini alimentari che ha portato ad un minor interesse per i grassi alimentari. Il tenore proteico del latte è meno soggetto a variazioni rispetto al tenore lipidico, tuttavia alcuni fattori sono in grado di modificarlo.

Dopo il parto, per i primi mesi, si ha la progressiva riduzione delle proteine, come nel caso dei lipidi; in seguito se ne registra un graduale incremento. Per quanto riguarda l’età, e quindi il numero di lattazioni, le caseine diminuiscono con l’invecchiamento della bovina. E’ comunque sempre l’alimentazione e, nello specifico, la quantità di energia somministrata alle bovine che maggiormente influenza maggiormente il contenuto proteico del latte (Alais, 1988). Una corretta considerazione del tenore proteico è indispensabile per la produzione casearia conseguibile: dunque, valori elevati in proteine sono auspicabili in quanto conferiscono al latte una migliore qualità tecnica e nutrizionale (Coulon *et al.*, 1998, 2001).

L’elevato tenore proteico rilevabile nel latte può essere, da un lato la conseguenza di una alimentazione a base di erba verde, che in generale tende ad innalzare i quantitativi di sostanze azotate normalmente presenti nel latte (Brun-Bellut *et al.*, 1985); dall’altro, considerando la correlazione positiva esistente tra il tenore lipidico e quello proteico, ne deriva che l’aumento di uno può comportare, anche se in misura diversa, il miglioramento dell’altro (Piva, 1989a). Infine anche la composizione di una mandria costituita da animali giovani può influire su una più elevata percentuale di proteine (Succi, 1997).

Durante la stagione di pascolo il contenuto in proteine è caratterizzato normalmente da un andamento crescente, attribuibile alla diminuzione della quantità di latte prodotto con l’avanzare dello stadio di lattazione. Inoltre esso è complessivamente molto più costante di quello del grasso, grazie all’azione selettiva a cui il parametro è stato sottoposto dal punto di vista genetico nelle razze più specializzate quali la Bruna (Bianchi *et al.*, 2002a).

E’ noto anche che un aumento dei livelli energetici della razione, oltre a favorire una miglior utilizzazione delle proteine fornite dagli alimenti, tenda conseguentemente ad aumentare il tenore proteico del latte (Brun-Bellut *et al.*, 1985; Piva, 1989a).

Un certo incremento della proteina grezza dell’erba in corrispondenza dei ricacci tardo-estivi condiziona in qualche modo una tendenza positiva della quota proteica del latte a fine estate (Gorlier, 2002).

Alcuni Autori evidenziano che il calo del tenore proteico ed un peggioramento delle proprietà casearie del latte siano da ascrivere al periodo di monticazione (Zemp *et al.*, 1989; Bovolenta *et al.*, 1998; Berry *et al.*, 2001a,b) e questo evidentemente penalizza le pratiche di una conveniente caseificazione (Ikonen *et*

al., 1999; Verdier-Metz *et al.*, 2001). Tale andamento potrebbe essere spiegato con un particolare incremento delle esigenze energetiche, anche quale effetto della maggior domanda al fine della sintesi ematica legato alla rarefazione dell'ossigeno atmosferico (Kirchgessner *et al.*, 1986). La diminuzione del tenore proteico porterebbe di conseguenza ad una riduzione del tasso caseinico e dunque ad un peggioramento delle proprietà reologiche del latte (Hermansen *et al.*, 1999). Una certa responsabilità del fenomeno potrebbe derivare anche dall'andamento della plasmina (Bugaud *et al.*, 2001a): l'aumento della plasmina e del plasminogeno del latte sarebbe da imputare non tanto a condizioni di ipossia, quanto piuttosto a sfavorevoli condizioni di pascolo e di clima, minor ingestione alimentare ed eventuali mastiti subcliniche. Altri Autori rilevano invece una ridotta attività del sistema plasmina sui pascoli d'alta quota, probabilmente per un minore impegno nella locomozione da parte degli animali controllati (Leiber *et al.*, 2003). Alcune recenti ricerche evidenziano che la plasmina presente naturalmente nel latte favorirebbe una maggior proteolisi e dunque una tessitura meno solida dei formaggi ottenuti (Buchin, 2003).

1.3 Il lattosio

La concentrazione di lattosio nel latte è direttamente legata alla produzione latteata conseguita dall'animale: un calo della secrezione del disaccaride, anche per carenze energetiche, ha come conseguenza la diminuzione della quantità di latte prodotto (Succi, 1997).

Da numerose ricerche effettuate in condizioni di alpeggio il contenuto in lattosio del latte ottenuto dalle bovine non manifesta particolari variazioni nel corso della fase di pascolamento ad eccezione di una parziale riduzione per effetto dell'avanzare della lattazione e del conseguente calo produttivo e ciò indipendentemente dalle caratteristiche del foraggio pascolivo. In corrispondenza di condizioni di pascolo più favorevoli ed in seguito all'utilizzazione di ricacci se ne osserva, in genere, un incremento. L'utilizzazione di un'erba con migliori caratteristiche nutritive, comporta difatti una ripresa della produzione latteata con paralleli aumenti di proteine e lattosio, legati rispettivamente al valore azotato ed energetico dei ricacci, ed un calo dei grassi, la cui sintesi viene al contrario ridotta da tale condizione (Gorlier, 2002).

1.4 L'urea

La valutazione del contenuto in urea è particolarmente importante in quanto un suo eccesso nel latte va a tradursi in un peggioramento dell'attitudine alla trasformazione casearia e delle caratteristiche organolettiche e di tessitura delle forme (Coulon *et al.*, 1997).

A tale proposito diversi autori considerano fondamentale valutare la quota proteica degli alimenti per spiegare il tenore in urea, in quanto la quantità di azoto trattenuta dall'animale, presente nel latte e nel sangue, aumenta linearmente con la quantità di azoto ingerita (Demarquilly e Jarrige, 1981; Piva 1989a; Brun-Bellut *et al.*, 1985; Succi, 1997; Coulon, 1997; Ubertalle *et al.*, 1998).

Possono essere molteplici le cause in grado di contribuire alla presenza di urea nel latte: tra questi sono segnalati fattori stagionali legati al contenuto proteico dell'erba, fattori metabolici e fattori sanitari a carico dell'animale, da cui

conseguirebbe per esempio una relazione positiva tra il contenuto in cellule somatiche e quello di urea nel caso di mastiti di origine alimentare.

I dati del tenore ureico del latte relativi alla stagione di pascolo sono prevalentemente compresi tra valori di 23 e 32 mg/dl, ritenuti accettabili (Giardino, 1996). Valori superiori a questo intervallo sono considerati indici di scompensi metabolici: a tale proposito sono stati segnalati per la razza Valdostana Pezzata Rossa in alpeggio tassi ureici particolarmente elevati (superiori a 32 mg/dl), indicatori di squilibri alimentari condizionati dalle caratteristiche del concentrato, particolarmente ricco in proteine (Ubertalle *et al.*, 1998). E' noto, d'altra parte, che l'aumento della concentrazione di urea soprattutto in primavera è da imputare a regimi alimentari a base di erba di pascolo, ricca in proteine digeribili quando i tessuti sono più giovani, unitamente ad integrazioni alimentari che non tengono adeguatamente conto di tale contributo (Agabriel *et al.*, 2001; Brun-Bellut *et al.*, 1985).

Negli stessi ambienti, nella stagione estiva, vengono osservati cali del tenore ureico del latte quale conseguenza della diminuzione del valore nutritivo ed energetico dell'erba invecchiata in alpeggio; il successivo aumento a fine alpeggio è collegabile sia all'elevata digeribilità sia al tenore proteico dei ricacci (Brun-Bellut *et al.*, 1985; Giardino, 1996). Anche Bugaud *et al.* (2000) nel confronto tra campioni di latte provenienti da zone collinari e submontane rispetto a zone montane osserva tali andamenti, mentre Ubertalle e collaboratori (1998) in bovini di razza Valdostana Pezzata Rossa in alpeggio, segnalano valori di urea del latte particolarmente elevati dove viene praticata una consistente integrazione con mangimi al pascolo.

1.5 Le cellule somatiche

La presenza di cellule somatiche nel latte è da ritenere fisiologica entro certi limiti. E' quindi corretto che il latte contenga un determinato numero di cellule, crescente con il procedere della lattazione, in funzione del rinnovamento dell'epitelio ghiandolare della mammella; il valore può tuttavia crescere irregolarmente a causa di mastopatie cliniche e subcliniche. Tra i principali fattori che favoriscono l'insorgere di infiammazioni alla mammella si ricordano pratiche errate di mungitura, contaminazioni ambientali ed errori nell'alimentazione animale (ad es. passaggio repentino da foraggio secco a verde). Il numero di cellule somatiche corrisponde al conteggio delle cellule presenti nel latte, comprendendo quelle epiteliali della mammella e soprattutto i globuli bianchi, presenti in grandi quantità in caso di infezioni; può quindi essere considerato un indice dello stato sanitario degli animali e delle condizioni igienico-sanitarie dell'allevamento (Succi, 1997; Coulon, 1997). L'importanza di valutare costantemente tale parametro deriva dal fatto che un'infezione può avere conseguenze sulla qualità microbiologica e sulla composizione chimica del latte, con un impatto tecnologico non indifferente proprio là dove l'obiettivo è la trasformazione casearia.

Numerose ricerche evidenziano complessivamente una netta crescita dell'indice citologico durante l'estate ed in particolare per le bovine condotte in alpeggio; tale aumento è correlato al cambiamento di ambiente ed ai trasferimenti delle mandrie, in grado di favorire stati di *stress* nell'animale (Agabriel *et al.*, 2001; Coulon *et al.*, 1997; Bugaud *et al.*, 2001a; Pomiès *et al.*, 2000).

Nell'ambito di uno studio condotto sul latte ottenuto da bovine alpeggiate in differenti ambienti delle Alpi Occidentali, il conteggio delle cellule somatiche ha presentato valori sempre superiori rispetto al latte prelevato da bovine in stabulazione; ciò è particolarmente evidente in valle Ossola ed è probabilmente favorito dalla presenza di una razza particolarmente specializzata, la Bruna, associata ad alcune difficoltà gestionali nel passaggio dall'allevamento stallino al periodo di pascolamento in alpeggio. Un comportamento simile è stato anche osservato in valle Sacra, con differenze tuttavia meno significative e legate alle caratteristiche della razza locale (Pezzata Rossa Valdostana), meno specializzata e quindi più rustica, rispetto alla Bruna (Battaglini *et al.*, 2002).

2. Le caratteristiche sensoriali e le attese dei consumatori

La scelta di un prodotto da parte del consumatore dipende ovviamente dalla sue caratteristiche sensoriali ma è fortemente influenzata anche da altri fattori, come le informazioni che lo accompagnano (l'etichetta, la pubblicità, l'origine, la fama del produttore...), le variabili legate al consumatore (sesso, età, reddito, educazione, cultura, condizione fisica e psicologica...) e all'ambiente (il luogo geografico, il clima, il contesto: casa, lavoro, vacanza).

Le scienze sensoriali mettono a disposizione tecniche di analisi specifiche per studiare sia le caratteristiche sensoriali di un alimento (tecniche analitiche) sia i diversi fattori che guidano il consumatore nelle sue scelte (tecniche affettive).

Lo sviluppo dei primi metodi di valutazione sensoriale risale agli anni '40/'50 contemporaneamente negli Stati Uniti e nei paesi Scandinavi. Le più importanti aziende nel settore alimentare considerano ormai irrinunciabile il ricorso alle tecniche sensoriali per controllare la qualità delle materie prime, di semilavorati e dei prodotti finiti al fine di ottimizzare i processi produttivi e per mettere a punto nuovi prodotti (Carpenter *et al.*, 2000). Queste tecniche assumono però un'importanza altrettanto fondamentale quando l'indagine è rivolta allo studio di prodotti la cui qualità dipende dall'ambiente o dalla tradizione o da un particolare sistema produttivo, come nel caso dei prodotti di montagna e quindi, nello specifico, del latte e dei formaggi d'alpeggio.

Le valutazioni sensoriali possono, infatti, contribuire ad individuare quali sono i parametri tipizzanti e indicare se il consumatore è in grado di percepirli e come la sua scelta viene da questi condizionata. Possono inoltre aiutare ad orientare i produttori nella scelta dei sistemi produttivi/gestionali più efficaci per salvaguardare ed esaltare la peculiarità di questi prodotti. L'accettazione di una richiesta di DOP trae infine grande vantaggio dalla dimostrazione dell'esistenza di una peculiarità legata a dati sensoriali misurabili in maniera oggettiva.

2.1 Tecniche analitiche ed affettive

Le tecniche analitiche comprendono sia semplici metodi discriminanti, in grado di stabilire se esiste una differenza percepibile tra due prodotti, sia metodi più complessi di tipo descrittivo che permettono di individuare quali sono le caratteristiche sensoriali più importanti per descrivere un prodotto. Come qualsiasi altro metodo analitico, sia esso basato su misure di parametri chimici o fisi-

ci, le analisi sensoriali sono in grado di fornire misure oggettive e riproducibili a patto, però, di rispettare alcune regole:

- utilizzare un panel di giudici sensoriali che sono stati selezionati e addestrati a riconoscere e descrivere le sensazioni avvertite durante il consumo di un prodotto (ISO 5496, 1992; ISO 8586-1, 1993; ISO 8586-2, 1994);

- lavorare in strutture idonee dedicate esclusivamente all'analisi sensoriale (ISO 8589, 1988);

- seguire procedure di lavoro standardizzate per minimizzare le sorgenti di errore e/o variazione (Meilgaard *et al.*, 1999);

- definire un disegno sperimentale statistico per minimizzare le sorgenti di errore e/o variazione e sottoporre i dati ad analisi statistica utilizzando le tecniche specifiche per elaborare e interpretare le indicazioni fornite dal panel (O'Mahony, 1986).

Le tecniche affettive o edonistiche rientrano in una disciplina conosciuta come "consumer science", termine inglese, ormai entrato nell'uso comune anche nella letteratura italiana. Si tratta di strumenti d'indagine per analizzare il comportamento del consumatore che permettono di valutare l'influenza sul gradimento delle caratteristiche sensoriali intrinseche di un alimento e di altri aspetti esterni quali ad esempio la confezione o il messaggio pubblicitario. In questo caso il nostro obiettivo è conoscere un giudizio volutamente soggettivo e prevede il coinvolgimento di giudici non addestrati, che sono stati semplicemente selezionati in modo da essere rappresentativi del target di riferimento del prodotto studiato. Questi test sono utilizzati, ad esempio, per mettere a punto nuovi prodotti con caratteristiche il più possibile rispondenti proprio alle aspettative del consumatore aumentando in questo modo le possibilità di successo nelle future vendite, ma possono anche fornire le informazioni necessarie per definire strategie di mercato efficaci per valorizzare prodotti di nicchia come sono i formaggi tipici o d'alpeggio.

Anche per le tecniche affettive a garanzia dell'affidabilità dei risultati (in termini di riproducibilità) devono essere rispettate regole precise per la pianificazione dei test, la scelta del campione di consumatori, la conduzione dei test e l'elaborazione dei dati (Meiselman e MacFie, 1992).

2.2 Applicazioni delle scienze sensoriali al latte e al formaggio d'alpe

In letteratura si trovano, in anni recenti, alcuni esempi dell'applicazione di queste tecniche, per lo più di tipo analitico, indirizzate allo studio delle caratteristiche sensoriali dei prodotti d'alpe. Si tratta di ricerche finalizzate a verificare l'effetto dell'alimentazione o dei sistemi di gestione sulla qualità sensoriale del formaggio. Il numero limitato di questi lavori dipende probabilmente sia dal fatto che le tecniche sensoriali si sono sviluppate e diffuse in tempi relativamente recenti sia dal fatto che esse richiedono uno strumento di analisi particolarmente oneroso in termini di tempo e costi: un panel costituito da giudici che devono essere selezionati, addestrati e gestiti nel rispetto di precise regole.

Si devono, inoltre, considerare le difficoltà nel condurre in condizioni controllate la trasformazione del latte in modo da scindere gli effetti della tecnologia di caseificazione da quelli legati alle caratteristiche chimiche e microbiologiche del latte di partenza che dipendono a loro volta da fattori legati all'animale, di tipo genetico e fisiologico, all'alimentazione e all'ambiente.

Risulta quindi evidente come qualsiasi studio che vuole valutare l'effetto dell'ambiente e dell'alimentazione sulle caratteristiche sensoriali del formaggio non può non considerare parametri ambientali (le condizioni climatiche, la flora e la microflora), zootecnici (razza, polimorfismo della frazione proteica, stato di salute e stadio fisiologico) e tecnologici (condizioni di caseificazione e maturazione). In una recente review, Coulon *et al.* (2004) presentano un'analisi dettagliata di tutti i lavori pubblicati negli ultimi 10 anni riguardanti l'influenza dei sistemi di gestione di ruminanti sulla qualità sensoriale e prendono in considerazione anche alcune recenti prove condotte in alpeggio: sono state studiate, ad esempio, le modificazioni indotte dal passaggio dall'alimentazione invernale al pascolamento estivo sulla qualità sensoriale, in modo particolare si sono osservate modificazione nel colore (intensità giallo), nella texture (durezza e adesività) e nel flavour (intensità totale e gusto amaro) (Verdier Metz *et al.*, 2000b). Studi specifici sull'influenza della composizione botanica del pascolo hanno evidenziato come il colore, il flavour e la texture dei formaggi in alpeggio possono modificarsi per il passaggio diretto nel latte di molecole specifiche, carotenoidi e terpeni, derivanti dalle specie botaniche ingerite (Mariaca *et al.*, 1997; Buchin *et al.*, 1999; Verdier Metz *et al.*, 2000a), oppure prodotte dall'animale, come plasmalmina e acidi grassi a differente lunghezza e grado di saturazione (Bugaud *et al.*, 2001c, Coolomb *et al.*, 2002).

Questi lavori rappresentano un importante punto di riferimento per tutti coloro che vogliono studiare i prodotti d'alpeggio. Nello stesso tempo evidenziano le difficoltà di attribuire in maniera chiara ed univoca le modificazioni indotte nel profilo sensoriale dei prodotti, se non si controllano le molteplici fonti di variabilità legate sia all'animale sia al processo produttivo.

Nella presente relazione sono presentati, a titolo di esempio, due applicazioni di tecniche sensoriali per lo studio di formaggi d'alpe condotti presso l'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige.

2.3 Esempio di applicazione delle tecniche analitiche: il progetto FORMA

Il primo esempio è la caratterizzazione sensoriale dei prodotti di una prova sperimentale condotta nell'ambito di un progetto di ricerca (progetto FORMA "Gestione della vacca da latte in alpeggio e formaggi di malga" finanziato sul Fondo Ricerca Provincia Autonoma di Trento) finalizzato a valutare, attraverso una ricerca interdisciplinare, tecniche di gestione dei bovini da latte in alpeggio, che siano al contempo adattate alle condizioni concrete dell'allevamento in provincia di Trento, efficienti in termini di uso delle risorse e sostenibili dal punto di vista ambientale, economico e sociale. La prova si è svolta nell'estate 2003 presso la malga sperimentale di Juribello (TN, 1900 m s.l.m.) e sono state utilizzate 24 vacche di razza Bruna divise in 2 gruppi omogenei (per numero di lattazione, produzione di latte, stadio di lattazione, condizione corporea, genotipo per k-caseina), mantenute in pascolamento continuo e turnato. I due gruppi si differenziavano per il livello di integrazione alimentare: basso e alto, pari rispettivamente a 2 e 6 kg/d di un concentrato a base di mais e polpe secche di bietola. Alla fine della prova il latte dei due gruppi è stato trasformato in un formaggio a pasta semicotta seguendo il protocollo di trasformazione tipico della zona. Le caseificazioni sono state condotte presso la malga in condizioni controllate e la trasformazione è stata seguita attraverso il rilievo dei principali parametri di

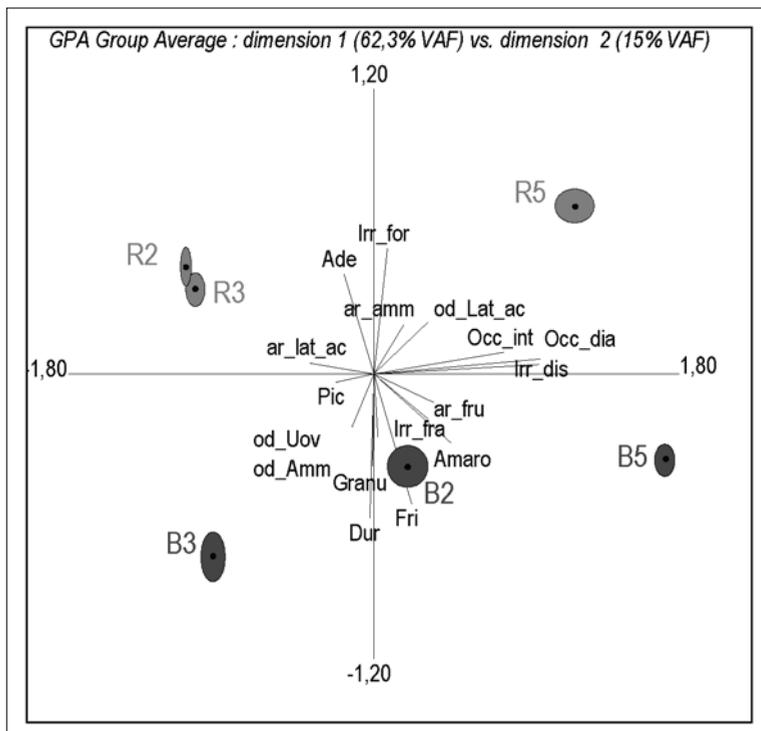
processo. I formaggi sono stati quindi stagionati per 6 mesi nel magazzino del caseificio di fondovalle. Per maggiori dettagli sulla prova si rimanda alle relazioni di Bovolenta *et al.* e Schiavon *et al.* presenti in questo stesso volume.

Le tecniche utilizzate per caratterizzare dal punto di vista sensoriale il latte e il formaggio delle prove sono di tipo analitico e sono state condotte presso il laboratorio sensoriale dell'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige, da due panel di giudici addestrati scelti tra i partecipanti ad un corso di addestramento all'analisi sensoriale dei formaggi a pasta dura e semidura, il cui obiettivo era di insegnare a riconoscere, descrivere e quantificare i gusti fondamentali, alcuni semplici odori e le principali caratteristiche fisico-meccaniche in matrici di tipo lattiero caseario (Lavanchy *et al.*, 1993; Berodier *et al.*, 1997; Gallerani *et al.*, 2000).

Queste indagini, in combinazioni con le analisi chimiche e microbiologiche, hanno contribuito a chiarire l'effetto di diversi livelli di integrazione dell'alimentazione sul prodotto finale.

Come valutazioni preliminari sono state eseguite analisi di tipo discriminante sia sul latte che sul formaggio, provenienti dalla prova sperimentale, finalizzate a verificare se esistevano differenze percepibili nei prodotti relativi ai due livelli di integrazione. La stessa analisi è stata ripetuta sui campioni prelevati in 3 giornate differenti e i campioni di una stessa giornata sono stati analizzati dal panel

Figura 1: Il profilo sensoriale dei formaggi elaborato con la tecnica GPA. Nello stesso spazio sono riportati i formaggi siglati con le lettere R e B, rispettivamente per l'integrazione alta e bassa, seguite da un numero che identifica la giornata di lavorazione e i descrittori più importanti correlati con le due dimensioni



in due diverse sedute. Il metodo scelto è il “triangolare” con opzione a scelta forzata (Norma UNI U590A2520, 2000). Queste analisi non hanno evidenziato differenze sensoriali percepibili tra i lattini e i relativi formaggi provenienti dai due gruppi di animali, anche se la variabilità associata alle diverse giornate è risultata elevata e in una delle tre giornate il panel ha evidenziato nei formaggi differenze significative tra i due livelli di integrazione, differenze che dovranno essere interpretati alla luce di altre valutazioni attualmente in corso (analisi chimiche ed elaborazione comparata di dati chimici microbiologici e sensoriali).

I formaggi della prova sono stati sottoposti successivamente ad analisi sensoriali più approfondite eseguite da un panel di 8 giudici addestrati secondo la tecnica dell'analisi quantitativa descrittiva, che tra le tecniche analitiche rappresenta lo strumento più efficace per studiare un prodotto dal punto di vista sensoriale. Il metodo prevede, infatti, la valutazione dell'intensità di specifici attributi sensoriali precedentemente individuati dagli stessi giudici del panel come le variabili necessarie per descrivere dal punto di vista sensoriale la tipologia di prodotto allo studio (Stone *et al.*, 1974).

La procedura di valutazione era stata in precedenza messa a punto per la caratterizzazione sensoriale di formaggi appartenenti alla tipologia generica dei “Nostrani” (formaggi tipici trentini a pasta semicotta ottenuti da latte crudo) e comprende 35 descrittori, che riguardano l'aspetto esterno, la texture, i gusti fondamentali, gli odori e gli aromi (percezione olfattiva per via retronasale durante la masticazione). Per i dettagli metodologici si rimanda a Gasperi *et al.* (2003).

Nella figura 1 è riportato il profilo sensoriale ottenuto elaborando i dati medi forniti dal panel (nelle 3 repliche) con la tecnica Generalized Procrustes Analysis (Dijksterhuis, 1995).

Il grafico rappresenta le prime due dimensioni GPA, che complessivamente spiegano il 77 % della variabilità. Nello stesso spazio sono posizionati sia i formaggi (siglati con le lettere R e B che indicano le tesi integrazione alta e bassa rispettivamente, seguite da un numero che identifica la giornata di lavorazione) sia i descrittori più importanti (correlati con le due dimensioni GPA). Le ellissi colorate attorno al valore medio di ogni campione sono indicative della variabilità dei valori forniti dai giudici nelle repliche che, come si può notare, è contenuta, a dimostrazione della buona riproducibilità dei dati sensoriali. Lungo la 1° componente che spiega la maggior quota di variabilità (62% VAF) si separano in maniera netta i formaggi prodotti in giornate differenti: i descrittori più importanti riguardano l'occhiatura (diametro, intensità e distribuzione). Lungo la 2° componente che giustifica però una percentuale più contenuta di variabilità (15 % VAF) si separano bene i campioni in base all'integrazione: i descrittori più importanti sono irregolarità dell'occhiatura, durezza, friabilità, adesività e amaro. In modo particolare i formaggi ad integrazione alta (blu), posizionati nei quadranti negativi, sono risultati più duri, più friabili e più amari, mentre quelli ad integrazione bassa (rossi) presenti nei quadranti positivi hanno un'occhiatura più irregolare e sono più adesivi.

Le analisi sul latte hanno mostrato differenze significative nel contenuto di cellule somatiche e di grasso con valori più alti nella tesi a integrazione bassa che possono giustificare le differenze sensoriali osservate: Grandison e Ford

(1986) hanno infatti evidenziato in un loro studio una diminuzione della durezza e un aumento dell'adesività correlato ad un aumento delle cellule somatiche. È stato inoltre osservato da Verdier Metz *et al.* (2001) come un aumento della frazione grassa e un conseguente calo del rapporto grasso/proteine può causare una diminuzione nella consistenza della cagliata e quindi del formaggio. Infine, una possibile causa della differenza di intensità di amaro nei formaggi a integrazione alta potrebbe essere una proteolisi più spinta conseguenza di una differenza nell'attività di proteinasi endogene (Buchin *et al.*, 1999). Le analisi chimiche sui formaggi, attualmente in corso, permetteranno di confermare queste indicazioni se metteranno in rilievo differenze significative nei parametri compositivi (grasso) e negli indici di maturazione indagati (proteolisi e lipolisi).

L'analisi quantitativa descrittiva si è dimostrata uno strumento di analisi sensibile in grado di individuare anche piccoli scostamenti nel profilo sensoriale: la differenza tra formaggi provenienti dallo stesso gruppo di animali ma prodotti in giornate diverse seguendo lo stesso rigoroso protocollo di caseificazione è risultata chiaramente maggiore di quella riscontrata per i due formaggi prodotti nello stesso giorno ma dal latte dei due gruppi di animali; per questi ultimi le differenze significative riguardano comunque 5 diversi descrittori.

D'altra parte nelle analisi preliminari del primo panel, che ha eseguito una valutazione comparativa complessiva, non sono emerse differenze sensoriali evidenti tra i due livelli di integrazione. Possiamo tranquillamente concludere che i due prodotti sono indistinguibili per il consumatore che normalmente consuma il formaggio senza effettuare confronti alla cieca o valutazioni secondo protocolli di analisi appresi durante un corso di addestramento.

2.4 Esempio di applicazione delle tecniche affettive: un test di accettabilità sui formaggi trentini

Il secondo esempio riguarda l'applicazione di tecniche sensoriali di tipo affettivo. In occasione delle manifestazioni di promozione per le produzioni d'alpeggio che si tengono annualmente in Trentino (Cavalese, Desmontega de le caore), l'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige ha organizzato un test di accettabilità con l'obiettivo di individuare quale tra le tipologie più rappresentative della produzione trentina d'alpeggio incontrasse maggiormente il gusto e le aspettative del consumatore.

Sono stati analizzati i formaggi che, al concorso provinciale riservato ai prodotti di malga che si svolge annualmente a Cavalese (Trento), hanno ottenuto i punteggi più alti per le tre categorie in concorso. I formaggi presentati in maniera anonima sono stati valutati da oltre 300 consumatori che hanno espresso il proprio gradimento su una scala numerica a 9 punti (1=pessimo; 9=ottimo). Attraverso un questionario anonimo sono state raccolte ulteriori informazioni riguardanti i dati anagrafici, il consumo di formaggi e le scelte alimentari. Maggiori dettagli sono riportati nel lavoro di Framondino *et al.* (2004).

Sulla base dei punteggi forniti è stato possibile individuare in una delle 3 tipologie indagate quella che incontra maggiormente i gusti dei consumatori (figura 2), offrendo un importante strumento di valutazione per le scelte d'indirizzo nel settore delle produzioni d'alpeggio.

L'elaborazione delle risposte raccolte con la scheda informativa ha permes-

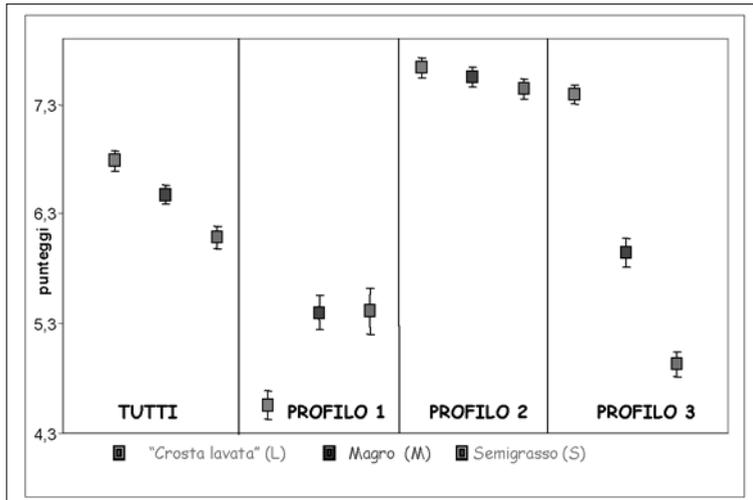


Figura 2: Il risultati del test di accettabilità: sono riportati i punteggi medi per i tre formaggi espressi dal campione complessivo (tutti) e dai 3 sottogruppi di consumatori definiti con l'analisi cluster (profilo 1, 2, 3) applicata ai dati di accettabilità..

so inoltre di caratterizzare i consumatori partecipanti in termini di parametri anagrafici e di informazioni sulle abitudini e scelte alimentari. Un aspetto indagato riguarda l'opinione sui formaggi di malga: la maggior parte dei consumatori li associa a prodotti dal "sapore più intenso e più buono" (oltre 200 risposte) o "più naturali e più sani" (150 risposte) e meritevoli quindi di un valore aggiunto anche in termini monetari; un numero molto basso di consumatori li associa invece ad un minor controllo o ad uno standard qualitativo non ben definito e imprevedibile.

Un'analisi più approfondita dei dati raccolti è stata fatta attraverso la segmentazione del campione di consumatori, suddividendoli in base a parametri anagrafici, abitudini alimentari e alla preferenza espressa. In questo modo si è giunti a tracciare i seguenti profili (figura 2):

Profilo 1 (84 consumatori): non mostra una netta preferenza per un formaggio ma non gradisce per niente il prodotto scelto come preferito dall'intero campione. Comprende consumatori di tutte le classi d'età con poco interesse verso i formaggi di malga, che di solito non acquista. Preferisce formaggi dal sapore delicato e si rivolge, per l'acquisto, alle grandi distribuzioni

Profilo 2 (138 consumatori): non presenta una preferenza precisa né tra i 3 formaggi proposti né tra le categorie di formaggi delicati e saporiti. Comprende consumatori per la maggior parte (91%) di età superiore ai 30 anni. Si rivolge soprattutto ai negozi specializzati e compera, raramente, i formaggi di malga che considera per lo più prodotti sani

Profilo 3 (117 consumatori): gradisce specialmente il formaggio preferito dall'intero campione di consumatori mentre non gradisce affatto uno dei 3 formaggi (formaggio a latte scremato). Comprende consumatori giovani (< 30 anni) per il 20% dei casi e per il 45% consumatori di età compresa tra i 30 e 44 anni. Per l'acquisto si rivolge abitualmente al caseificio ma anche alla malga. Preferisce

un sapore più forte e pensa che i formaggi di malga abbiano come caratteristica distintiva un gusto più saporito.

In base a queste informazioni è possibile orientare in maniera più specifica gli interventi di sostegno e valorizzazione di queste produzioni per garantire un maggior ritorno economico ai produttori. Sulla base delle informazioni raccolte è possibile ad esempio impostare una campagna di informazione mirata a fare conoscere questi prodotti e organizzare una rete di distribuzione che ne permetta la commercializzazione anche in periodi diversi da quelli estivi e attraverso canali alternativi alla vendita diretta in malga, come, ad esempio, negozi specializzati.

3. La tracciabilità

Fra le caratteristiche qualitative “estrinseche” degli alimenti (cioè quelle non direttamente ascrivibili al prodotto in sé) determinate da fattori esterni e spesso non descrivibili in maniera oggettiva, sono da includere la tipicità, la specificità e l'origine, sia geografica (legame con il territorio), che genetica (legame con la razza o l'animale) (Bailoni e Castagnaro, 2001). Questi ultimi sono aspetti molto importanti soprattutto per le produzioni d'alpe dove il legame con il territorio può rappresentare un valore aggiunto ad un prodotto che generalmente è ottenuto anche con modalità rispettose dell'ambiente, della biodiversità, del benessere animale e delle tradizioni locali. Per questo motivo l'individuazione di percorsi di tracciabilità per il latte e i formaggi d'alpe diventa essenziale per poter dimostrare attraverso metodiche oggettive ai consumatori l'effettiva zona di origine o la provenienza genetica di un certo prodotto in un mercato sempre più complesso.

I metodi attualmente disponibili per la tracciabilità dei prodotti lattiero-caseari possono essere distinti in tre grosse categorie:

- metodi che determinano la presenza di specifici elementi inorganici (isotopi stabili, micro- e macroelementi minerali, costituenti radioattivi);
- un approccio di tipo “organico” cioè basato sulla determinazione di alcuni analiti (sostanze volatili, terpeni, idrocarburi policiclici aromatici);
- tecniche “molecolari” basate cioè sull'analisi del DNA.

3.1 Metodi di determinazione di elementi inorganici

3.1.1 Analisi degli isotopi stabili e dei rapporti isotopici

L'analisi degli isotopi stabili è una tecnica ormai decennale nel controllo dell'origine geografica degli alimenti e nell'evidenziare eventuali frodi. Nel caso di alcuni prodotti alimentari (succhi di frutta, vino, miele) la determinazione isotopica rappresenta una tecnica ufficialmente riconosciuta per la denominazione di origine (Versini *et al.*, 2000; Camin e Versini, 2001). La strumentazione necessaria è molto specifica (spettrometro di massa isotopica e risonanza magnetica nucleare) e altamente complessa.

I rapporti isotopici che riescono a caratterizzare geograficamente i prodotti lattiero-caseari sono: $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, D/H, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Pillonel *et al.*, 2003; Kornexl *et al.*, 1997).

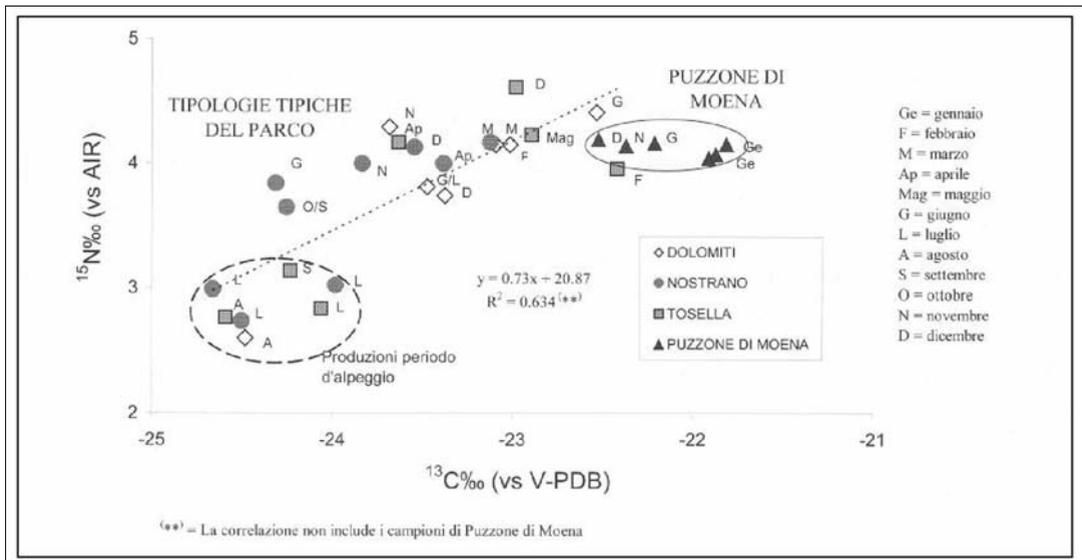
In particolare il rapporto $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, determinato nell'acqua presente nel latte/formaggio (in via sperimentale anche nel glicerolo estratto dalla frazione lipidica), varia a seconda delle caratteristiche isotopiche dell'acqua assunta dall'ani-

male (di falda, piovana, nei vegetali), che variano a loro volta in relazione all'altitudine, alla latitudine, alla temperatura e alla distanza dal mare. Esiste inoltre la possibilità di differenziare il latte prodotto in estate durante l'alpeggio poiché il tenore di ^{18}O è più alto rispetto a quello del latte di produzione invernale. Ciò dipende dal fatto che nel foraggio fresco è presente acqua ad alto tenore di ^{18}O a causa dei processi di evapotraspirazione a livello fogliare (Rossmann *et al.*, 1998).

Il rapporto $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ nella caseina dipende in primo luogo dalla tipologia botanica del foraggio assunto dall'animale (Smith e Epstein, 1971): diete costituite da erba e fieno (ossia substrati di piante a ciclo fotosintetico C_3) presentano un $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ piuttosto basso (da -28 a -23‰) rispetto a quelle nelle quali sono presenti piante a ciclo fotosintetico C_4 , come ad esempio il mais (fino a -18‰). Questi risultati potrebbero caratterizzare prodotti ottenuti al pascolo rispetto a quelli che derivano da allevamenti intensivi con elevato impiego di mangimi concentrati. Un altro fattore in grado di influenzare il rapporto $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ nella dieta è la provenienza geografica del formaggio, come emerge da esperienze effettuate da Camin (1998), confrontando formaggi sardi con formaggi prodotti in Trentino.

Anche le differenze nel rapporto $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ presente nella caseina sono legate alla tipologia dei foraggi assunti dall'animale. Pratiche di fertilizzazione organica e metodi di agricoltura intensiva determinano un incremento del livello di ^{15}N nel suolo e, conseguentemente, nelle piante, nel latte e nei formaggi (Mariotti *et al.*, 1981). Anche le condizioni pedologiche e geoclimatiche (caratteristiche del suolo, altitudine, umidità) possono influenzare il rapporto $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ nel suolo. Le leguminose mostrano rapporti isotopici più bassi rispetto alle piante non azoto-fissatrici. Lo stress idrico delle piante incrementa invece questi rapporti isotopici (Manca *et al.*, 2001).

Figura 3: Valori isotopici delle caseine da formaggi delle tipologie tipiche del Parco di Paneveggio e aree vicine, riferiti a diverse epoche di produzione e a due caseifici (Camin e Versini, 2001).



Entrambi questi ultimi rapporti ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) sono stati utilizzati da Camin e Versini (2001) per discriminare latte e formaggi prodotti in alpeggio da quelli di produzione invernale. I campioni relativi a produzioni di malga sono risultati caratterizzati da rapporti isotopici più bassi rispetto a quelli ottenuti a partire da latte di vacche in stalla. Una valutazione a parte merita il Puzzone di Moena i cui rapporti isotopici si posizionano in un intervallo stretto, indipendentemente dal mese di produzione del latte lavorato (figura 3).

Anche il rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ può essere utile ai fini di una caratterizzazione geografica dei prodotti lattiero-caseari, in quanto strettamente dipendente dal tipo di rocce e dal suolo e non dall'attività dell'uomo, dal clima e della stagione di produzione. Infatti l'isotopo ^{87}Sr deriva dal decadimento radioattivo del ^{87}Rb mentre l'isotopo ^{86}Sr rimane costante nel terreno. Rocce molto vecchie evidenziano quindi rapporti isotopici più alti rispetto a quelle ricche in carbonati.

Sul rapporto $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ l'interpretazione dei dati è più difficile a causa dei numerosi fattori che influenzano questo parametro.

3.1.2 Analisi dei macro- e microelementi minerali.

L'analisi del profilo minerale del latte e dei formaggi viene utilizzata per una loro caratterizzazione dal punto di vista nutrizionale più che per una determinazione di origine e di autenticità (come avviene per alcuni vini) o per una discriminazione sulle modalità di produzione (Favretto, 1990).

Tuttavia le concentrazioni di bario, cadmio, cobalto, cromo, piombo e stronzio nel latte e nei derivati sono generalmente più elevate in campioni estivi rispetto a quelli prelevati in inverno. Andamento opposto si verifica per alluminio e manganese mentre i livelli di rame, magnesio, nichel e zinco non sembrano influenzati dalla stagione di produzione (Coni *et al.*, 1995). Favretto *et al.* (1989) hanno evidenziato interessanti correlazioni fra alcuni elementi in traccia e l'origine geografica del latte prodotto in Italia.

Per alcuni di questi elementi la concentrazione nel latte e nel formaggio può essere influenzata dalla tecnologia di produzione casearia. A queste considerazioni sono giunti Mantovani *et al.* (2002) nel corso di un'indagine effettuata sul formaggio Fontina prelevato in differenti vallate e a differenti altitudini o tramuti

Tabella 2 Effetto della vallata e dell'altitudine del pascolo sulla concentrazione di alcuni elementi (mg/kg) nel formaggio Fontina (Mantovani *et al.*, 2002)

	Vallata (V)		Altitudine (A)		Interazione V x A	Varianza errore
	Clos	Empereur	Ferret	Tramuto 1 Tramuto 2		
Fe	2.65	4.09	2.84	2.88 3.51	ns	12.74
Se	4.09 ^{ab}	3.79 ^a	4.49 ^b	4.31 3.93	*	0.65
Zn	36.76 ^A	42.56 ^B	37.66 ^A	38.26 ^a 39.72 ^b	ns	8.79
Cr	0.13	0.13	0.07	0.12 0.10	ns	0.04
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01 0.01	ns	<0.01
Cu	10.26 ^{ab}	13.09 ^b	6.21 ^a	11.15 8.55	ns	50.28

A,B: differenze significative $P < 0.01$; a,b: differenze significative $P < 0.05$; n.s. non significativo.

(tabella 2). Il livello del rame nella Fontina subisce modificazioni significative fra le diverse vallate ma non varia passando da un tramuto all'altro, spostandosi cioè, anche all'interno della stessa vallata, dai pascoli al piede d'alpe ai pascoli in quota. Per questo elemento si può ipotizzare quindi un effetto legato alla tecnologia di caseificazione adottata che non cambia entro tramuto (ad esempio uso di strumenti, caldaie in rame).

3.1.3 Analisi dei radionuclidi

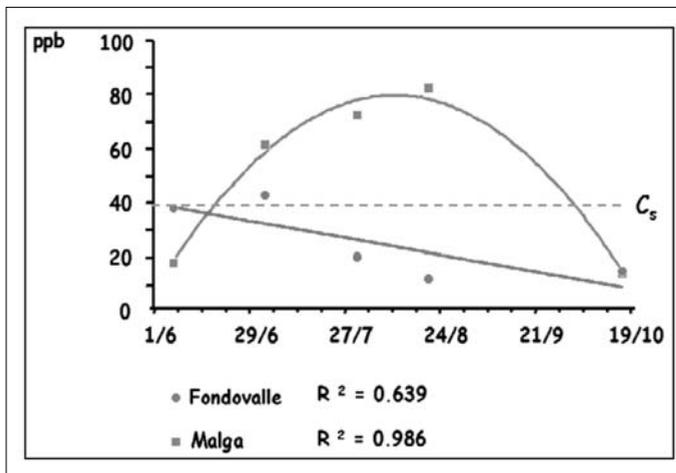
Recentemente Froidevaux *et al.* (2004) hanno evidenziato la possibilità di distinguere campioni di formaggio Emmental provenienti da sei diverse zone di produzione in Europa e ottenuti su pascoli di diversa altitudine sulla base della concentrazione di alcuni radionuclidi (^{90}Sr). Queste sostanze sarebbero presenti naturalmente o artificialmente (contaminazioni ambientali) nel suolo e quindi in grado di trasferirsi ai vegetali e ai prodotti lattiero-caseari. Si tratta di esperienze recenti che dovranno essere confermate da ulteriori indagini.

3.2 Metodi basati sulla determinazione di composti organici

3.2.1. Profilo aromatico

Passando al secondo gruppo di sostanze in grado di fungere da veri e propri marcatori della zona di produzione, si possono ricordare i composti volatili che caratterizzano i prodotti lattiero-caseari. Gli studi in questo ambito sono numerosi sia sul latte che sui formaggi ed effettuati con approcci analitici anche molto diversi (Daolio *et al.*, 1991; Moio *et al.*, 1993; Bailoni *et al.* 1999, Carpino *et al.*, 1997; Versini *et al.* 2000; Rubino e Claps, 2000). La determinazione analitica delle sostanze volatili è molto complessa sia perché tali sostanze sono contenute nella frazione lipidica del latte e dei derivati ed è necessaria un'estrazione preliminare che talvolta può compromettere il risultato della lettura, sia perché la concentrazione di questi composti è generalmente molto bassa (nell'ordine dei ppb).

A titolo di esempio si riportano i risultati ottenuti da Bailoni e Mantovani (2000) sul latte di vacche Rendene prodotto in aziende di fondovalle o in malga (figura 4) ottenuti utilizzando la tecnica del Purge and Trap abbinata alla cromatografia.



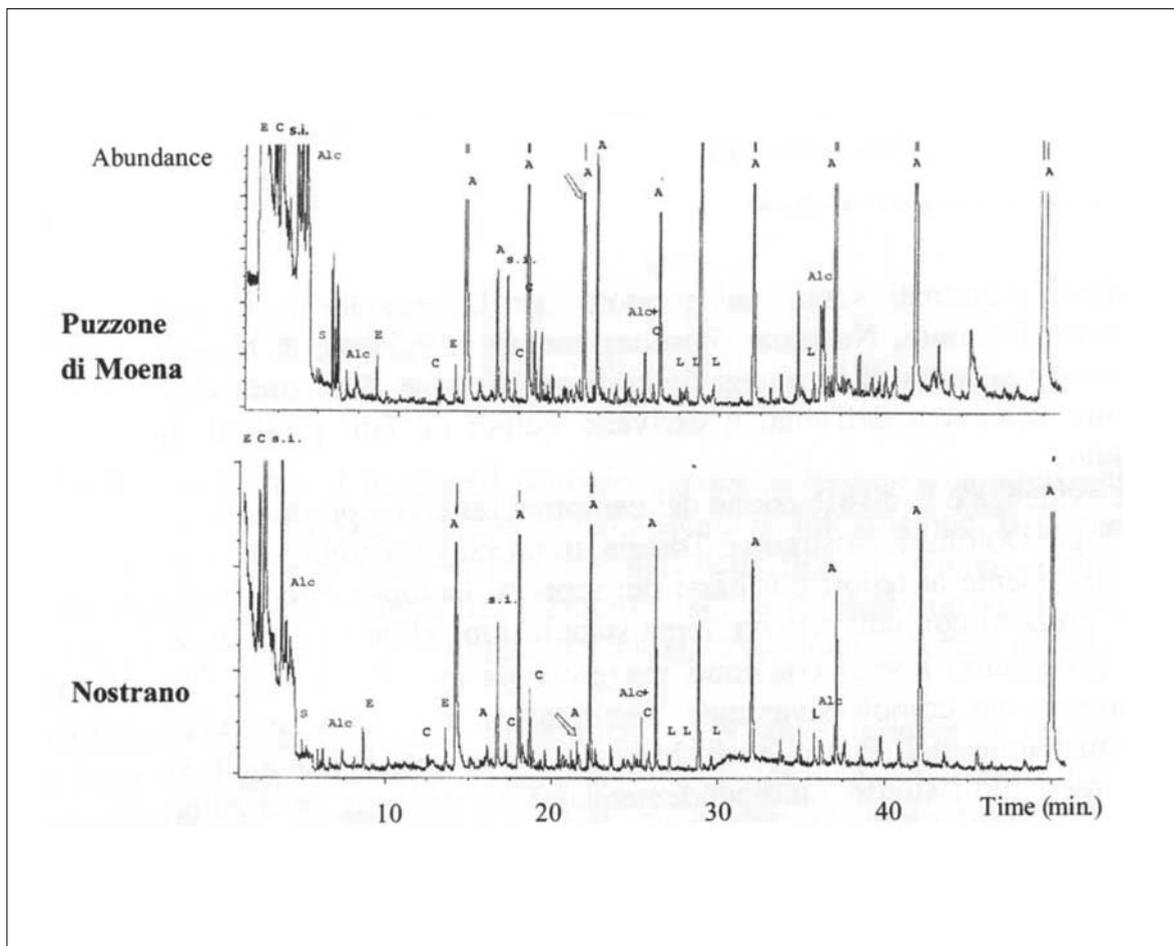
Fra i diversi costituenti volatili, l'esanale è risultato in concentrazione elevata e al di sopra della soglia di percezione odorosa ($C_s = 40$ ppb) nei campioni di latte relativi ai tre prelievi estivi in

Figura 4 Contenuto di esanale nel latte di vacche Rendene prodotto in fondovalle e in malga (Bailoni e Mantovani, 2000).

alpeggio, ed invece è risultato presente a livelli inferiori nel latte prelevato prima della partenza e al ritorno dalle malghe e nelle aziende di fondovalle.

Basandosi su esperienze precedentemente effettuate sui vini, Versini *et al.* (2000) hanno messo a punto una tecnica di determinazione delle sostanze aromatiche basata sulla Solid-Phase Micro-Extraction (SPME) e successiva analisi in cromatografia abbinata a spettrometria di massa (HRGC-MS). Le analisi effettuate su Puzzone di Moena e Nostrano hanno rilevato nei due formaggi sia analogie (tenore elevato in acido propionico e, in generale, in acidi grassi) che differenze in alcune sostanze (nel Puzzone maggior presenza di acido alchilico ramificato a C6 e acido isovalerianico) (figura 5).

Figura 5. Analisi della parte volatile di formaggi di montagna (Versini et al., 2000)

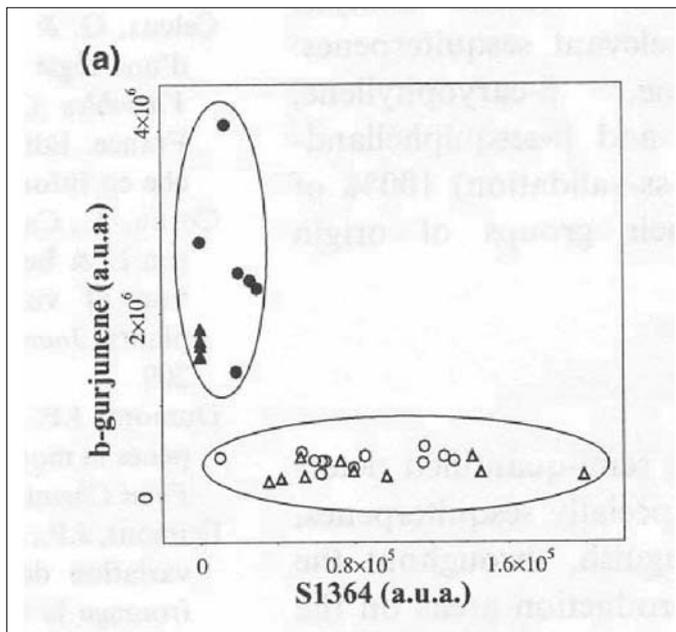


3.2.2. Presenza di monoterpeni/sesquiterpeni

Molto interessante risulta l'approccio alla tracciabilità del latte e dei formaggi d'alpe mediante l'uso di "marcatori endogeni" cioè sostanze presenti naturalmente negli alimenti (foraggi), che si trasferiscono al latte (e ai derivati) senza subire sostanzialmente alcuna modificazione chimica. Fra questi markers notevole interesse hanno suscitato i terpeni (Mariaca *et al.*, 1997; Viallon *et al.*, 2000), sostanze molto diffuse in alcuni tipi di essenze vegetali (soprattutto piante alpine di alta quota), alle quali conferiscono anche un gradevole odore che in parte può trasferirsi al latte (Dumont e Adda, 1978). I primi lavori sui terpeni sono stati condotti da Bosset *et al.* (1994), che osservava come ad altitudini diverse dei pascoli, la presenza di terpeni (pinene, neroli, limonene) nei formaggi variava sostanzialmente. In Italia risultati analoghi sono stati evidenziati sul formaggio Ossolano prodotto in alpeggio e in fondovalle (Zeppa *et al.*, 2002).

Più recentemente con un approccio multivariato (utilizzando cioè più sostanze discriminanti) Fernandez *et al.* (2004) sono riusciti a distinguere campioni di latte prodotti in due diverse zone geografiche (regioni dell'Auvergne e del Brittany), da vacche al pascolo (prelievi di settembre e maggio) e allevate in stalla (prelievi in febbraio) (figura 6).

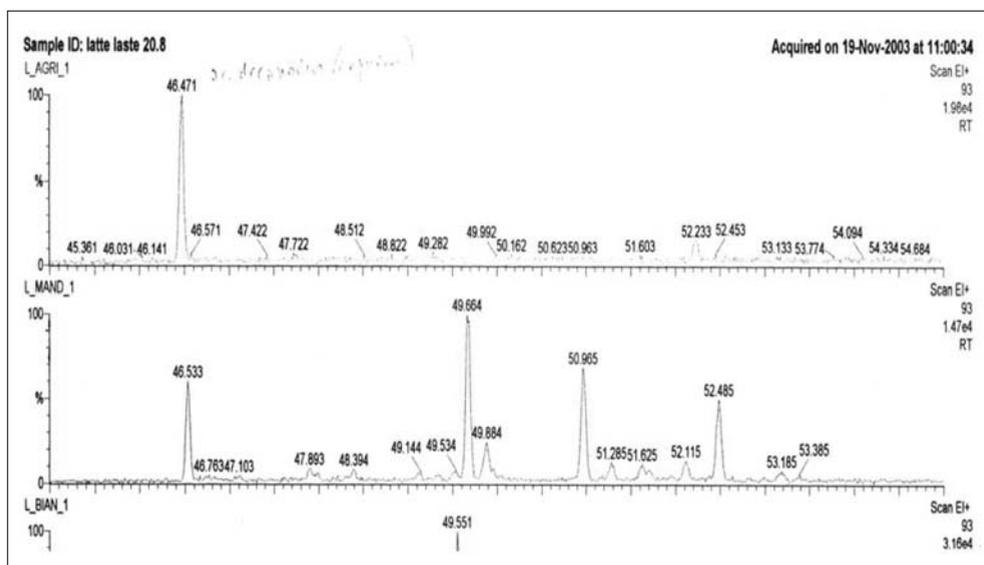
Figura 6 Analisi discriminante su campioni di latte in relazione alla area di produzione e al sistema di allevamento (● Auvergne in stalla, ○ Auvergne al pascolo, ▲ Brittany in stalla, △ Brittany al pascolo) (Fernandez *et al.*, 2004)



Esperienze effettuate recentemente da Bailoni *et al.* (2004) hanno evidenziato un diverso profilo della frazione terpenica in campioni di latte prelevati in malga da vacche al pascolo rispetto a campioni ottenuti presso l'Azienda

Sperimentale dell'Università da bovine alimentate con dieta unifeed. L'analisi, di tipo semi-quantitativo, ha permesso di evidenziare alcune sostanze (b-cariophillene, b-humulene...) in quantità apprezzabili solo nei campioni di alpeggio (figura 7). Un'ulteriore prova è stata condotta allo scopo di verificare l'entità e le modalità trasferimento dei terpeni dalle erbe al latte e infine ai formaggi. A questo scopo sono stati raccolti campioni delle specie foraggere più rappresentative in 4 alpeggi localizzati sull'altipiano di Asiago, i campioni di latte prelevati contestualmente presso le malghe e, dopo la stagionatura, i campioni di formaggio Asiago ottenuti. Le analisi sono tuttora in corso.

Figura 7. Contenuto di terpeni nel latte prodotto in pianura (allevamento intensivo) e in malga (Bailoni et al., 2004).



3.2.3 Presenza di idrocarburi policiclici aromatici in formaggi affumicati

Solo nel caso di formaggi sottoposti a processi di affumicatura è possibile individuare alcune sostanze "traccia" (idrocarburi policiclici aromatici, IPA) che si formano durante questo particolare processo. Da un'indagine condotta in Svizzera da Bosset *et al.* (1998) è emerso che alcuni IPA (antracene, fluorantene, fluorene,) si trovano solo nei formaggi d'alpeggio ottenuti con metodi di affumicatura tradizionale su fuoco a legna "aperto", mentre non sono rilevabili in formaggi prodotti presso caseifici aziendali a vapore vivo. Secondo Bosset le modalità di affumicatura del formaggio e, forse, anche il legno utilizzato potrebbero influenzare la presenza e la concentrazione di IPA.

3.3 Tecniche molecolari

Le tecniche molecolari rappresentano un approccio del tutto nuovo in tema di tracciabilità degli alimenti. Sono tuttora ampiamente studiate nel settore della carne bovina dove potrebbero costituire uno strumento di identificazione degli animali in grado di sostituire i tradizionali, e difficilmente gestibili, sistemi basati sulle

marcche auricolari, passaporti ecc. Tali tecniche non hanno trovato invece una grande diffusione nel settore lattiero-caseario, se si escludono alcuni lavori sui cosiddetti formaggi "monorazza", come ad esempio quelli effettuati sul Parmigiano Reggiano prodotto con latte di bovine di razza Reggiana non ancora pubblicati.

In realtà tecniche di analisi del genoma ed in particolare i sistemi di fingerprinting mediante PCR sono ormai diffuse ampiamente in ambito microbiologico nella tecnologia di caseificazione per la tipizzazione delle popolazioni microbiche e/o per la messa a punto di colture starter in grado, ad esempio, di ricostruire il mix di popolazioni dei prodotti tipici (Cavazza *et al.*, 2001).

Conclusioni

La qualità del latte e dei formaggi, riferita ai suoi componenti principali (grasso, proteine, urea, lattosio e cellule somatiche) è influenzata in modo significativo dalla pratica dell'alpeggio sia in termini quantitativi che qualitativi, anche se molto spesso risulta difficile separare in modo netto l'effetto "alpeggio" da altri fattori direttamente collegati alla monticazione (scelta della razza, livello di produzione di latte, caratteristiche dell'erba consumata, quantità e qualità dell'integrazione al pascolo ecc.). La concentrazione dei macrocomponenti tende generalmente ad aumentare per effetto della riduzione nella produzione. Riguardo alla componente lipidica, maggiormente influenzabile da fattori esterni (alimentazione, management ecc.) va sottolineato che alcune sostanze di indubbio valore nutrizionale (acidi grassi polinsaturi, CLA) si ritrovano nel latte e formaggi d'alpe in concentrazioni nettamente superiori rispetto ai prodotti di pianura.

Anche le tecniche sensoriali possono fornire efficaci strumenti di indagine per approfondire le relazioni fra alpeggio e parametri quali flavour, colore, texture ecc., molto importanti nelle produzioni casearie. Lo studio del comportamento dei consumatori e la valutazione dell'effetto delle caratteristiche sensoriali e di altri aspetti esterni al prodotto sul gradimento, possono invece risultare fondamentali per la messa a punto di strategie di mercato specifiche per la tutela e valorizzazione dei prodotti d'alpe.

Riguardo infine alla tracciabilità del latte e dei formaggi d'alpe, va sottolineato che le tecniche sono relativamente recenti e, per questo motivo, in rapida evoluzione. Risultati sempre più precisi sull'origine dei prodotti lattiero-caseari si possono ottenere combinando varie tecniche, fra quelle sopra descritte. In molti casi il limite ad un'ampia diffusione di queste metodiche è rappresentato dai costi elevati dovuti all'impiego di strumentazione scientifica di particolare complessità (sistemi di spettrometria di massa, risonanza magnetica nucleare ecc.).

Bibliografia

- Agabriel C., Coulon J.B., Journal c., De Ranourt B., 2001. *Composition chimique du lait et système de production dans les exploitation du Massif Central. Prod. Anim.*, 14: 119-128.
Alais C., 1988. *Scienza del latte*. Tecniche Nuove, Milano, Italia.

- Bailoni L., Castagnaro M., 2001. *Alimentazione degli animali e qualità del latte*. Atti del VII Colloquio Interuniversitario Homo Edens "Lac d'amour. Il latte e i suoi derivati". Vicenza, 14-16 marzo 2001. 37-55.
- Bailoni L., Mantovani R., Grigoletto L., Bittante G., 1999. *Effetto dell'alpeggio sulle componenti aromatiche del latte prodotto da bovine di razza Rendena*. Atti del LIII Convegno Nazionale S.I.S.Vet., 16-18 settembre 1999, Montecatini Terme (PT), 413-414.
- Bailoni L., Mantovani R., Magno F., Favaro G., Da Ronch F., (2004) *Impiego dei terpeni e di altri markers per la caratterizzazione dei formaggi tipici*. Atti del Convegno "Tutela dei formaggi tipici trentini: il contributo della ricerca scientifica". Cavalese (TN), 17 ottobre 2004. In press.
- Bailoni L., Mantovani R., 2000. *Caratterizzazione dell'aroma del latte bovino prodotto nel Parco Adamello-Brenta e possibilità di valorizzazione*. Atti del Convegno "Formaggio Razza Rendena: un'opportunità per la Razza Rendena e la Val Rendena", Lineagrafica Bertelli Trento; Caderzone (TN), 27 agosto 2000: 20-32.
- Battagliani L.M., Fortina R., Mimosi A., Lussiana C., Bianchi M., 2001a. *Caratterizzazione della produzione di bovine da latte allevate in due areali alpini del Piemonte*. 36° Simposio Internazionale di Zootecnia. Società Italiana per il progresso della Zootecnia. G.F.Greppi e G.Enne ed., vol. II, 15-21.
- Battagliani L.M., Fortina R., Mimosi A., Lussiana C., Bianchi M., 2001c. *Breeding systems of Brown Swiss cows in Valdossola and milk characteristics for typical cheese making*. Recent Progress in Animal Production Science. Proceedings of the ASPA XIV Congress, Firenze, 2: 210-212.
- Battagliani L.M., Ighina A., Lussiana C., Mimosi A., Bianchi M., 2003a. *Livestock farming systems and milk production characteristics in some mountain areas of North-West Italy*, Proceedings of the Sixth International Farming System Symposium, 26/29 agosto 2003, Benevento. In stampa.
- Battagliani L.M., Lussiana C., Mimosi M., Ighina A., Linty C., 2003e. *Milk yield and quality of Aosta Chestnut dairy cows grazing on alpine pastures*, Atti 38° Simposio Internazionale di Zootecnia, 123-130, Lodi, Italy.
- Battagliani L.M., Mimosi A., Fortina R., Lussiana C., Bianchi M., 2001b. *Effects of different dairy cows breeds and alpine pastures on milk and cheese characteristics in Valsesia (NW Italy)*—Atti Convegno Internazionale "I formaggi d'alpeggio e loro tracciabilità", Potenza, 216-229.
- Battagliani L.M., Mimosi A., Fortina R., Lussiana C., Recrosio C., Bianchi M., 2002. *Sistemi di allevamento e produzione di latte nelle valli del Canavese*. Atti 37° Simposio Internazionale di Zootecnia, Madonna di Campiglio (TN), 179-186.
- Battagliani L.M., Mimosi A., Ighina A., Bianchi M., 2003d. *Sistemi zootecnici alpini e produzioni legate al territorio*. Convegno SoZooAlp. Piancavallo (PN), Quaderni della So.Zoo.Alp. in stampa.
- Battagliani L.M., Mimosi A., Ighina A., Bianchi M., Lussiana C., 2003b. *Effects of breeds and different breeding systems on milk production in alpine regions*. *Scienza e Tecnica Latiero-Casearia*, 54 (5): 335-342.
- Battagliani L.M.; Mimosi M., Malfatto V., Robin Preillan A., Bianchi M., 2003c. *Management and productive aspects of a dairy herd in a Valle d'Aosta alpine pasture*. *Italian Journal of Animal Science*, vol.2, (suppl. 1), 293-295. Proceedings of the A.S.P.A XV Congress, Parma, 18-20 giugno 2003.
- Berodier F., Lavanchy P., Zannoni M., Casals J., Herrero L., Adamo C. 1997. *Guide d'Evaluation Olfacto-Gustative des Fromages a Pate Dure et Semi-dure*. *Lebensm. Wiss. u. Technol.*, 30, 653-664.
- Berry N.R., Büeler T., Jewell P.L., Sutter F., Kreuzer M., 2001a. *The effect of supplementary feeding on composition and renneting properties of milk from cows rotationally grazed at high altitude*. *Milchwissenschaft*, 56: 123-126.
- Berry N.R., Sutter F., Bruckmaier R.M., Blum J.W., Kreuzer M., 2001b. *Limitations of high alpine grazing conditions for early lactating cows: effects of energy and protein supplementation*. *Animal Science*, 73:149-162 11
- Bianchi M., Battagliani L.M., Gal D., 1992. *Studio comparativo sul latte prodotto dalle tre razze bovine allevate in Valle d'Aosta*. Atti del 27° Simposio Internazionale di Zootecnia, 77-84.
- Bianchi M., Battagliani L.M., Mimosi A., 2002b. *Il formaggio Ossolano. Uno studio per la caratterizzazione del territorio, dei sistemi produttivi zootecnici, e dei formaggi*. Le filiere produttive del formaggio Ossolano nelle aree di studio (aspetti zootecnici). In "Il formaggio Ossolano", Regione Piemonte, Documento finale Interreg II Italia-Svizzera, 265-277.
- Bianchi M., Battagliani L.M., Mimosi A., Lussiana C., Prina A., Massimo V., 2002a. *Il formaggio Ossolano. Uno studio per la caratterizzazione del territorio, dei sistemi produttivi zootecnici, e dei formaggi*. Aspetti zootecnici. In "Il formaggio Ossolano", Regione Piemonte, Documento finale Interreg II Italia-Svizzera, 197-214.
- Bianchi M., Fortina R., Battagliani L.M., Mimosi A., Lussiana C., Ighina A., 2003b. *Characterisation of milk production in some Alpine valleys of Piemonte*. Proc. ASPA 15th Congress, Ital. J. Anim. Sci. vol. 2 (suppl. 1), 305-307.
- Bianchi M., Mimosi A., Battagliani L.M., Ighina A., 2003a. *Prime osservazioni sulla razza-popolazione Barà-Pustertaler allevata in Piemonte*. Atti del LVII Convegno Sis.Vet , Ischia (NA), 433-434.
- Bianchi M., Mimosi A., Fortina R., 1997. *Effetti dell'alimentazione della bovina da latte sull'ambiente*. Atti del Convegno Nazionale "Parliamo di... alimentazione animale e ambiente", Fossano, 16-17 ottobre

- 1997; 23-35.
- Borreani G., Battelli G., Giaccone D., Masoero G., Peiretti P.G., Tabacco E., 2003. *Conjugated linoleic acid (CLA) and 12-methyltridecanoic acid content of cheeses produced in winter and summer in alpine environment*. Proc. 5th International Meeting on Mountain Cheeses, 11-12 sept. 2003, Arêches, F.
- Bosset J.O., Bütikofer U., Gauch R., Sieber R., 1994. *Caractérisation de fromages d'alpages subalpains suisses: mise en évidence par GC-MS de terpènes et d'hydrocarbures aliphatiques lors de l'analyse par 'Purge and Trap' des arômes volatils de ces fromages*. Schweiz. Milchwirtsch. Forsch., 23: 37-41.
- Bosset J.O., Bütikofer U., Dafflon O., Sieber R., 1998. *Il fumo: un concreto marcatore di tipicità*. Caseus, 3(1): 20-24.
- Bovolenta S., 2001. *Alimentazione delle vacche in malga e produzioni lattiero-casearie*. Atti del Convegno Alpeggi e produzioni lattiero-casearie, Fiera di Primiero (TN), 22 febbraio 2001, 25-35.
- Bovolenta S., Ventura W., Piasentier E., Malossini F., 1998. *Supplementation of dairy cows grazing an alpine pasture: Effect of concentrate level on milk production, body condition and rennet coagulation properties*. Annales de Zootechnie 47: 169-178.
- Brun-Bellut J., Laurent F., Vignon B., 1985. *Effetti dell'alimentazione sulla composizione del latte*. Il Latte. X, 4: 314-326.
- Brunschwing G., 1998. *Delimitazione e caratterizzazione dei "Terroir" del Massiccio centrale (Francia): elaborazione di una metodologia e presentazione dei risultati intermedi*. Caseus, 3:26-33.
- Buchin S., 2003. *Synthèse des hypothèses existantes sur l'influence des facteurs de production du lait sur les caractéristiques des fromages français à pâte pressée ou pâte pressée cuite*. Proc. 5th International Meeting on Mountain Cheeses, 11-12 sept. 2003, Arêches, F.
- Buchin S., Martin B., Dupont D., Bornard A., Achilleos C., 1999. *Influence of the composition of alpine highland pasture on the chemical and sensory properties of cheese*. J. Dairy Res., 66: 579-588.
- Bugaud C., Bornard A., Hauwuy A., Martin B., Salmon J.C., Tessier L., Buchin S., 2000. *Relation entre la composition botanique de végétation de montagne et leur composition en composés volatils*. Fourrages, 162: 141-155.
- Bugaud C., Buchin S., Coulon J.B., Hauwuy A., Dupont D., 2001a. *Influence of the nature of alpine pastures on plasmin activity, fatty acid and volatile compound composition of milk; Lait*, 81: 401-414.
- Bugaud C., Buchin S., Hauwuy A., Coulon J.B., 2001b. *Relationships between flavour and chemical composition of Abondance cheese derived from different types of pastures*. Lait, 81: 757-773.
- Bugaud C., Buchin S., Noel Y., Tessier L., Pochet S., Martin B., Chamba J.F., 2001c. *Relationship between Abondance cheese texture, its composition and that of milk produced by cows grazing different types of pastures*. Lait, 81: 593-607.
- Camin F., 1997. *Analisi dei rapporti isotopici stabili di bioelementi in alimenti (mosto, vino, latte e formaggio) mirata al controllo di genuinità ed origine geografica del prodotto*. Tesi di Laurea. Facoltà di Farmacia. Corso di Laurea in Chimica e Tecnologie Farmaceutiche. Università di Padova.
- Camin F., Versini G., 2001. *Analisi innovative per marcare i prodotti lattiero-caseari di montagna*. Atti del Convegno "Alpeggi e produzioni lattiero-casearie", Fiera di Primiero (TN), 22 febbraio 2001, 55-66.
- Carpenter R.P., Lyon D.H., Hasdell T.A., 2000. *Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control*. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland.
- Carpino S., Licitra G., Acree T.E., 1997. *Gli odori del formaggio Ragusano: analisi "charm"*. Caseus. 2:38-39.
- Cavazza A., Poznanski, Gasperi F., Cocconcelli P., Cappa F., 2001. *Biodiversità batterica nel formaggio "Nostrano di Primiero"*. Atti del Convegno "Alpeggi e produzioni lattiero-casearie" Fiera di Primiero (TN), 22 febbraio 2001, 43-54.
- Chatel A., 2003. *Influence de la nature du complément sur les performances productives des vaches laitières et la qualité du fromage*. Proc. 5th International Meeting on Mountain Cheeses, 11-12 sept. 2003, Arêches, F.
- Chilliard Y., Ferlay A., Doreau M., 2001. *Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières: acides gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué*. Prod. Anim., 14: 323-335.
- Collomb M., Bütikofer U., Spahn M., Jeangros B., Bosset J.O., 1999. *Composition en acides gras et en glycérides de la matière grasse du lait de vache en zones de montagne et de plaine*. Sci. Alim., 19: 97-110.
- Collomb M., Sieber R., Bütikofer U., Stoll W., Sollberger H., Wechsler D., Gallmann P., 2003. *Impact of oilseeds and grass-feeding at different altitudes on fatty acid composition of milk Lowlands, Mountains and Highlands, and typical winter*. Proc. 5th International Meeting on Mountain Cheeses, 11-12 sept. 2003, Arêches, F.
- Comba G., Degano L., Basiglio P., Arru R., 1995. *Programma di miglioramento dei formaggi a denominazione d'origine Bra e Raschera*. Atti del Convegno Nazionale "Parliamo di ... produzione e trasformazione del latte", Fossano (CN), 159-167.
- Coni E., Bocca A., Ianni D., Caroli S., 1995. *Preliminary evaluation of the factors influencing the trace ele-*

- ment content of milk and dairy products. *Food Chemistry*, 50: 203-210.
- Contarini G., Povoletto M., 1984. *Importanza della frazione lipidica nella caratterizzazione del latte di capra*, *Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia*, 35: 109-132.
- Coolomb M., Buetikofer U., Sieber R., Jeangros B., Bosset J.O., 2002. *Correlation between fatty acids in cow's milk fat produced in the lowland mountains and highlands of Switzerland and botanical composition of the forage*. *Int. Dairy J.* 12: 661-666.
- Coulon J.B., 1997. *Effet de la nature des fourrages sur les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques du fromage*. *Fourrages*, 152: 429-436.
- Coulon J.B., Delacroix Buchet A., Martin B., Pirisi A., 2004. *Relationships between ruminant management and sensory characteristics of cheese: a review*. *Lait* 84, 221-241.
- Coulon J.B., Dupont D., Pochet S., Pradel P., Duployer H., 2001. *Effect of genetic potential and level of feeding on milk protein composition*. *Journal of Dairy Research*, 68: 569-577.
- Coulon J.B., Hauwuy A., Martin B., Chamba J.F., 1997. *Pratiques d'élevage, production laitière et caractéristiques des fromages dans les Alpes du Nord*. INRA. *Prod. Anim.*, 10(3):195-205.
- Coulon J.B., Hurtaud C., Rémond B., Vérité R., 1998. *Factors contributing to variation in the proportion of casein in cow's milk true protein: a review of recent INRA experiments*. *Journal of Dairy Research*, 65: 375-387.
- Coulon J.B., Pradel P., 1997. *Effect of walking on roughage intake and milk yield and composition of Montbeliarde and Tarentaise dairy cows*. *Annales de Zootechnie*, 46: 139-146.
- Coulon J.B., Verdier I., Pradel P., 1996. *Effect of forage type (hay or grazing) on milk cheesemaking ability*. *Lait*, 76: 479-486.
- Daolio S., Andrighetto I., Versini G., Cozzi G., Gasparetto P., Gelfi C., 1991. *Identificazione e determinazione delle sostanze volatili ad azione aromatizzante nel latte*. Atti IX Congresso Nazionale ASPA, Roma 3-7 giugno 1991.
- Decan C., Ghadaki M.B., 1970. *Variation de la sécrétion des acides gras des matières grasses du lait de vache à la mise à l'herbe et au cours des six premières semaines d'exploitation du fourrage vert*. *Ann. Zootech.*, 19,4: 399-411.
- Demarquilly C., Jarrige R., 1981. *Panorama des méthodes de prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages*. *Prévision de la valeur nutritive des aliments des Ruminants*, INRA Publ., Beaumont, 41-59.
- Dijksterhuis G., 1995. *Multivariate data analysis in sensory and consumer science: an overview of development*. *Trends in Food Science & Technology*, 6, 206-211.
- Dumont J.P., Adda J., 1978. *Occurrence of sesquiterpenes in mountain cheese volatiles*. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 26: 363-367.
- Favretto L.G., 1990. *Investigation of trace element content of cheese*. *Food Additive and Contaminants*. 7: 425-432.
- Favretto L.G., Marletta G.P., Bogoni P., Favretto L., 1989. *Chemometric studies of some trace elements in cow's milk*. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 189: 123-127.
- Fernandez C., Astier C., Rock E., Coulon J.B., Berdagué J.L., 2003. *Characterization of milk by analysis of its terpene fractions*. *Int. J. Food Sci. And Technol.*, 38:445-451.
- Framondino V., Gasperi F., Biasioli F., Endrizzi I., Fasoli S., Del Piccolo C., Stoppa G., 2004. *Un test del consumatore su formaggi di malga*. Atti del 1° Convegno Nazionale SISS "Ruolo dell'analisi sensoriale per la valorizzazione delle produzioni alimentari italiane, Roma 13-14 novembre 2003". Ed. Eventi&Immagini, Roma.
- Franci O., Acciaiolli A., Agethle A., Pugliese C., Antongiovanni M., 1997. *Influenza di alcune tipologie di allevamento sulle caratteristiche del latte di vacche Brune in Alta Val Venosta*. Atti Convegno Nazionale "Parliamo di ...alimentazione animale e ambiente", Fossano (CN), 115-122.
- Froidevaux P., Geering J.J., Pillonel L., Bosset J.O., Valley J.F., 2004. ^{90}Sr , ^{238}U , ^{234}U , ^{137}Cs , ^{40}K and $^{239/240}\text{Pu}$ in *Emmental type cheese produced in different regions of Western Europe*. *J. Environm.Radioactivity*, 72: 287-298.
- Gallerani G., Gasperi F., Monetti A., 2000. *Judge selection for hard and semi-hard cheese sensory evaluation*. *Food Qual. Prefer.*, 11(6): 465-474.
- Gasperi F., Biasioli F., Framondino V., Endrizzi I., 2003. *Utilizzo di tecniche sensoriali per la valutazione della qualità dei prodotti tipici: l'esempio dei formaggi del trentino*. Atti del 1° Convegno Nazionale SISS "Ruolo dell'analisi sensoriale per la valorizzazione delle produzioni alimentari italiane", Roma 13-14 novembre 2003", 11-15. Ed. Eventi&Immagini, Roma.
- Giardino R., 1996. *L'urea nel latte: perché? Il Latte*, 6: 230-234.
- Gorlier A., 2002. *Caratteristiche vegetazionali di alcuni alpeggi del Parco Naturale Mont Avic e relazioni con gli aspetti qualitativi del latte prodotto*. Tesi di Laurea, Corso di Laurea in Scienze Forestali e Ambientali. A.A. 2001/2002. Università degli Studi di Torino.
- Grandison A.S., Ford G.D., 1986. *Effects of variations in somatic cell count on the rennet coagulation properties of milk and on the yield composition and quality of Cheddar cheese*. *J. Dairy Res.* 53: 21-28.
- Griinari J.M., Bauman D.E., 1999. *Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat*

- and milk in ruminants. In *Conjugated Linoleic Acid: Biochemical and Nutrition Clinical, Cancer and Methodological Aspect*. M.P. Yurawecz, M.M. Mossoba, Jk;G. Kramer, G.Nelson, M.W.Pariza. Ed. AOCS Press; Champaign, IL, 180-200.
- Grummer R., 1991. *Effect of feed on the composition of milk fat*. *J. Dairy Sci.*, 74: 3244-3257.
- Hermansen J.E., Ostersen S., Justesen N.C., Aaes O., 1999. *Effects of dietary protein supply on caseins, whey proteins, proteolysis and renneting properties in milk from cows grazing clover or N fertilized grass*. *Journal of Dairy Research*, 66: 193-205.
- Ikonen T., Ruottinen O., Syväoja E.L., Saarinen K., Pahkala E., Ojala M., 1999. *Effect of milk coagulation properties of herd bulk milks on yield and composition of Emmental cheese*. *Agricultural and Food Science in Finland*; 8: 411-422.
- Ip C., Scimeca J.A., Thomson H.J., 1994. *Conjugated linoleic acid: a powerful anticarcinogen from animal fat sources*. *Cancer*, 74: 1050-1054.
- ISO 5496. 1992. *Sensory analysis – Methodology – Initiation and training of assessors in the detection and recognition of odours*. International Organisation for Standardisation, Geneva, Switzerland.
- ISO 8586-1. 1993. *General guidance for the selection, training and monitoring of assessors -Part 1: Selected assessors*. International Organisation for Standardisation, Geneva, Switzerland.
- ISO 8586-2. 1994. *General guidance for the selection, training and monitoring of assessors -Part 2: Experts*. International Organisation for Standardisation, Geneva, Switzerland.
- ISO 8589. 1988. *General guidance for the design of test rooms*. International Organisation for Standardisation, Geneva, Switzerland.
- Jahreis G., Fritsche J., Mockel P., Schone F., Moller U., Steinhart H., 1999. *The potential anticarcinogenic conjugated linoleic acid cis-9, trans-11 C18:2, in milk of different species: cow, goat, ewe, sow, mare, woman*. *Nutrition Research*, 10: 1541-1549.
- Jeanros B., Troxler J., Conod D., Scehovic J., Bosset J.O., 1997. *Etude des relations entre les caractéristiques des herbages et celles du lait, de la crème et du fromage de type L'Étivaz ou Gruyère*; *Présentation du projet*. *Revue Suisse Agric.*, 29,(1): 23-34.
- Jeanros B., Troxler J., Conod D., Scehovic J., Bosset J.O., 1997. *Relations entre les caractéristiques de l'herbe et celles du fromage*. *Présentation et premiers résultats d'une étude pluridisciplinaire*. *Fourrages*, 152: 437-443.
- Kelly M.L., Kolver E.S., Bauman D.E., Vanamburgh M.E., Muller L.D., 1998. *Effect of intake of pasture on concentration of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows*. *J. Dairy Sci.* 81: 1630-1636.
- Kirchgesner M., Kreuzer M., Roth-Maier D.A., 1986. *Milk urea and protein content to 19 diagnose energy and protein malnutrition of dairy cows*. *Archives of Animal Nutrition* 36 20: 192-197 21.
- Kornel B.E., Werner T., Rossmann A., Schmidt H.L., 1997. *Measurement of stable isotope abundances in milk and milk ingredients – a possible tool for origin assignment and quality control*. *European Food and Research Technology*. 205: 19-24.
- Lavanthy P., Berodier F., Zannoni M., Noel Y., Adamo C., Squella J., Herrero L., 1993. *L'Évaluation sensorielle del la Texture des Fromages a Pate Dure ou Semi-dure, Etude interlaboratoires*. *Lebensm. Wiss. u. Technol.*, 26, 59-68.
- Le Jouen J.C., 1997. *I fattori di tipicità nella valorizzazione dei formaggi francesi*. *Caseus*, 2: 34-37.
- Leiber F., Nigg D., Kreuzer M., Wettstein H.R., 2003. *Influence of sea level and vegetative stage of the pasture on cheese-making properties of cow milk*. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology*, 12: 87.
- Lucas V., Michel N., Ballot E., Rock J.B., Coulon J.B., 2003. *Relation entre les conditions de production du lait et les teneurs en composés d'intérêt pour la santé dans les fromages*. *Proc. 5th International Meeting on Mountain Cheeses*, 11 - 12 sept. 2003, Arèches F.
- Malossini F., Bovolenta S., Pradi P.P., Piras C., 1992. *Effetto dell'alpeggio sulla produzione di latte di bovina di razza Bruna*. *Zoot. Nutr. Anim.*, 18: 259-265.
- Manca G., Camin F., Coloru G.C., Del Caro A., Depentor D., Franco M.A., Versini G., 2001 *Characterization of the geographical origin of Pecorino Sardo cheese by casein stable isotope (¹³C/¹²C and ¹⁵N/¹⁴N) ratios and free amino acid ratios*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 1404-1409.
- Mantovani R., 2003. *Fatty acid Profile and CLA content in Fontina cheese produced at different altitudes during the summer pasture*. *Proc. 5th International Meeting on Mountain Cheeses*, 11-12 sept. 2003, Arèches, F.
- Mantovani R., Bailoni L. Chatel A., Bassignana M., 2002. *Effect of different alpine pastures on nutritional aspects of Fontina cheese*. *Atti del "4^{ème} Colloque international sur les fromages d'alpages"* Aosta, 4-5 luglio 2002.
- Mariaca R.G., Berger T.F.H., Gauch R., Imhof M.I., Jeanros B., Bosset J.O., 1997. *Occurrence of volatile mono- and sesqui-terpenoids in highland and lowland species as possible precursors for flavour compounds in milk and dairy products*. *J. Agric. Food Chem.* 45: 4423-4434.
- Mariotti E., Germon J.C., Hubert P., Kaiser P., Letolle R., Tardiux A., Tardiux P., 1981. *Experimental determination of nitrogen kinetic isotope fractionation: some principles illustration for the denitrification and*

- nitrification processes. Plant soil.* 62: 413-430.
- Martin B., Coulon J.B., 1995. *Milk production and cheese characteristics. Influence of bulk milk characteristics and cheesemaking practices on the characteristics of farmhouse Reblochon cheese from Savoie. Lait*, 75: 133-149.
- Meilgaard M., Vance Civile G., Carr B.T., 1999. *Sensory Evaluation techniques*. CRC Press, Boca Raton, FA, USA.
- Meiselman H.L., MacFie H.J.H., 1992. *Food choice acceptance and consumption*. Blackie Academic & Professional of Chapman & Hall, London.
- Moio L., Dekimpe J., Etievant P., Addeo F., 1993 *Neutral volatile compounds in the raw milk from different species. J. Dairy Res.*, 60: 199-213.
- Mordenti A., Pacchioli M.T., 1992. *Influenza dei fattori ambientali sulla qualità del latte. Informatore Agrario*, 22: 35-40.
- Morhand-Fehr P., Doreau M., 2001. *Ingestion et digestion chez les ruminants soumis à un stress de chaleur. Prod. Anim.* 14: 15-27.
- Norma UNI U590A2520. 2000. *Analisi Sensoriale – Metodo triangolare*.
- O'Mahony M., 1986. *Sensory evaluation of food: statistical methods and procedures*. Marcel Dekker Inc., New York.
- Pariza M.W., Park Y., Cook M.E., 2001. *The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. Progress in Lipid Research.* 40: 283-298.
- Pillonel L., Badertscher R., Froidevaux P., Haberhauer G., Hölzl, Horn P., Jakob A., Pfammatter E., Piantini U., Rossmann A., Tabacchi R., Bosset J.O., 2003. *Stable isotope ratios, major, trace and radioactive elements in Emmental cheeses of different origins. Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 36: 615-623.
- Piva G., Fusconi G., 1989a. *Come influire sul contenuto in proteine e sulle proprietà casearie. Informatore Agrario*, 13: 67-70.
- Piva G., Fusconi G., 1989b. *Come influire sul contenuto in grasso. Informatore Agrario*, 4: 59-65.
- Pomiès D., Gasqui P., Bony J., Coulon J.B., Barnouin J., 2000. *Effect of turning out dairy cows to pasture on milk somatic cell count. Ann. Zootech.*, 49: 39-44.
- Rossmann A., Kornel B.E., Versini G., Pichlmayer F., Lamprecht G., 1998. *Origin assignment of milk from alpine regions by multielement stable isotope ratio analysis (SIRA). Journal of Food Science and Nutrition*, 1: 9-21.
- Rubino R., Claps S., 2000. *Relazione fra pascolo e qualità del formaggio. Atti del Convegno "Formaggi d'alpeggio: il pascolo, l'animale, la razza, il prodotto. Cavalese (TN), 15 settembre 2000, 43-56.*
- Smith B.B., Epstein S., 1971. Two categories of ¹³C/¹²C ratios for higher plants. *Plant Physiology*, 47: 380-384.
- Stone H., Siedel J., Oliver S., Woolsey A., Singleton R.C., 1974. *Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. Food Technol.*, 28 (11) 24-32.
- Succi G., Hoffmann I., 1997. *La vacca da latte*. Città Studi, Milano, 886.
- Ubertalle A., Profiti M., Battaglini L.M., Mimosi A., Fortina R., 1998. *Milk urea nitrogen of Italian Friesian and Valdostana R.P. dairy cattle. Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia*, 49, 5: 249-265.
- Valfrè F., Moretti V.M., Marchisio M., Mentasti T., Filippini G., 1999. *Studio della frazione volatile in latte e formaggi di capra mediante GC/MS. Caseus*, 4: 62-67.
- Verdier Metz I., Coulon J.B., Pradel P., 2001. *Relationship between milk fat and protein contents and cheese yield. Animal. Res* 50, 365-371.
- Verdier Metz I., Coulon J.B., Pradel P., Viallon C., Albouy H., Berdague J.L., 2000a. *Effect of the botanical of hay and casein genetic variations on the chemical and sensory characteristics of ripened Saint-Nectaire type cheese. Lait* 80, 361 370.
- Verdier Metz I., Coulon J.B., Viallon C., Pradel P., 2000b. *Effet de la conservation du forage sur les caractéristiques physico-chimiques et sensorielles des fromages. Renc. Rech Ruminants* 7, 318-321.
- Verdier-Metz I., Coulon J.B., Pradel P., 2001. *Relationship between milk fat and protein contents and cheese yield. Animal Research* 50: 365-371.
- Versini G., Camin F., Carlin S., Detentori D., Gasperi F., Ziller L., 2000 *Accertamenti innovativi per la caratterizzazione e tutela delle produzioni tipiche di montagna. L'analisi chimica isotopica e dell'aroma. Atti del Convegno "Formaggi d'alpeggio: il pascolo, l'animale, la razza, il prodotto. Cavalese (TN), 15 settembre 2000, 145-158.*
- Viallon C., Martin B., Verdier Metz I., 2000. *Transfer of monoterpenes and sesquiterpenes from forages into milk fat. Lait*. 80: 635-641.
- Influence of high altitude grazing on productive and physiological traits of dairy cows. I. Influence on milk production and body weight.