



Modelli di azienda zootecnica per latte e formaggi d'eccellenza

Quaderni della Ricerca
n. 163 - settembre 2014

Sperimentazione condotta nell'ambito del progetto di ricerca n. 1726: "INDIVIDUAZIONE DI MODELLI DI AZIENDE ZOOTECNICHE PER PRODUZIONI DI ECCELLENZA DI LATTE E DERIVATI-EULAT" finanziato con il Programma Regionale di Ricerca in campo agricolo 2010-2012 di Regione Lombardia

Testi a cura di:

Milena Brasca¹, Luciana Bava², Maddalena Zucali², Alberto Tamburini², Matteo Guerci², Anna Sandrucci², Silvana Mattiello³, Elena Andreoli³, Monica Battini³, Marilù Decimo¹, Stefano Morandi¹, Giovanna Battelli¹, Milena Povoletto⁴, Valeria Pelizzola⁴, Luigi Passolungo⁴, Martin Sanna⁵, Lucio Zanini⁶

Hanno realizzato le attività sperimentali, lo studio e la produzione:

¹Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari
Via Celoria, 2 - 20133 Milano
Tel. 02 503-16687 – email: milano@ispa.cnr.it

²Università degli Studi di Milano
Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali- Produzione, Territorio, Agroenergia
Via Celoria, 2 - 20133 Milano

³Università degli Studi di Milano
Dipartimento di Scienze Veterinarie e Sanità Pubblica
Via Celoria, 10 - 20133 Milano

⁴Consiglio per la Sperimentazione e la Ricerca in Agricoltura
Centro di Ricerca per le Produzioni Foraggere e Lattiero-Casearie
V.le Piacenza, 29 - 26900 Lodi

⁵Santangiolina Latte Fattorie Lombarde Società Agricola Cooperativa
Via del Marzano, 2 - 20078 San Colombano al Lambro MI

⁶Associazione Regionale Allevatori Lombardia (ARAL)
Via Kennedy, 30 - 26013 Crema

Per informazioni:

Regione Lombardia – Direzione Generale Agricoltura
U.O. Sviluppo di Innovazione, Cooperazione e Valore delle Produzioni
Struttura Sviluppo, Promozione delle Produzioni, Ricerca,
Innovazione Tecnologica e Servizi alle Imprese
Piazza Città di Lombardia, 1 - 20124 Milano
Tel.: +39.02.6765.3790 Fax +39.02.6765.8056
e-mail: agri_ricerca@regione.lombardia.it
Referenti: Maria Lina Sandionigi, Elena Brugna
e-mail: maria_lina_sandionigi@regione.lombardia.it; elena_brugna@regione.lombardia.it

© Copyright Regione Lombardia
ISBN 9788894034202

Impaginazione e stampa:

Ragusa Print&multimedia
modugno (ba) - via delle mimose, 62/64
www.ragusaprintmultimedia.it - info@ragusaservice.it



Regione Lombardia

Agricoltura



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



Modelli di azienda zootecnica per latte e formaggi d'eccellenza

*Quaderni della Ricerca
n. 163 - settembre 2014*

Sommario

Presentazione	5
Riassunto	6
1. Introduzione	7
1.1. Obiettivi del progetto	8
1.2. Piano sperimentale	8
2. Sostenibilità ambientale delle aziende di bovini da latte valutata secondo il metodo del Life Cycle Assessment	10
3. Benessere animale negli allevamenti di bovini da latte	15
4. Il Latte	19
4.1. Qualità microbiologica del latte	19
4.2. Composizione del latte e parametri di interesse caseario	23
4.3. Studio della frazione idrocarburica nel latte	24
4.4. Valutazione della qualità nutrizionale del grasso del latte	26
5. Il Formaggio	29
5.1. La frazione volatile del formaggio	29
5.2. Analisi sensoriale del formaggio a diversi stadi di maturazione (test triangolare)	31
6. Innovazione tecnologica in caseificio a seguito della sperimentazione EULAT	33
7. Identificazione di un modello aziendale sostenibile per produzioni di eccellenza	35
8. Bibliografia	42

Presentazione

In Lombardia l'allevamento di bovini da latte è caratterizzato da una produzione che corrisponde a circa il 40% di quella nazionale, sulla quale si basa un'importante industria di trasformazione che fa della nostra regione il primo produttore di formaggi in Italia. Il latte lombardo, infatti, viene destinato per l'80% circa alla trasformazione, soprattutto di prodotti a Denominazione di Origine Protetta (DOP) di grande pregio.

Recenti indagini in campo sociale condotte dalla Comunità Europea hanno evidenziato come l'allevamento di bestiame non sia più considerato dal consumatore semplicemente un mezzo per produzioni destinate al consumo umano ma abbia un ruolo fondamentale nella produzione di alimenti innanzitutto di sicura qualità microbiologica, ma anche con caratteristiche nutraceutiche, che siano sostenibili dal punto di vista ambientale ed economico e con materie prime prodotte in allevamenti rispettosi del benessere animale.

In questo contesto la ricerca condotta dal progetto "individuazione di modelli di aziende zootecniche per produzioni di eccellenza di latte e derivati" ha voluto verificare la possibilità di valorizzare un percorso di filiera d'eccellenza che comprende tutti i processi che intervengono, direttamente o indirettamente, nella produzione di latte e formaggi: la coltivazione delle essenze foraggere, la composizione della razione alimentare, la gestione della mandria in stalla e in sala di mungitura, lo spandimento dei liquami, la gestione del territorio, le modalità di stoccaggio e di vendita del latte e la sua trasformazione e, non ultimo, il benessere animale.

Obiettivi finali del progetto sono stati l'individuazione di un modello virtuoso di azienda zootecnica da latte e la proposta di un percorso per la creazione di un marchio di qualità certificata, facilmente individuabile dal consumatore, da apporre sui prodotti.

Si è voluto verificare se diverse modalità di gestione aziendale possono determinare differenze significative sulla qualità del latte prodotto e sull'impatto ambientale.

La sperimentazione ha coinvolto 29 aziende zootecniche conferenti della Cooperativa Santangiolina, situate in zone di pianura e pedemontane delle province di Como-Lecco, Lodi e Mantova, suddivise in 3 gruppi in base alla tipologia di allevamento praticato: convenzionale (gruppo di controllo) o sostenibile dal punto di vista ambientale e del benessere animale.

Sono stati raccolti, durante il periodo estivo ed invernale, i dati relativi alla qualità del latte, qualità microbiologica e nutraceutica, sostenibilità economica, sostenibilità ambientale e benessere animale, utili alla caratterizzazione del modello aziendale più efficiente.

Il latte dei 3 gruppi di aziende è stato inoltre caseificato a Grana Padano, a diversi mesi di stagionatura, per la successiva valutazione delle caratteristiche compositive e per l'analisi sensoriale.

La metodologia utilizzata per valutare l'impatto ambientale del latte durante il suo intero ciclo produttivo è denominata LCA (Life Cycle Assessment), già applicata da tempo nel settore industriale per la comparazione di sistemi produttivi e operare scelte aziendali strategiche e, a diversi livelli, della filiera agro-alimentare.

I dati emersi dal confronto sembrano quindi indicare che le aziende migliori, considerati i parametri misurati, sono quelle con una mandria adeguatamente selezionata che permette una produzione elevata con un minor numero di animali, che utilizzano un'alimentazione bilanciata e con una buona quota di alimenti autoprodotti.

I risultati ottenuti con la presente ricerca potranno essere usati dagli allevatori per migliorare la gestione dell'allevamento, la qualità delle produzioni e per valorizzare, tramite un marchio di qualità globale, prodotti sostenibili da offrire al consumatore, provenienti da una filiera consapevole e certificata.

Riassunto

Il progetto EULAT ha avuto come principale obiettivo di individuare la possibilità di valorizzare un percorso di filiera d'eccellenza nella produzione di latte e formaggio in termini di sostenibilità ambientale, di benessere animale e di qualità nutrizionale. Il percorso virtuoso deve infatti coinvolgere tutti i processi della filiera produttiva: la coltivazione delle essenze foraggere, la composizione della razione, la gestione della mandria in stalla e in sala di mungitura, lo spandimento dei liquami, la gestione del territorio, le modalità di stoccaggio e di vendita del latte ed anche la sua trasformazione. Il progetto si è pertanto prefissato di ottenere tutti gli elementi necessari per la successiva definizione di un modello di valutazione degli allevamenti e potenzialmente del latte e dei suoi prodotti che consideri nella loro globalità caratteri qualitativi, salutistici, ma anche di impatto ambientale e benessere animale. Il piano sperimentale ha previsto il coinvolgimento di 29 aziende zootecniche suddivise in tre gruppi, due con caratteristiche aziendali che potrebbero portare ad un minor impatto ambientale e a migliori caratteristiche del latte prodotto in comparti territoriali differenti (pianura e zona pedemontana) ed uno composto da aziende di pianura con modalità di gestione convenzionale. Il latte relativo ai tre gruppi di aziende è stato raccolto separatamente e caseificato a Grana Padano presso il Caseificio della Cooperativa Santangiolina Latte Fattorie Lombarde Società Agricola a Volta Mantovana; i formaggi ottenuti sono stati analizzati a 9, 16 e 24 mesi di stagionatura.

Per quanto concerne gli aspetti ambientali, tramite metodologia Life Cycle Assessment si sono valutati gli impatti della produzione del latte in termini di riscaldamento globale, di eutrofizzazione, di acidificazione e di consumo di suolo e di energia rinnovabile. In particolare le caratteristiche aziendali che sembrano rivestire un ruolo importante nel determinare la sostenibilità ambientale della produzione del latte bovino sono l'autosufficienza alimentare e l'efficienza produttiva. La produzione all'interno dell'azienda di alimenti per il bestiame di ottima qualità con riduzione della quota di acquisti, e il miglioramento dell'efficienza di conversione degli alimenti in latte attraverso interventi sulla genetica, sul razionamento, nonché sul benessere e la sanità, sono tra le strategie più promettenti per mitigare l'impatto ambientale della produzione del latte bovino.

I fattori che possono influenzare il livello di benessere animale sono risultati vari, dalle condizioni stabulative e di management a quelle ambientali.

Per quanto riguarda le caratteristiche nutrizionali del latte i livelli degli acidi grassi hanno evidenziato differenze tra le lavorazioni estive e invernali, soprattutto per la zona di Mantova, dove l'apporto di insilato nella razione è minore. Questo dato conferma l'importanza del foraggio nella formulazione della razione. Il confronto tra i formaggi e i diversi tipi di latte suggerisce che il valore nutrizionale del formaggio può essere migliorato selezionando quelle aziende che, indipendentemente dalla zona di produzione, forniscono un latte di qualità migliore. Tutte le forme stagionate oltre i 20 mesi presentate all'assaggio sono risultate diverse nei confronti a coppie dimostrando come da un latte con caratteristiche compositive e popolazione batterica differenti si ottenga un formaggio stagionato con caratteristiche sensoriali significativamente diverse. Questo conferma l'importanza della composizione della popolazione batterica del latte sia in arrivo al caseificio che a seguito della sosta e dell'affioramento: la presenza di una ricca microflora lattica e di un ridotto contenuto di batteri alterativi costituisce il requisito primario per condurre in maniera ottimale il processo di caseificazione. Inoltre il contenuto di anaerobi sporigeni nel latte è risultato essere influenzato maggiormente dalla qualità microbiologica dell'insilato somministrato agli animali che non dalla sua quantità.

Il progetto ha infine consentito l'individuazione delle caratteristiche aziendali e gestionali rispettose del benessere animale e con un ridotto impatto ambientale, necessarie per ottenere produzioni di eccellenza di latte e derivati. La proposta che scaturisce dal progetto è che il latte prodotto in un'azienda zootecnica, a fronte di una valutazione oggettiva, possa ottenere un marchio commerciale che ne attesti le caratteristiche salutistiche premiando nel contempo l'attenzione prestata durante il processo produttivo agli aspetti ambientali e di benessere animale.

Le aziende potranno avvalersi nell'immediato dei risultati del progetto e in prospettiva aderire ad un Marchio di Filiera con la possibilità di dare visibilità ad un latte con migliori caratteristiche oppure un latte di uguali caratteristiche, ma con una produzione con minor impatto ambientale. L'adozione di una tale sistema è funzionale nel tempo nel promuovere la scelta di prodotti di miglior qualità e/o con un processo produttivo più efficiente e una maggior sensibilità e consapevolezza da parte dei consumatori e degli allevatori stessi.

1.

Introduzione

L'influenza delle pratiche zootecniche, ed in particolare dell'alimentazione, sulla qualità del latte bovino è stata argomento di numerosi studi. Essi hanno dimostrato come l'alimentazione sia uno dei fattori maggiormente influenti non solo sulla qualità microbiologica (sia dal punto di vista sanitario che caseario) ma anche sulla composizione chimica centesimale del latte, pur all'interno dei limiti genetici e fisiologici dell'animale.

La relazione tra modalità di alimentazione delle bovine e caratteristiche microbiologiche del latte prodotto coinvolge principalmente l'utilizzo degli insilati. Importante a tal riguardo è la presenza di spore negli alimenti insilati che, ingerite dagli animali non subiscono alcuna modificazione nel corso del tratto intestinale e vengono espulse con le feci; la contaminazione con le feci delle mammelle favorisce il passaggio nel latte e, nel caso il latte venga destinato alla produzione di formaggi a lunga stagionatura, la presenza di spore è causa dei gonfiori tardivi. Inoltre la conservazione del latte crudo in condizioni di refrigerazione ne modifica la popolazione microbica favorendo i microrganismi psicotrofi, principalmente Gram negativi, e impoverendo il latte di batteri lattici, necessari per l'ottenimento di formaggi a latte crudo di qualità.

Il grado di pulizia degli ambienti in cui gli animali vivono, la pulizia dei capezzoli alla mungitura, l'igiene dell'impianto di mungitura e le condizioni climatiche hanno un effetto diretto nel contenimento dei microrganismi mesofili del latte con indubbi vantaggi per la conservabilità. Questi stessi fattori influenzano notevolmente anche la composizione della popolazione batterica e il rapporto tra specie casearie e anticasearie.

L'effetto dell'alimentazione sulla qualità del latte può essere valutato non solo in funzione della salubrità e della trasformazione, ma anche in funzione delle proprietà dietetiche e delle caratteristiche organolettiche. Tra i macrocomponenti del latte, la frazione lipidica, ed in particolare la sua composizione in acidi grassi, è quella che maggiormente è suscettibile di modificazioni. La composizione del grasso del latte infatti risente dell'influenza di fattori sia endogeni (razza, stadio di lattazione, caratteristiche lattifere individuali) che esogeni (condizioni ambientali e conduzione aziendale, soprattutto l'alimentazione). Queste modificazioni possono interessare in particolare la frazione in acidi grassi ramificati o insaturi (omega-3) i quali sono considerati assai benefici per la salute umana. Gli acidi grassi omega-3, infatti, inducono la diminuzione del colesterolo, hanno attività antinfiammatoria, svolgono un ruolo di antiaggreganti piastrinici, riducono l'adesività dei neutrofili alle cellule dell'endotelio basale, regolano la pressione arteriosa e modulano il ritmo cardiaco. Agli isomeri dell'acido linoleico coniugato (CLA) che sono presenti nel latte viene attribuita un'azione anticancerogena, antiaterogena, immunomodulatrice e antidiabetica, di promozione dell'accrescimento e della riduzione della massa grassa corporea. Il contenuto di CLA nel latte dipende in buona parte dalla produzione ruminale di acido vaccenico. Diete ricche di oli vegetali, con elevate quantità di acido linoleico e acidi grassi polinsaturi (PUFA), o di concentrati amidacei, che riducono il pH ruminale, permettono di ottenere un aumento nel latte di CLA. Il livello di questi acidi nel latte aumenta quando le bovine sono alimentate a regime prevalentemente verde come durante la monticazione, ma anche in stalla quando maggiore è la presenza di erba e fieno in razione. È importante a questo proposito la qualità stessa dei foraggi, determinata, tra gli altri parametri, dalla composizione floristica, dallo stadio fenologico e dalle condizioni di fienagione. Altri composti minori della frazione lipofila, non volatili, possono essere utilizzati per la tracciabilità dei prodotti lattiero-caseari rappresentando nuovi potenziali *markers* di origine per differenziare i prodotti caseari in funzione del regime alimentare degli animali. Essi sono presenti nella frazione grassa neutra del latte e fanno parte della classe degli idrocarburi. Appartengono a tale frazione: n-alcani con numero di atomi di carbonio variabile da C14 a C31, idrocarburi isoprenici, esteri metilici ed etilici, esteri del colesterolo ed esteri del fitolo. Gli n-alcani a catena lineare a numero di atomi di carbonio pari, ma soprattutto dispari, sono normali componenti delle cere che costituiscono la componente impermeabilizzante della cuticola vegetale; tali composti che sono presenti in quantitativi differenti a seconda del tipo di vegetale, non subiscono particolari modifiche nel passaggio ruminale e neppure nel processo tecnologico di caseificazione. Gli idrocarburi isoprenici sono composti a base isoprenica saturi e insaturi. Il costituente presente in maggior quantità è lo squalene, idrocarburo isoprenico polinsaturo, intermedio della biosintesi del colesterolo. Altre molecole derivano, attraverso differenti vie biosintetiche, dal fitolo, alcole costituente della clorofilla. Tra queste, solo il neofitadiene sembra essere già presente nelle piante, mentre altre si ritiene derivino dai processi fermentativi ruminali a carico della clorofilla. I fiteni sono stati riscontrati in quantità molto più elevate nei prodotti di montagna, ottenuti da animali al pascolo, rispetto a quelli ottenuti da animali alimentati in regime *unifeed* (a base di insilato di mais). Molti sono gli studi volti a confrontare la qualità (composizione) del latte di bovine allevate in montagna con quella del latte di bovine allevate in aziende dove l'alimentazione è a base di *unifeed* e costante durante tutto l'anno. Sembra interessante dunque lo studio del latte di bovine allevate

in condizioni intermedie, cioè di aziende pedemontane, come pure di aziende che, pur risiedendo in pianura, alimentano le bovine con foraggi verdi e fieni aziendali, secondo criteri di eco-compatibilità, benessere delle bovine e produzioni di eccellenza sia per quanto riguarda la qualità organolettica che le proprietà salutistiche, intrinseche nel tipo di composizione in acidi grassi del latte prodotto, come dei suoi derivati.

Data la crescente sensibilità nei confronti dei problemi connessi alla sostenibilità e all'impatto ambientale di tutte le attività umane, lo studio funzionale del comparto zootecnico, che coinvolge tutta la filiera, ha preso in considerazione nuovi aspetti che a lungo sono stati trascurati. In questa ottica, è stato messo a punto il *Life Cycle Assessment* (LCA), metodo di valutazione e quantificazione degli impatti potenziali associati ad un prodotto o a un processo durante l'intero ciclo di vita, dall'acquisizione delle materie prime fino allo smaltimento ("from cradle to grave"). Il metodo è da tempo impiegato nel settore industriale come sistema per comparare sistemi produttivi diversi ai fini di scelte strategiche aziendali. L'LCA si è dimostrato essere un buono strumento per la valutazione ambientale di molti sistemi agricoli ed è già stato applicato in vari casi in agricoltura.

Infine è necessario considerare la crescente consapevolezza dell'opinione pubblica circa l'eticità del processo produttivo anche nel campo delle produzioni animali che sta spostando l'attenzione del consumatore non solo verso le tematiche di inquinamento ambientale, ma anche di benessere animale. A tale scopo interessante è la valutazione del benessere animale in azienda mediante la metodologia proposta dal progetto europeo "Welfare Quality"[®] che si basa sul rilievo di parametri misurabili direttamente sugli animali (indicatori diretti o "animal based").

1.1. Obiettivi del progetto

Il progetto di ricerca si è proposto di caratterizzare 3 modelli di aziende zootecniche rappresentative della realtà lombarda, per quanto attiene la sostenibilità ambientale, il livello di benessere animale e caratteristiche qualitative indicatrici di produzioni di eccellenza di latte e derivati.

Ci si è prefissi di disporre di dati analitici in grado di meglio caratterizzare, e quindi distinguere, le realtà produttive maggiormente virtuose e i prodotti con le migliori caratteristiche qualitative.

Obiettivo finale della ricerca **è stato la possibilità di valorizzare un percorso di filiera d'eccellenza in termini di sostenibilità ambientale, di benessere animale e di qualità nutrizionale nella produzione del latte** in azienda che sia riconoscibile anche dal consumatore. Il percorso virtuoso deve coinvolgere tutti i processi della filiera produttiva: la coltivazione delle essenze foraggere, la composizione della razione, la gestione della mandria in stalla e in sala di mungitura, lo spandimento dei liquami, la gestione del territorio, le modalità di stoccaggio e di vendita del latte crudo e la sua trasformazione.

1.2. Piano sperimentale

Il piano sperimentale, riassunto in Fig. 1.1, ha previsto:

- individuazione di 30 aziende da latte, suddivise in tre gruppi omogenei di 10 aziende ciascuno, sulla base di specifici criteri che possono determinare differenze significative sulla qualità del latte prodotto e sull'impatto ambientale;
- le aziende sono state selezionate tra i conferenti della cooperativa di produttori Santangiolina Latte Fattorie Lombarde in grado di assicurare il ritiro differenziato del latte dei tre gruppi di allevamenti necessario per la realizzazione delle caseificazioni sperimentali a Grana Padano eseguite presso il caseificio della cooperativa a Volta Mantovana;
- sono state eseguite due visite in ciascuna azienda, una durante il periodo estivo e una durante il periodo invernale, in modo da poter valutare le variazioni delle caratteristiche compositive delle razioni e della composizione chimica e microbiologica del latte anche al variare della stagione.

In occasione di ogni visita sono stati raccolti:

- dati relativi alla razione somministrata (composizione e caratteristiche nutritive, modalità di somministrazione), alla composizione della mandria e tipologia di stabulazione, alla gestione delle deiezioni. Dati per la valutazione di impatto ambientale attraverso la metodologia Life Cycle Assessment e per il calcolo del bilancio aziendale dell'azoto e del fosforo;
- campioni di alimenti, unifeed e latte per le successive analisi chimiche e microbiologiche;
- è stata effettuata la valutazione del livello di benessere animale;
- in occasione delle due serie di visite, in estate e in inverno, il latte dei tre gruppi di aziende è stato raccolto separatamente e successivamente caseificato a Grana Padano nel caseificio di Santangiolina Latte Fattorie Lombarde Società Agricola Cooperativa a Volta Mantovana,
- è stata inoltre eseguita la valutazione delle caratteristiche compositive e della distinguibilità sensoriale dei formaggi a 9, 16 e 24 mesi di stagionatura.

Aziende coinvolte nello studio

La prima azione svolta è stata quella di identificare una trentina di aziende tra gli oltre 300 soci della Santangiolina Latte Fattorie Lombarde Società Agricola Cooperativa. La cooperativa dispone di un database relativo agli allevamenti contenente informazioni riguardanti le consegne di latte, la qualità del latte e la composizione

Fig. 1.1 Piano sperimentale del progetto EULAT



delle razioni. Le aziende sono state selezionate dal personale tecnico della Santangiolina Latte e dai tecnici del Servizio di Assistenza Tecnica agli Allevamenti (SATA) regionale, in base ai seguenti criteri:

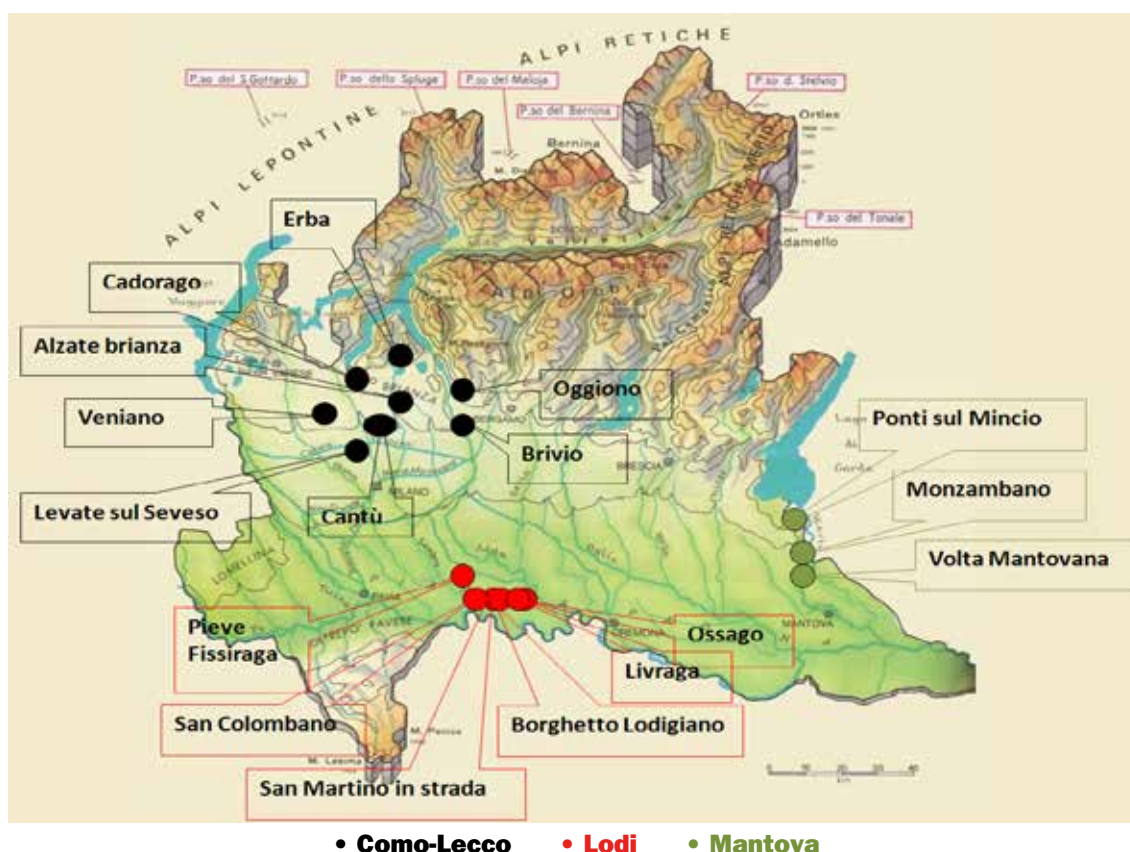
- percentuale di autosufficienza alimentare;
- percentuale di utilizzo di alimenti insilati nella razione delle bovine in lattazione;
- percentuale di foraggio nella razione delle bovine in lattazione.

Ventinueve allevatori selezionati si sono dimostrati disponibili a partecipare al progetto. Le aziende coinvolte sono state quindi suddivise in tre gruppi in base alla collocazione geografica (Fig.1.2):

- aziende pedemontane delle provincie di Lecco e Como (9 aziende che potrebbero produrre un latte di ottima qualità con basso impatto ambientale)
- aziende di pianura delle provincie di Lodi e Milano (11 aziende con modalità di gestione convenzionale);
- aziende collinari della provincia di Mantova (9 aziende con una maggior percentuale di foraggi nella razione).

Le aziende sono state visitate due volte nel corso dell'anno (durante il periodo estivo nei mesi di giugno e luglio e durante il periodo invernale nei mesi di gennaio e febbraio) in modo da poter valutare le variazioni delle caratteristiche compositive delle razioni al variare della stagione.

Fig. 1.2 Distribuzione geografica delle 29 aziende coinvolte nel progetto



• **Como-Lecco** • **Lodi** • **Mantova**

2.

Sostenibilità ambientale delle aziende di bovini da latte valutata secondo il metodo del Life Cycle Assessment

Luciana Bava, Maddalena Zucali, Alberto Tamburini, Matteo Guerci, Anna Sandrucci,
*Università degli Studi di Milano – Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali -
Produzione, Territorio, Agroenergia*

Premessa

La metodologia *Life Cycle Assessment* (LCA) valuta e quantifica gli impatti potenziali associati ad un prodotto o a un processo durante l'intero ciclo di vita, dall'acquisizione delle materie prime fino allo smaltimento (“*from cradle to grave*”). Il metodo è da tempo impiegato nel settore industriale nella comparazione di sistemi produttivi diversi al fine di operare scelte aziendali strategiche. L'LCA si è dimostrato essere un valido strumento per la valutazione dell'impatto ambientale di molte produzioni alimentari ed è già stato applicato a diversi livelli della filiera agro-alimentare. Numerosi studi europei hanno applicato il metodo LCA alla produzione del latte, in particolare per comparare l'impatto ambientale di sistemi produttivi convenzionali e biologici (Cederberg e Mattsson, 2000; de Boer, 2003; Fantin et al., 2011).

Materiali e metodi

Nel corso delle visite nelle 29 aziende sono stati raccolti, mediante intervista agli allevatori, i dati riguardanti: la composizione della mandria, la composizione della razione di tutti gli animali allevati, l'utilizzo del suolo agricolo, la produzione aziendale di foraggi e alimenti per il bestiame, l'acquisto di alimenti extra-aziendali con dettagli sulla tipologia e relative provenienze, l'acquisto di fertilizzanti, pesticidi e materiali di lettiera, la gestione della stalla e dei reflui stoccati, i consumi energetici, la vendita e l'acquisto di bovini, la vendita di latte, di reflui e di foraggi.

A partire dai dati raccolti sono stati calcolati: il carico animale (UBA/ha); l'autosufficienza alimentare; l'efficienza produttiva (latte prodotto/sostanza secca ingerita).

Analisi delle razioni e dei foraggi

Su tutti i campioni raccolti (foraggi e miscelata) è stata effettuata l'analisi bromatologica (sostanza secca, grassi, proteine grezze, frazioni fibrose e amido). Le analisi chimiche sono necessarie per la valutazione nutrizionale delle razioni somministrate, per il calcolo delle emissioni di metano da parte degli animali e degli stoccaggi, per il calcolo delle emissioni di ammoniaca e ossido di azoto dalle deiezioni, per il bilancio aziendale dell'azoto.

Stima delle emissioni in atmosfera (on-farm)

Il metano enterico emesso dagli animali è stato stimato mediante l'equazione di Ellis et al. (2007). Le emissioni di metano dalle deiezioni stoccate in azienda (vasche di accumulo, grigliati in stalla e letame) sono state stimate utilizzando il metodo Tier 2 suggerito da IPCC (2006a).

L'azoto escreto dagli animali è stato stimato sottraendo dall'azoto ingerito (sulla base del contenuto di proteine della dieta) quello ritenuto. Sempre utilizzando le equazioni dell'IPCC (2006a) sono state calcolate le emissioni dirette e indirette di protossido di azoto dagli stoccaggi, dall'applicazione dei fertilizzanti e dallo spandimento di letame e liquame sui suoli coltivati. Sono state stimate le emissioni di CO₂ prodotte dalla combustione dei carburanti utilizzati per lo svolgimento delle operazioni colturali e le attività di stalla (Ecoinvent, 2007; Nemecek and Kägi, 2007).

Per quanto riguarda l'azoto ammoniacale sono state stimate le quantità emesse dagli ambienti di stabulazione, dagli stoccaggi delle deiezioni e dal loro spandimento in campo, dalla distribuzione dei fertilizzanti di sintesi (EAA, 2009 a,b).

Infine sono state considerate sia le perdite di azoto per lisciviazione (IPCC, 2006b) che quelle di fosforo (Nemecek e Kägi, 2007).

Stima delle emissioni in atmosfera (off-farm)

Le emissioni prodotte nei processi produttivi che avvengono al di fuori dell'azienda (produzioni di mangimi, foraggi, materiale di lettiera, fertilizzanti, pesticidi, diesel e elettricità, l'allevamento degli animali acquistati) sono state calcolate utilizzando il software Simapro PhD 7.3.3 (Prè Consultants, 2012). Sono state considerate anche le emissioni legate al trasporto di questi prodotti all'azienda zootecnica.

Unità funzionale, allocazione e indicatori di impatto

L'unità funzionale utilizzata è stata la quantità di latte prodotta dall'azienda, espressa come kg di latte corretto per grasso e proteine (FPCM) secondo la seguente formula (Gerber et al., 2010):

$$\text{FPCM (kg)} = 0.337 + 0.116 \times \% \text{ grasso} + 0.060 \times \% \text{ proteina}$$

I valori stimati di impatto ambientale sono stati ripartiti (allocazione) tra i due prodotti aziendali principali (latte e carne) utilizzando il metodo proposto dall'IDF (2010) che si basa sui fabbisogni energetici degli animali per produrre carne e latte. Le categorie di impatto valutate sono: effetto serra, acidificazione, eutrofizzazione, uso dell'energia, uso del suolo.

Risultati

Vengono riportati i risultati ottenuti dal primo anno di indagine in quanto non si sono evidenziate differenze significative, relativamente alle caratteristiche aziendali, tra i dati raccolti nel corso del primo e del secondo anno. Le aziende erano situate in tre zone geografiche distinte nelle province di Como-Lecco, Lodi e Mantova. La superficie aziendale è mediamente inferiore nelle aziende situate in provincia di Mantova rispetto alle altre province (Tab. 2.1); le aziende del mantovano erano inoltre caratterizzate da una maggior percentuale di terreni situati in zona vulnerabile, in base alla classificazione voluta dalla Direttiva Nitrati. La tipologia dei sistemi foraggieri si è differenziata a seconda della zona, la superficie a silomais (I e II raccolto in % della superficie totale) è risultata pari a 36,4±13,6 ha a Como-Lecco, 52,7±24,4 ha a Lodi e di 25,6±23,9 ha a Mantova. La pratica dell'avvicendamento silomais-loiessa è risultata diffusa soprattutto nel lodigiano. Differenze importanti si sono evidenziate anche per quanto riguarda il carico di bestiame: il valore più elevato è stato riscontrato nelle aziende di Lodi. Le aziende del mantovano sono caratterizzate da una maggior presenza di foraggi nella razione degli animali in lattazione e maggiore autosufficienza alimentare, espressa come % della sostanza secca della razione prodotta in azienda, ciò indica che tali aziende tendono ad acquistare pochi alimenti al di fuori dell'azienda. Relativamente ai dati produttivi è possibile notare una maggior produzione per capo nelle aziende situate in provincia di Como-Lecco.

L'ingresso di azoto in azienda, sotto diverse forme (alimenti, lettiera, animali, fertilizzanti) è stato inferiore nelle aziende del mantovano, che generalmente acquistano ridotte quantità di alimenti concentrati.

Tabella 2.1. Descrizione delle 29 aziende suddivise per zona geografica

		Como-Lecco (9 aziende)		Lodi (11 aziende)		Mantova (9 aziende)	
		Media	Dev.st	Media	Dev.st	Media	Dev.st
Superficie aziendale	ha	40,1	32,5	54,5	26,1	22,1	9,85
vulnerabile	% tot	22,2	44,1	28,4	37,3	72,7	43,9
mais da insilato I	% tot	31,8	13,7	27,2	14,9	14,3	20,9
mais da insilato II/loiessa	% tot	5,02	8,15	23,8	18,8	11,3	14,8
medica	% tot	1,46	2,89	0,79	1,76	19,3	16,8
prato	% tot	54,7	17,6	32,4	20,2	46,0	35,4
Vacche totali	n	87,7	54,2	133	42,5	50,6	23,9
Carico animale	UBA/ha	3,64	1,65	4,99	3,77	3,43	0,85
Sostanza secca ingerita	kg capo/d	21,6	1,63	21,2	1,70	19,5	1,65
Foraggio/concentrato		1,46	0,29	1,36	0,53	2,30	1,73
Autosufficienza alimentare	%	58,1	11,6	62,6	18,8	70,3	15,3
Proteina del latte	%	3,45	0,14	3,50	0,07	3,33	0,18
Grasso del latte	%	4,01	0,11	3,87	0,14	3,97	0,18
Produzione lattea	FPCM kg capo/d	30,0	3,39	27,01	2,79	24,0	4,57
Produzione lattea	FPCM t/ha	22,1	11,0	24,3	15,7	17,2	5,39
Efficienza produttiva	kg FPCM/kg SSI	1,38	0,16	1,28	0,11	1,23	0,19
Input di azoto	kg/ha	763	291	960	713	542	190
Output di azoto	kg/ha	135	73,3	167	133	128	51,3
Surplus dell'azoto	kg/ha	628	226	793	586	413	165

La Tab. 2.2 mostra i principali risultati delle analisi bromatologiche effettuate sui foraggi prodotti nelle aziende del campione. La loiessa è coltivata in 10 aziende, il 70% delle quali collocate nell'area del lodigiano, ed è utilizzata nella razione sia come fieno che come insilato; essa è generalmente coltivata in successione al mais. Come atteso la loiessa è il foraggio con il minor contenuto proteico e il maggior contenuto in fibra, ma si dimostra di elevata qualità per l'elevata percentuale di fibra neutro detersa (NDF). Il contenuto proteico è risultato piuttosto basso rispetto a quanto indicato dalla bibliografia (Amodeo, 2007). La medica, utilizzata come fieno o come insilato, è diffusa in tutte le tre zone geografiche considerate, con una prevalenza nella zona del mantovano. Essa ha mostrato una percentuale di proteina superiore agli altri foraggi, ma mediamente inferiore a quanto riportato dalla bibliografia (Amodeo, 2007), mentre elevate sono le percentuali in frazioni fibrose e questo indica una non elevata qualità del prodotto. Il fieno di prato stabile è prodotto in quasi tutte le aziende (28 su 29 complessive) così come il silomais (24 su 29). Il fieno ha mostrato una qualità buona in termini analitici mentre il silomais è caratterizzato da un basso contenuto in proteine, ma da un elevato contenuto in carboidrati sia fibrosi che non fibrosi, che sono quelli immediatamente degradabili a livello ruminale. I dati ottenuti sono paragonabili a quelli ottenuti in altri campioni di silomais lombardi.

Tabella 2.2. Analisi bromatologica dei foraggi prodotti nelle aziende

		Loiessa (10 aziende)		Medica (16 aziende)		Prato stabile (27 aziende)		Silomais (24 aziende)	
		Media	Dev.st	Media	Dev.st	Media	Dev.st	Media	Dev.st
Sostanza Secca	stq	90,8	2,49	90,0	1,47	90,3	1,68	94,4	0,84
Ceneri	% SS	6,67	0,79	9,15	1,46	7,90	2,14	4,51	0,53
Proteina Grezza	% SS	5,80	1,30	15,7	3,19	9,58	3,10	7,84	1,17
Estratto Etereo	% SS	1,06	0,47	1,28	0,44	1,68	0,51	2,99	0,44
Fibra Grezza	% SS	34,3	5,83	36,4	5,65	32,2	3,29	23,1	3,81
NDF	% SS	61,5	7,41	51,4	7,81	59,4	5,28	42,7	5,39
ADF	% SS	39,2	6,11	43,4	5,90	37,8	3,98	27,8	4,12
ADL	% SS	5,74	1,25	10,4	1,64	5,94	1,57	4,01	0,70
NFC	% SS	24,9	7,05	22,6	5,97	21,5	6,35	42,2	5,36
Amido	% SS							29,1	6,18

12

I valori medi delle cinque categorie di impatto ambientale, espressi per kg FPCM (effetto serra, acidificazione, eutrofizzazione, uso del suolo e uso dell'energia), non hanno mostrato importanti differenze tra il primo e il secondo anno di indagine. Le differenze principali tra i due anni si sono avute per queste categorie di impatto: effetto serra pari a 1,25 vs 1,33 kg CO₂ eq.; l'uso dell'energia 5,91 vs 5,95 MJ e l'uso del suolo 0,94 vs 1,62 m². Tali differenze sono principalmente dovute ad oscillazioni del numero di animali allevati, che ha comportato diversi quantitativi di alimenti utilizzati oltre che variazioni nelle produzioni di latte.

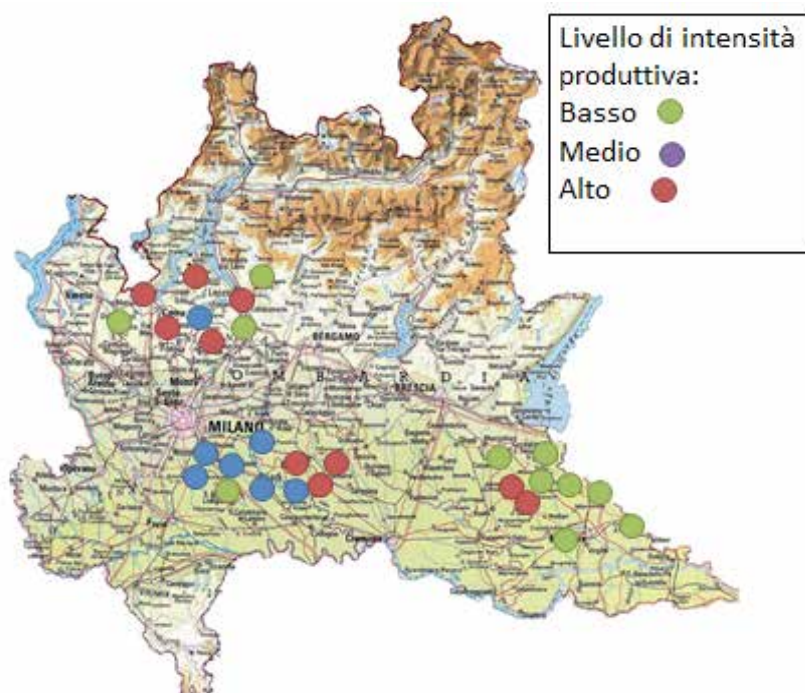
I valori degli impatti delle 29 aziende, classificate in base alla provincia di appartenenza, sono stati sottoposti ad analisi della varianza mediante procedura GLM, SAS (2001) (Tab. 2.3). Nessuno degli impatti totali valutati hanno mostrato una significativa differenza tra le diverse aree nonostante le aziende presentino livelli di intensità gestionale differente (carico animale per ha superiore a Lodi, produzione di latte ed efficienza produttiva più elevate a CO-LC, autosufficienza alimentare più elevata a MN). Differenze significative sono state ottenute nell'emissione di gas serra *on-farm* (cioè dalle pratiche effettuate all'interno dell'azienda) con valori più elevati per le aziende di MN, ciò è dovuto al maggior contenuto di fibra nelle razioni destinato agli animali. Queste aziende hanno registrato anche il valore più elevato di energia *on-farm*.

Tabella 2.3. Categorie di impatto (valori espressi per kg FPCM) nelle aziende classificate in base alle tre zone considerate (least square means)

		Como-Lecco	Lodi	Mantova	ES	P
		(9 aziende)	(11 aziende)	(9 aziende)		
Riscaldamento globale (GWP), kg CO ₂ -eq	Totale	1,16	1,31	1,29	0,05	0,133
	<i>On-farm</i> , %	0,82 ^b	0,97 ^a	1,00 ^a	0,05	0,024
	<i>Off-farm</i> , %	0,34	0,34	0,29	0,03	0,537
Acidificazione, g SO ₂ -eq	Totale	14,0	16,5	14,6	1,08	0,234
	<i>On-farm</i> , %	12,0	14,4	12,8	1,05	0,218
	<i>Off-farm</i> , %	2,09	2,01	1,82	0,26	0,751
Eutrofizzazione, g PO ₄ -eq	Totale	6,74	7,71	7,34	0,45	0,300
	<i>On-farm</i> , %	4,78	5,84	5,64	0,42	0,173
	<i>Off-farm</i> , %	1,97	1,87	1,70	0,22	0,672
Uso dell'energia, MJ	Totale	5,16	5,61	5,51	0,30	0,538
	<i>On-farm</i> , %	1,82 ^b	2,31 ^{a,b}	2,86 ^a	0,20	0,005
	<i>Off-farm</i> , %	3,34	3,30	2,64	0,30	0,186
Uso del suolo, m ²	Totale	0,94	0,94	0,96	0,06	0,978
	<i>On-farm</i> , %	0,52	0,51	0,61	0,06	0,369
	<i>Off-farm</i> , %	0,42	0,43	0,34	0,04	0,260

Le aziende infine sono state raggruppate (clusterizzate) per livello di intensità produttiva (Cluster Analysis, SAS, 2001) in base a questi parametri: superficie coltivata, numero di bovine in lattazione, carico animale (UBA/ha), produzione di latte, percentuale di fieno e insilato di mais nella razione ingerita, percentuale di superficie coltivata a mais da insilato, efficienza produttiva, autosufficienza alimentare. In base a questa analisi le aziende sono state ripartite in tre gruppi: Alta, Media e Bassa intensità. I tre gruppi di aziende erano localizzate geograficamente come mostrato nella Fig. 2.1.

Fig. 2.1 Localizzazione delle aziende suddivise nei tre gruppi di intensità produttiva



Le caratteristiche delle aziende suddivise nei tre gruppi sono state analizzate mediante analisi della varianza evidenziando che le aziende più intensive avevano un maggior carico di animali per ettaro e una maggiore produzione di latte rispetto alle aziende degli altri due gruppi, con differenze che sono risultate statisticamente significative (Tab. 2.4). Le aziende a Bassa intensità avevano invece la più ridotta superficie agricola, il minore carico per ettaro e la minore produzione per capo, ma la maggiore autosufficienza alimentare rispetto alle altre aziende.

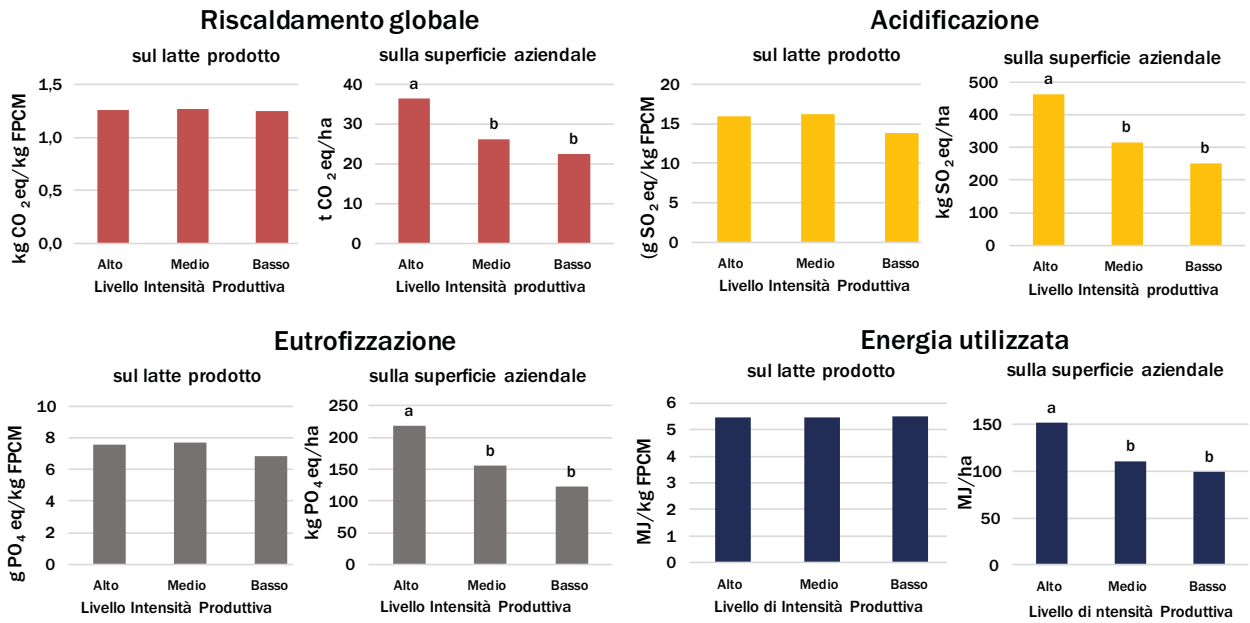
Tabella 2.4. Caratteristiche delle aziende suddivise nei tre gruppi di Intensità produttiva

		Intensità produttiva			ES	P
		Alto (10 aziende)	Medio (10 aziende)	Basso (10 aziende)		
Superficie agricola	ha	34.9 ^b	81.4 ^a	20.0 ^c	4,91	< 0.001
Superficie a silomais	%	45,7	38,5	26,9	7,26	0,097
Bovine	n	157 ^b	258 ^a	56 ^c	11,9	< 0.001
Carico animale	UBA/ha	4.71 ^a	3.31 ^b	2.97 ^b	0,39	< 0.001
Produzione lattea	kg FPCM/d	28.9 ^a	28.1 ^{ab}	24.7 ^b	1,49	0,050
Efficienza produttiva	kg FPCM/kg SSI	1,36	1,33	1,22	0,06	0,102
Ingestione di sostanza secca	kg ss/capo d	21,2	21,2	20	0,67	0,212
Rapporto foraggi/concentrati		1,33	1,37	2,21	0,4	0,123
Autosufficienza alimentare	%	54.6 ^b	69.2 ^a	71.7 ^a	4,76	0,012

Nonostante la *Cluster analysis* abbia permesso di identificare tre gruppi di aziende con caratteristiche gestionali piuttosto differenti tra loro, i valori di impatto ambientale espressi per quantità di latte prodotto non hanno mostrato differenze significative tra i gruppi, come è possibile notare dalla Fig. 2.2.

Solo l'uso del suolo ha mostrato i valori più elevati per le aziende a Media intensità. Il fatto che modalità gestionali più o meno intensive non abbiano determinato impatti ambientali differenti è un importante risultato: l'elevata produzione delle aziende più intensive ha fatto sì che il loro impatto per kg di latte non fosse superiore alle altre classi, nonostante l'utilizzo di mezzi produttivi fosse maggiore. Esprimendo i valori di impatto per ettaro, invece, le aziende ad Alto livello di intensità hanno valori di impatto sempre più elevati rispetto alle altre aziende e le differenze sono risultate sempre statisticamente significative (Fig. 2.2). Questo indica che modalità di gestione che comportano elevati livelli intensità produttiva determinano un maggior impatto ambientale a livello locale.

Fig. 2.2. Impatto ambientale delle aziende suddivise nei tre gruppi di intensità produttiva (a,b = P < 0,05)



Conclusioni

I risultati ottenuti mostrano una certa variabilità del livello di intensità produttiva delle aziende considerate in termini soprattutto di superficie coltivata, carico animale per ettaro e produzione di latte. Le aziende con il più basso livello di intensità si collocano soprattutto nella provincia di Mantova mentre quelle più intensive nella provincia di Como e Lecco. I risultati di valutazione dell'impatto ambientale espressi per unità di latte non hanno mostrato differenze tra le diverse aziende nonostante il diverso livello di intensità produttiva. Esprimendo invece le principali categorie di impatto per unità di superficie le aziende più intensive risultano quelle con la minore sostenibilità ambientale.

Le principali indicazioni emerse da questo lavoro sono che per ridurre l'impatto ambientale della produzione di latte bovino non è possibile agire su un solo aspetto della gestione aziendale ma sono stati individuati alcuni parametri importanti: l'autosufficienza alimentare e l'efficienza produttiva.

Riuscire a produrre in azienda alimenti di ottima qualità, riducendo la quota di acquisti pur mantenendo una razione alimentare adeguata al livello produttivo, e allevare animali in grado di trasformare alimenti in latte in modo efficiente, sono passi necessari per produrre latte a minor impatto ambientale.

3.

Benessere animale negli allevamenti di bovini da latte

Silvana Mattiello, Elena Andreoli, Monica Battini,

*Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze Veterinarie e Sanità Pubblica,
Via Celoria 10, 20133 Milano*

Premessa

La tematica del benessere animale sta acquisendo negli ultimi anni un'importanza crescente, sia in ambito accademico che legislativo, e il rispetto del benessere animale rientra oggi a pieno titolo tra le aspettative dei consumatori. La produzione di un Grana Padano in una filiera d'eccellenza non può quindi esimersi dal considerare questi aspetti, al pari della sostenibilità ambientale e delle caratteristiche organolettiche e microbiologiche del prodotto finale.

La valutazione del benessere nelle stalle lombarde oggetto di indagine è stata effettuata utilizzando una versione ridotta del protocollo proposto dal progetto europeo "Welfare Quality®", incentrata sulla misurazione e sull'osservazione di indicatori diretti ("animal-based") (Main et al., 2003). Dato che le aziende considerate erano localizzate in aree con caratteristiche geo-climatiche differenti, i rilievi sono stati effettuati sia nella stagione estiva, sia in quella invernale, al fine di verificare la presenza di eventuali variazioni stagionali degli indicatori selezionati.

Lo scopo specifico del lavoro presentato è stato quello di confrontare il livello di benessere delle bovine nelle tre provincie considerate nelle due stagioni estreme (estate e inverno).

Materiali e metodi

Il progetto prevedeva la valutazione del livello di benessere animale in 30 aziende. Purtroppo, a causa dell'indisponibilità di alcuni allevatori, non è stato possibile visitare tutte le 30 aziende previste inizialmente. I rilievi sono quindi stati effettuati su 25 aziende che conferiscono il latte alla cooperativa Santangiolina di San Colombano al Lambro, in provincia di Milano, così suddivise in funzione della loro localizzazione geografica: 10 aziende in Provincia di Lodi, 6 in Provincia di Mantova e 9 nelle Province di Como-Lecco.

Per ciascun allevamento selezionato sono state previste almeno 2 visite aziendali, una nel periodo estivo ed una in quello invernale.

Le stalle della Provincia di Lodi, esclusivamente a stabulazione libera, sono le più grandi sia in termini di capi allevati che di ettari coltivati, e rappresentano una realtà di allevamento intensivo, caratterizzata da un maggior acquisto di alimenti concentrati e da un elevato impiego di silomais. Sono state quindi classificate come un tipico esempio di allevamento intensivo di pianura. Le aziende della Provincia di Mantova sono localizzate ad altitudini simili a quelle riscontrate nella Provincia di Lodi, ma presentano caratteristiche di minore intensività, essendo caratterizzate da una minor dimensione aziendale, da una conduzione di tipo prevalentemente familiare, da maggior presenza di fieno e minor presenza di silomais nella razione e dall'uso frequente di stalle a posta fissa. Le stalle delle Province di Como e Lecco sono invece localizzate a quote altimetriche superiori rispetto a quelle del lodigiano e del mantovano, in aree che possono essere definite come collinari-pedemontane; tuttavia, queste aziende presentano alcuni tratti simili a quelli delle aziende di pianura, essendo caratterizzate da stabulazione esclusivamente libera, da dimensioni aziendali intermedie e da un uso abbondante e ricorrente di silomais nella razione. La localizzazione geografica ha influenzato le caratteristiche climatiche riscontrate durante il periodo di studio: come prevedibile, le temperature invernali medie sono risultate più basse nelle aziende collinari e pedemontane delle province di Como-Lecco, dove, durante questa stagione, le temperature massime non hanno mai superato i 13°C, mentre nelle altre province hanno ampiamente superato i 20°C. Le principali caratteristiche delle aziende sono riportate in Tab. 3.1

Tab. 3.1. Principali caratteristiche generali e climatiche delle aziende nelle tre aree geografiche considerate

	Lodi (10 aziende)	Mantova (6 aziende)	Como-Lecco (9 aziende)
N. aziende a stabulazione libera su cuccette	9	2	7
N. aziende a stabulazione libera su lettiera	1	0	2
N. aziende a stabulazione fissa	0	4	0
N. medio (\pm e.s.) di bovine in lattazione	129,4 \pm 11,4	48,6 \pm 8,3	71,5 \pm 18,5
Altitudine media (min-max) (metri s.l.m.)	70,6 (61 – 84)	83,0 (49 – 97)	306,63 (254 – 364)
Temperatura media (min-max) invernale (°C)*	5,3 (-4 – 20,8)	5,4 (-5 – 22,2)	4,8 (-5,5 – 12,2)
Temperatura media (min-max) estiva (°C)*	28,6 (8,4 – 38,8)	24,1 (17,5 – 29,5)	28,9 (8,2 – 34,8)

* dati ARPA rilevati da centraline posizionate vicino alle aziende indagate

I dati sono stati raccolti nel corso di sopralluoghi aziendali. Gli indicatori utilizzati sono stati tratti dal protocollo messo a punto nel progetto europeo Welfare Quality® (2009): *Body Condition Score* (BCS) registrato con scala semplificata (0= troppo magra, 1= normale, 2= troppo grassa), conformità degli unghioni, zoppie, presenza di aree alopeciche, diarrea, postura di decubito in cuccetta (corretta/scorretta), movimento di alzata/coricamento (corretto/scorretto) e collisione con le strutture della cuccetta. Tra gli indicatori di tipo sanitario, seppur non incluso nel protocollo Welfare Quality®, è stata raccolta la presenza di animali con “spalle aperte”: nei soggetti affetti da questa problematica, la punta della spalla si presenta portata all'esterno ed è accompagnata da una chiusura del gomito (Mattiello et al., 2009). Inoltre, per indagare il rapporto uomo-animale, le bovine sono state sottoposte al test di evitamento alla mangiatoia, che ha permesso di calcolare la distanza di evitamento in risposta all'avvicinamento di una persona sconosciuta (Avoidance Distance at the Feeding Rack, ADF) e la percentuale di bovine che si sono lasciate toccare dallo sperimentatore (Winckler et al., 2007).

Nel corso di ogni visita sono stati rilevati tutti i previsti parametri per la valutazione del livello di benessere animale, ad opera di operatori esperti, che avevano precedentemente ricevuto un adeguato *training* specifico. Durante le visite sono stati rilevati tali parametri diretti su un totale di oltre 1200 bovine in fase di lattazione. Per le variabili categoriche (presenza o assenza di lesioni, zoppie, stereotipie, ecc.) è stata calcolata la percentuale di manifestazione del problema in ogni azienda sul totale delle bovine in lattazione osservate, sia durante il periodo estivo che in quello invernale. Per l'ADF, che era l'unica variabile continua presa in considerazione, è stato calcolato il valore medio estivo ed invernale all'interno di ciascun azienda visitata.

I valori aziendali medi delle tre Province sono stati confrontati mediante analisi della varianza non parametrica (ANOVA) tramite il pacchetto statistico SPSS (SPSS, 2007). I valori aziendali medi estivi sono stati confrontati con quelli invernali mediante analisi della varianza non parametrica (test di Wilcoxon per campioni appaiati), al fine di evidenziare cambiamenti nel valore degli indicatori considerati in funzione della stagione. Lo stesso confronto è stato successivamente eseguito anche separatamente per ogni area geografica considerata, al fine di verificare se la differente localizzazione fosse in grado di influenzare la manifestazione dell'effetto stagionale sulle variabili considerate.

Risultati

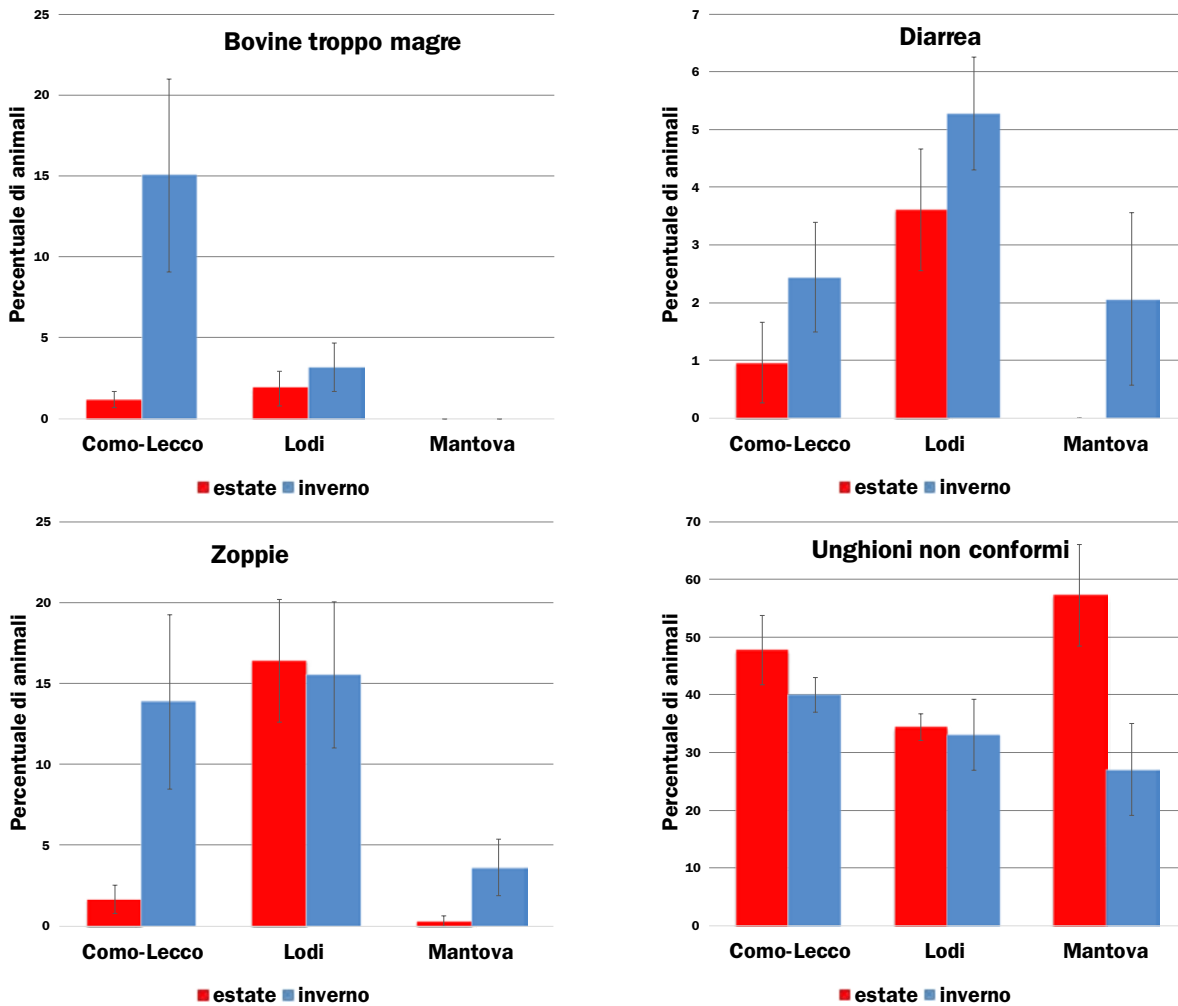
Sono state osservate alcune differenze tra province relativamente ai parametri considerati; per taluni di questi parametri, tali differenze si sono manifestate solo nella stagione invernale, e viceversa per altri parametri.

Per esempio, in estate le condizioni corporee degli animali (misurate secondo un punteggio BCS a tre livelli: troppo magra, normale, troppo grassa) sono risultate buone e tendenzialmente simili nelle tre aree geografiche; tuttavia, durante il periodo invernale la percentuale di bovine troppo magre è risultata statisticamente maggiore nelle aziende di Como-Lecco ($P < 0,01$; Fig. 3.1). In queste Province, infatti, sono state rilevate le temperature invernali medie più basse, con temperature massime che non hanno mai superato i 13°C, mentre nelle altre Province hanno ampiamente superato i 20°C. Nelle zone collinari e pedemontane il clima è più freddo e rigido ed è noto che un periodo prolungato di condizioni atmosferiche avverse (freddo, piogge, neve e vento) può causare un aumento del consumo di energia che, a sua volta, può determinare un dimagrimento dell'animale (Fox et al., 1988; Young, 1975).

Fig. 3.2. Esempio di bovina che presenta la malformazione detta “spalle aperte”



Fig. 3. 1 Percentuale di bovine troppo magre, bovine con diarrea, bovine con zoppie e bovine con unghioni non conformi nelle tre aree geografiche considerate nelle due stagioni di rilievo



Un altro parametro che ha mostrato un peggioramento durante il periodo invernale è la presenza di animali con diarrea. In inverno questo sintomo si è manifestato con frequenza maggiore in tutte le aree geografiche indagate, anche se tale variazione è risultata statisticamente significativa ($P < 0,05$) solo per le aziende di Lodi (Fig. 3.1). L'aumento dei casi di diarrea nei mesi invernali è probabilmente dovuto al fatto che una bassa temperatura esterna può indurre ipotermia, e può predisporre gli animali ad alcune malattie enteriche, virali o batteriche (Fox et al., 1988; Christopherson, 1985; Webster, 1971). Al di là dell'effetto stagionale, vale la pena di segnalare che, sia in estate che in inverno, la percentuale di bovine con diarrea è risultata più elevata nelle stalle in Provincia di Lodi (Fig. 3), dove, come abbiamo visto, la razione prevede la somministrazione di importanti quote di silomais e mangimi concentrati che, in assenza di integrazione con una quota adeguata di fieno, può portare allo sviluppo di questa sintomatologia (Calamari et al., 2007).

La presenza di zoppie è risultata più elevata nella provincia di Lodi in entrambe le stagioni (Fig. 3.1). In linea con quanto riportato da Alban et al. (1996), questo risultato è probabilmente attribuibile all'elevata dimensione aziendale riscontrata nelle stalle di questa provincia. In questo senso, l'elevato numero di animali renderebbe più difficile per l'allevatore riuscire a diagnosticare tempestivamente disturbi podali, che a lungo andare possono portare alla comparsa di questa problematica. Secondo i dati raccolti, queste differenze sono risultate più marcate nel periodo estivo ($P < 0,01$), meno in quello invernale. Infatti, in inverno, la frequenza di zoppie nelle province di Como-Lecco (dove sono presenti anche alcune stalle di notevoli dimensioni) aumenta rispetto al periodo estivo, seppure in modo non significativo, e raggiunge livelli simili a quelli riscontrati nelle stalle di Lodi. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che alcuni allevatori delle Province di Como-Lecco hanno affermato che, a causa del freddo rigido e intenso dei mesi invernali, il tempo trascorso per curare e controllare le bovine è stato ridotto e ciò potrebbe aver reso più difficile diagnosticare in tempo alcuni disturbi podali, che si sono quindi evoluti fino a trasformarsi in vere e proprie zoppie.

La non corretta conformazione degli unghioni si è rivelata una delle problematiche più frequenti negli allevamenti visitati. In estate, questo indicatore si è presentato con valori significativamente più elevati negli allevamenti di Mantova ($P < 0,05$), probabilmente in relazione alla tipologia stabulativa prevalente, che in queste aziende, come abbiamo visto, è rappresentata dalla posta fissa. Infatti, l'assenza di movimento caratteristica della stabulazione fissa può causare un mancato consumo degli unghioni, che risultano quindi non conformi, e può favorire l'insorgenza di lesioni podali. In inverno, invece, non sono state riscontrate differenze significative tra province, probabilmente grazie al fatto che in provincia di Mantova alcuni allevatori hanno affermato di effet-

tuare il controllo e il pareggiamento degli unghioni una volta all'anno, proprio durante il periodo invernale. In inverno quindi, grazie alle operazioni di pareggiamento, i valori di Mantova si sono riallineati con quelli delle altre Province (Fig. 3.1), dimostrando come un corretto management sia in grado di tamponare gli effetti negativi derivanti da problemi strutturali.

Come confermato da precedenti studi (Battini et al., 2010; Mattiello et al., 2009), un altro problema legato alla tipologia stabulativa a posta fissa è la presenza di bovine con spalle aperte (Fig. 3.2), che si è infatti manifestata con frequenze leggermente maggiori nella provincia di Mantova, dove quasi il 4% delle bovine ha presentato tale malformazione fisica (presente solo nello 0,4% e 0,3% delle bovine nelle province di Lodi e Como-Lecco, rispettivamente). Tale manifestazione, seppur di origine non chiara, appare legata a una lassità del legamento sovrascapolare e ad una minor tonicità dei muscoli propri della regione (Mattiello et al., 2009).

Per contro, in provincia di Mantova è stato rilevato un miglior rapporto uomo-animale, indicato da una minor distanza di evitamento delle bovine in risposta all'avvicinamento dello sperimentatore alla mangiatoia. Questo risultato conferma quanto già riportato in precedenti studi (Mattiello et al., 2009), che evidenziano come il rapporto tra animale e uomo sia più stretto nelle stalle con dimensione aziendale minore, specie se a stabulazione fissa in quanto, forse anche a causa dello scarso livello di meccanizzazione, l'allevatore si trova più direttamente in contatto con gli animali e riesce quindi ad instaurare un miglior rapporto con essi.

Per quanto riguarda gli altri parametri comportamentali rilevati, le principali problematiche riscontrate sono quelle relative alla postura di decubito, che è risultata non corretta (con la parte posteriore dell'animale sporgente dal margine dell'area di riposo o comunque con evidenti segni di compressione o disagio a carico del treno posteriore e della mammella) nel 13,6% degli animali osservati, e alla collisione con le strutture durante i movimenti di alzata/coricamento, che si è verificata nel 10,7% dei movimenti di transizione osservati. Relativamente a questi indicatori, non si sono registrate differenze significative tra aree geografiche, né tra stagioni. Indipendentemente dalla stagione di rilievo, la presenza di lesioni e tumefazioni è stata riscontrata con frequenze basse e simili tra aree geografiche, ma con manifestazioni che in alcuni casi risultavano decisamente evidenti e piuttosto gravi (Fig. 3.3 e Fig. 3.4).

Fig. 3.3. Presenza di un'evidente tumefazione su un arto posteriore



Fig. 3.4. Presenza di una lesione marcata su un arto posteriore



Conclusioni

I risultati di questo progetto indicano che i fattori che possono influenzare il livello di benessere animale sono vari, e vanno dalle condizioni stabulative e di management a quelle ambientali. Al momento, nelle situazioni considerate, non sembra possibile identificare una situazione "ideale", in quanto in ogni situazione sono stati individuati sia dei fattori limitanti che dei punti di forza.

Tuttavia, possiamo affermare che nella zona di Como-Lecco sono state individuate le situazioni mediamente più virtuose, anche se la collocazione geografica collinare/pedemontana ha portato a un peggioramento del livello di benessere nella stagione invernale.

4.

Il Latte

4.1. Qualità microbiologica del latte

Marilù Decimo, Stefano Morandi, Milena Brasca,

CNR – Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari – UOS Milano

Premessa

La qualità microbiologica del latte rispecchia lo stato sanitario delle bovine, l'igiene della mungitura e delle condizioni di raccolta e di conservazione.

Seppure la valutazione della carica batterica costituisce un utile indice della qualità igienico-sanitaria dell'allevamento, non è considerabile allo stesso modo quale parametro di valutazione dell'attitudine casearia del latte da un punto di vista microbiologico. Negli ultimi decenni infatti, nonostante sia stata posta attenzione crescente agli aspetti igienico-sanitari alla stalla ottenendo riduzioni significative nella contaminazione microbica del latte, i problemi derivanti da fermentazioni anomale nei formaggi a latte crudo non sono diminuiti: accanto a situazioni di eccellenza si riscontrano realtà dove sono numerose le forme che presentano difetti anche gravi. La riduzione della carica batterica, fattore di per sé positivo, si accompagna infatti sempre più spesso ad un impoverimento in batteri lattici il cui rapido sviluppo in caldaia è necessario per un conseguente corretto abbassamento del pH che garantisce un regolare andamento della stagionatura e nel contempo contrasta l'instaurarsi di fermentazioni anomale.

In relazione alle produzioni casearie a latte crudo occorre pertanto considerare la carica batterica in relazione alla sua composizione in batteri caseari e batteri anticaseari. Numerosi lavori scientifici hanno evidenziato l'importanza di questo tipo di valutazione evidenziando che un latte di ottima qualità microbiologica contiene una percentuale di batteri psicrotrofi (batteri in grado di moltiplicarsi a temperature inferiori a 7°C) inferiore al 10% della carica batterica totale o comunque non superiore ad 1/6 (Cempirkova nel 2002), un contenuto di coliformi < 10 ufc/mL e si considera che una contaminazione da clostridi inferiore a 200 spore/L non espone il prodotto a rischio di gonfiore tardivo da fermentazione butirrica.

Ecco quindi che nel progetto EULAT si è voluta indagare la qualità microbiologica del latte delle aziende coinvolte nel progetto considerando sia i microrganismi indicatori di igiene e anticaseari (clostridi: originari dal terreno e dai componenti della dieta; coliformi: strettamente correlati con il grado di pulizia delle bovine; stafilococchi coagulasi positivi: indicatori dello stato sanitario degli animali; *Pseudomonas* spp. batteri psicrotrofi produttori di enzimi proteolitici e lipolitici resistenti ai trattamenti termici; clostridi, batteri anaerobi sporigeni principali responsabili di difetti di gonfiore tardivo) sia quelli strettamente caseari (batteri lattici mesofili e termofili).

Materiali e metodi

Lo studio della qualità microbiologica ed igienico-sanitaria ha riguardato il latte crudo delle aziende relative ai tre gruppi di allevamenti. I prelievi sono stati effettuati nei mesi di luglio e gennaio. I campionamenti sono stati eseguiti in corrispondenza della mungitura serale, 2 volte nel corso dell'anno in stagioni differenti (estate e inverno) in modo da poter valutare l'effetto stagionale sulle caratteristiche microbiologiche del latte. I prelievi hanno riguardato il latte delle singole aziende, il latte di massa di ciascun gruppo e il corrispondente latte in caldaia dopo affioramento.

Estate 2011		Inverno 2012	
I)	aziende di pianura appartenenti alla provincia di Lodi: 10 aziende	I)	aziende di pianura appartenenti alla provincia di Lodi: 9 aziende
II)	aziende collinari collocate nella provincia di Mantova: 10 aziende	II)	aziende collinari collocate nella provincia di Mantova: 10 aziende
III)	aziende pedemontane delle provincie di Como-Lecco: 8 aziende	III)	aziende pedemontane delle provincie di Como-Lecco: 9 aziende

Ciascun campione è stato analizzato in relazione a: carica batterica (CBS), batteri coliformi, *Escherichia coli*, batteri termodurici e psicrotrofi, stafilococchi coagulasi positivi, batteri lattici mesofili e termofili, anaerobi sporigeni. Le analisi microbiologiche, eseguite entro 12 ore dal prelievo in azienda, sono state condotte secondo le seguenti metodiche analitiche:

- **Carica Batterica Standard (CBS):** Petrifilm Aerobic Plate Count (3M) con incubazione a 30°C per 72 h (norma ISO/FIL 4833:2003)
- **Coliformi/*Escherichia coli*:** Petrifilm Coliform/*E.coli* Count Plate (3M) con incubazione a 30°C per 24 h (lettura Coliformi) e 37°C per 48 h (lettura *E.coli*)
- **Batteri termodurici:** Petrifilm Aerobic Plate Count (3M) con incubazione a 30°C per 72 h previo trattamento termico a 62°C per 30 min
- **Batteri psicrotrofi:** Petrifilm Aerobic Plate Count (3M) con incubazione a 7°C per 10 d (norma ISO 6730/IDF 101:2005)
- **Stafilococchi coagulasi positivi:** Baird Parker RPF Agar (BIOLIFE) con incubazione a 37°C per 48 h
- **Batteri lattici mesofili:** M17 e MRS Agar (BIOLIFE) con incubazione a 30°C rispettivamente per 48 h e 72 h in anaerobiosi
- **Batteri lattici termofili:** M17 e MRS Agar (BIOLIFE) con incubazione a 45°C rispettivamente per 48 h e per 72 h in anaerobiosi
- **Anaerobi sporigeni:** metodo Weinzirl, modificato secondo Annibaldi (Annibaldi, 1969) per clostridi lattato fermentanti. Valutazione del Most Probable Number (MPN) secondo la norma ISO 7218:2007.

Risultati

Nelle tabelle 4.1.1 e 4.1.2 sono riportati i valori medi delle analisi microbiologiche effettuate nei tre gruppi di aziende, in occasione della prima visita estiva e della seconda invernale, per un totale di 56 campioni di latte. La qualità microbiologica del latte delle aziende coinvolte nella sperimentazione è risultata differire sia tra le aziende che tra i gruppi di aziende per quanto attiene alla prevalenza dei batteri lattici nella popolazione microbica ed anche in termini di caratteristiche igienico-sanitarie in relazione al contenuto di Enterobacteriaceae, *Pseudomonas* spp. e Stafilococchi coagulasi positivi.

Quelli di Lodi e Mantova sono risultati essere i gruppi di aziende caratterizzati dalla minor qualità microbiologica del latte prodotto rispettivamente nel periodo invernale ed estivo mentre il gruppo che ha mostrato la miglior qualità latte in entrambi i prelievi stagionali è stato quello di Como-Lecco. Il latte di queste aziende è infatti caratterizzato dal maggior contenuto di batteri lattici in relazione alla carica batterica ed dal minor contenuto in anaerobi sporigeni, responsabili dell'evidenziarsi di gonfiore tardivo in formaggi come il Grana Padano.

Per quanto riguarda l'effetto stagionale, in generale in tutti e tre i gruppi di aziende, il latte estivo è risultato non differire in modo significativo da quello invernale per quanto riguarda la carica batterica, seppure si sia rilevato un innalzamento del suo valore medio ($4,81 \pm 0,73$ in inverno e $4,88 \pm 0,82$ in estate) mentre è risultato contenere un numero significativamente maggiore di coliformi ($P < 0,005$), ma minore per stafilococchi ($P < 0,005$) e anaerobi sporigeni ($P < 0,05$).

Come è possibile notare in Tab. 4.1.1, i campioni estivi delle aziende del gruppo di Mantova, sono risultati essere quelli con la più elevata carica batterica ed il maggior contenuto di batteri coliformi e psicrotrofi (rispettivamente pari a $5,45 \log_{10}$ UFC/mL ($\pm 0,73$), $4,22 \log_{10}$ UFC/mL ($\pm 1,75$) e $4,87 \log_{10}$ UFC/mL ($\pm 0,80$)). I batteri coliformi sono di derivazione ambientale e fecale, quindi possono essere indice di un ambiente (stalla, lettiera, sala di mungitura) non adeguatamente pulito e di una scarsa pulizia degli animali (mammelle) prima dell'attacco del gruppo di mungitura. I batteri psicrotrofi, sono microrganismi anticaseari e alterativi, che si moltiplicano anche a basse temperature (inferiori a 7°C); un elevato contenuto di coliformi e psicrotrofi in relazione alla carica batterica è indice di un latte povero di batteri lattici, con una scarsa attitudine alla trasformazione casearia a latte crudo. Nel latte estivo delle aziende di Mantova i batteri lattici costituiscono mediamente il 78% della carica batterica mentre ne rappresentano rispettivamente l'88% in quello di Como e il 94% in quello di Lodi. Un dato di rilievo è relativo al contenuto di anaerobi sporigeni che, diversamente da quanto ci si aspettava, risulta significativamente inferiore nelle aziende del gruppo di Como-Lecco seppure queste aziende prevedano la somministrazione di importanti quantitativi di insilato nella razione.

Tab. 4.1.1. Dati microbiologici medi (\log_{10} UFC/mL) dei campioni di latte estivi. Valori contrassegnati da lettere diverse sono significativamente diversi ($P < 0,05$)

	media (28 aziende)	Como-Lecco (8 aziende)	Lodi (10 aziende)	Mantova (10 aziende)	ES
Carica Batterica	4,88	4,75 ^b	4,43 ^b	5,45 ^a	0,33
Coliformi	3,06	2,77 ^b	2,29 ^b	4,22 ^a	0,64
<i>Escherichia coli</i>	1,55	1,35	1,16	2,24	0,51
Batteri Termodurici	2,51	2,42	2,46	2,62	0,29
Batteri Psicrotrofi	4,33	4,80 ^a	3,42 ^b	4,87 ^a	0,32
Stafilococchi coagulasi positivi	2,05	1,95	1,95	2,35	0,21
<i>Pseudomonas</i> spp.	3,74	3,38	3,50	4,28	0,38
Batteri Lattici mesofili M17 30°C	4,12	4,11	3,91	4,35	0,41
Batteri Lattici termofili M17 45°C	3,70	3,55	3,23	4,30	0,50
Batteri Lattici mesofili MRS 30°C	3,72	3,58	3,59	3,96	0,17
Batteri Lattici termofili MRS 45°C	2,91	2,85	3,01	2,85	0,22
Anaerobi Sporigeni (MPN/L)	2,01	1,63 ^b	2,36 ^a	1,97 ^b	0,20

Diversamente, in inverno il latte del gruppo di Lodi ha mostrato la più scarsa qualità microbiologica, con valori medi di CBS, coliformi e psicrotrofi rispettivamente di 4,94 log₁₀ UFC/mL (± 0,83), 2,37 log₁₀ UFC/mL (±0,79) e 4,64 log₁₀ UFC/mL (±1,04). Il maggior contenuto di stafilococchi nel latte delle aziende di Lodi evidenzia la presenza di un maggior numero di infezioni mammarie tra gli animali. Ancora una volta il latte delle aziende di Como-Lecco è risultato quello con le migliori caratteristiche microbiologiche.

Nel latte invernale delle aziende di Lodi infatti i batteri lattici costituiscono l'81% della carica batterica mentre ne rappresentano rispettivamente il 78% in quello di Mantova e il 97% in quello di Como.

Come osservato per i campioni estivi, il latte delle aziende di Como-Lecco presenta il minor contenuto di anaerobi sporigeni mentre il latte delle aziende di Lodi si conferma quello che mostra il valore più elevato in entrambi i prelievi. Per quanto riguarda il campione di aziende analizzato appare evidente che il contenuto di spore è correlato con la qualità degli alimenti piuttosto che alla loro tipologia.

Tab. 4.1.2. Dati microbiologici medi dei campioni di latte invernali.
Valori contrassegnati da lettere diverse sono significativamente diversi (P < 0,05).
Dati espressi in log₁₀ UFC/mL

	media (28 aziende)	Como-Lecco (9 aziende)	Lodi (10 aziende)	Mantova (9 aziende)	ES
Carica Batterica	4,81	4,75	4,94	4,68	0,28
Coliformi	2,09	1,85	2,37	2,03	0,27
<i>Escherichia coli</i>	1,15	1,02	1,33	1,13	0,16
Batteri Termodurici	2,27	2,09 ^b	1,95 ^b	2,71 ^a	0,20
Batteri Psicrotrofi	4,63	4,37	4,64	4,87	0,35
Stafilococchi coagulasi positivi	2,50	2,20 ^b	3,02 ^a	2,37 ^b	0,19
<i>Pseudomonas</i> spp.	4,21	4,10	4,26	4,25	0,32
Batteri Lattici mesofili M17 30°C	3,97	3,51	4,20	4,07	0,37
Batteri Lattici termofili M17 45°C	3,36	3,12	3,41	3,36	0,34
Batteri Lattici mesofili MRS 30°C	3,51	3,31	3,87	3,39	0,31
Batteri Lattici termofili MRS 45°C	2,61	2,03 ^b	2,80 ^a	3,02 ^a	0,35
Anaerobi Sporigeni (MPN/L)	2,35	1,96 ^b	2,83 ^a	2,35 ^a	0,22

Nelle tabelle 4.1.3 e 4.1.4 sono riportati i valori dei parametri analizzati del latte di massa e del latte in caldaia di ciascun gruppo di allevamenti nel corso dei campionamenti estivo ed invernale. Il latte di massa, dato dall'unione del latte dei diversi produttori dello stesso gruppo, viene lasciato sostare in mixer per consentire l'affioramento naturale del grasso. L'affioramento, oltre alla separazione di circa 2/3 di grasso del latte, svolge un effetto di parziale "debatterizzazione" del latte in caldaia, che interessa soprattutto i batteri "anticaseari" ed in particolare i batteri sporigeni. La carica batterica del latte magro e, quindi, del latte di caldaia, è il risultato di due fenomeni contrapposti: la rimozione dal latte dei batteri, che salgono in superficie con il grasso, e la loro moltiplicazione, che può essere più o meno favorita dalle condizioni ambientali.

I dati ottenuti mostrano, sia in estate (Tab. 4.1.3) sia in inverno (Tab. 4.1.4), per tutti e tre i gruppi di aziende, che il latte in caldaia presenta valori di carica batterica molto più elevati rispetto al latte di massa di partenza. Anche in questo caso, l'attitudine casearia del latte è rappresentata da alti valori di batteri lattici, soprattutto mesofili, in relazione al contenuto di batteri anticaseari quali psicrotrofi e coliformi. Valori pressoché invariati di CBS e psicrotrofi sono stati riscontrati per il latte di massa e di caldaia prelevati nel periodo invernale del gruppo di Mantova. Dall'analisi dei dati, inoltre, risulta evidente come l'elevata carica batterica del latte di caldaia non sia sempre ascrivibile alla proliferazione dei batteri lattici. Il punto critico, sul quale è necessario intervenire, è rappresentato dal latte di massa iniziale dove, se il livello di contaminazione batterica anticasearia è elevato, risulta tale anche nel latte di caldaia a seguito della sosta e dell'affioramento. I dati microbiologici, hanno invece confermato l'efficacia dell'affioramento del grasso nella rimozione delle spore, il cui numero nel latte magro, e quindi nel latte di caldaia, è risultato sempre inferiore rispetto a quello presente nel latte di massa per tutti i gruppi aziendali sia in estate che in inverno ad eccezione del latte estivo di Lodi (Tabb. 4.1.3 e 4.1.4). La presenza di spore nel latte deriva dall'utilizzo di insilati nell'alimentazione delle bovine.

Tab. 4.1.3. Dati microbiologici dei campioni di latte di massa e in caldaia estivi.
Dati espressi in log₁₀ UFC/mL

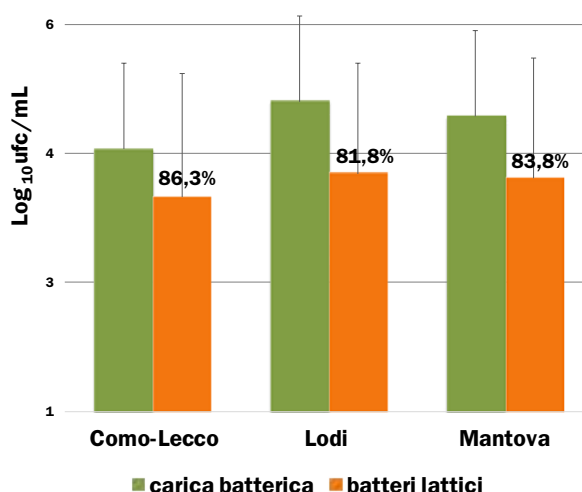
ESTATE	Como-Lecco (8 aziende)		Lodi (10 aziende)		Mantova (10 aziende)	
	Massa	Caldaia	Massa	Caldaia	Massa	Caldaia
Carica Batterica Totale	5,68	6,95	4,58	6,88	5,99	6,32
Coliformi	5,16	5,71	2,91	5,49	5,29	4,62
<i>Escherichia Coli</i>	3,11	3,08	1,60	2,60	4,08	3,90
Batteri Termodurici	3,40	3,30	1,95	1,95	2,70	2,95
Batteri Psicrotrofi	5,32	7,31	4,15	6,76	5,83	6,46
Stafilococchi coagulasi positivi	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
<i>Pseudomonas</i> spp	4,97	7,04	3,85	6,18	5,70	5,56
Batteri Lattici mesofili M17 30°C	5,02	6,51	4,32	5,52	4,70	4,85
Batteri Lattici termofili M17 45°C	5,19	5,49	3,78	5,10	5,41	4,49
Batteri Lattici mesofili MRS 30°C	3,72	5,20	4,18	5,30	4,40	4,82
Batteri Lattici termofili MRS 45°C	2,30	3,20	2,95	3,75	3,00	4,49
Anaerobi Sporigeni (MPN/L)	2,52	1,60	1,00	2,15	1,30	1,00

Tab. 4.1.4. Dati microbiologici dei campioni di latte di massa e in caldaia invernali. Dati espressi in \log_{10} UFC/mL

INVERNO	Como-Lecco (9 aziende)		Lodi (10 aziende)		Mantova (9 aziende)	
	Massa	Caldaia	Massa	Caldaia	Massa	Caldaia
Carica Batterica Totale	5,32	6,91	5,69	7,45	5,60	5,72
Coliformi	2,30	3,85	3,78	5,04	3,18	3,60
<i>Escherichia Coli</i>	1,00	2,95	1,48	1,95	1,00	1,95
Batteri Termodurici	2,48	2,90	1,95	1,95	3,08	2,95
Batteri Psicrotrofi	4,58	6,81	6,13	7,24	5,61	5,72
Stafilococchi coagulasi positivi	1,95	1,95	2,95	4,37	1,95	1,95
<i>Pseudomonas</i> spp	4,48	6,42	5,52	5,78	5,11	4,91
Batteri Lattici mesofili M17 30°C	5,20	6,78	4,63	6,97	4,40	3,95
Batteri Lattici termofili M17 45°C	5,17	6,35	4,11	6,84	3,61	3,60
Batteri Lattici mesofili MRS 30°C	3,45	5,56	4,48	6,85	3,70	4,15
Batteri Lattici termofili MRS 45°C	1,95	4,07	3,30	3,65	3,38	3,08
Anaerobi Sporigeni (MPN/L)	1,60	1,30	3,23	2,08	2,36	1,00

Analizzando complessivamente i dati e focalizzandosi sul contenuto di batteri lattici in relazione alla carica batterica, che in un formaggio a latte crudo è strettamente correlato con l'attitudine alla trasformazione casearia, evidenzia come il latte delle aziende di Como-Lecco è quello più ricco in batteri lattici (Fig. 4.1.1).

Fig. 4.1.1. Carica batterica e contenuto di batteri lattici nel latte dei tre gruppi di aziende



Conclusioni

Le conclusioni che si possono trarre dai risultati microbiologici raccolti nel corso del periodo di studio sono le seguenti:

- Il latte delle aziende della provincia di Lodi e di Mantova non è sempre sufficientemente ricco di batteri lattici; la popolazione microbica del latte di questi due gruppi, è risultata, nel periodo invernale per quanto riguarda Lodi ed estivo per Mantova, prevalentemente composta da batteri anticaseari.
- Appare evidente l'importanza della composizione della popolazione batterica del latte sia in arrivo al caseificio che a seguito della sosta e dell'affioramento. La presenza di una ricca microflora lattica e di un ridotto contenuto di batteri alterativi costituisce il requisito primario per condurre in maniera ottimale il processo di caseificazione.
- Il contenuto di anaerobi sporigeni nel latte è influenzato maggiormente dalla qualità microbiologica dell'insilato somministrato agli animali che non dalla sua quantità.

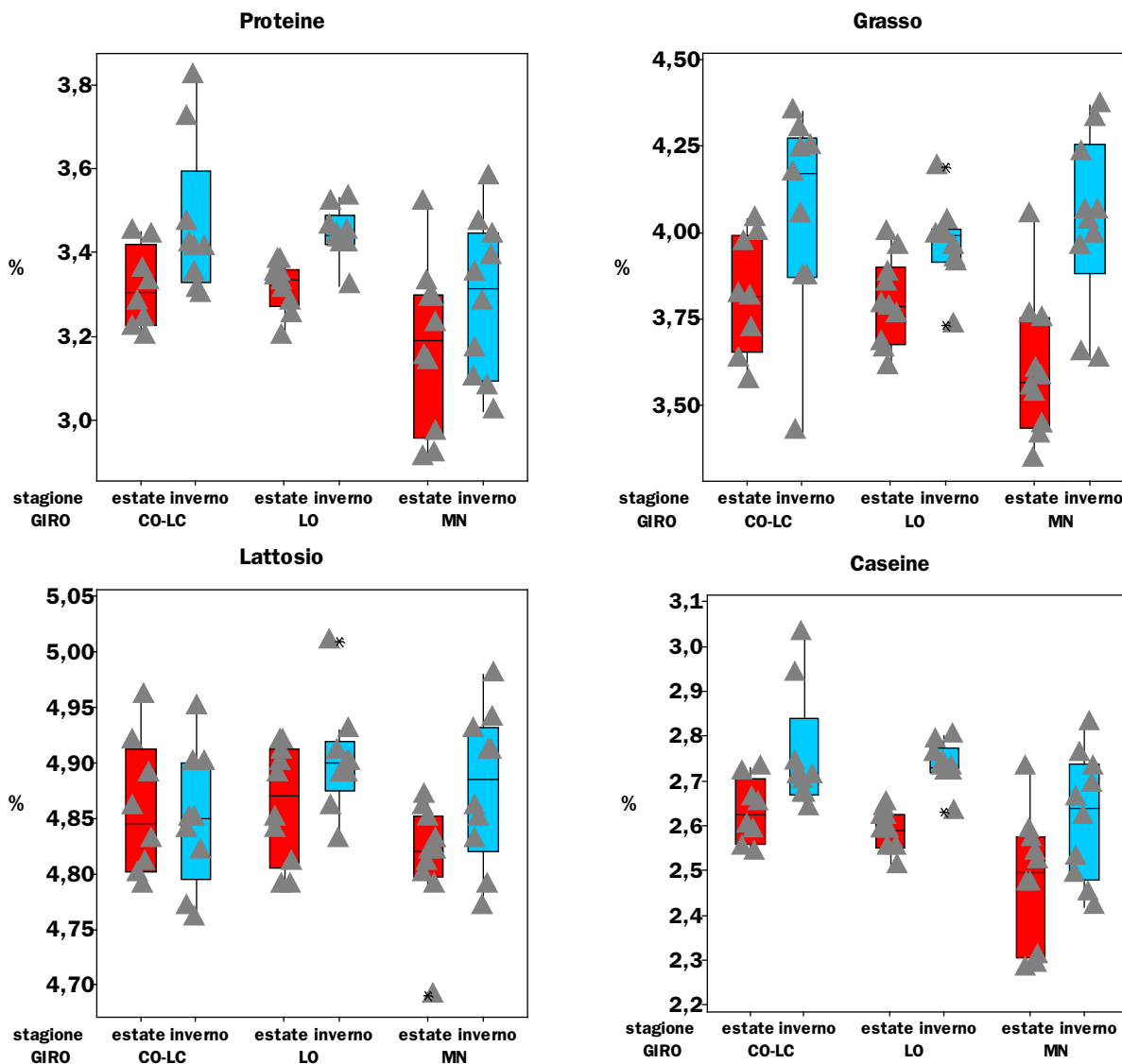
4.2. Composizione del latte e parametri di interesse caseario

Giovanna Battelli,

CNR – Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari – UOS Milano

Il latte di ogni singola azienda è stato analizzato nei due periodi, estivo ed invernale, per verificarne la composizione centesimale ed in particolare per il contenuto di caseina, correlabile alla resa casearia. La composizione centesimale del latte dei diversi giri nel periodo estivo ed invernale è quindi riassunta nei grafici seguenti.

Fig. 4.2.2. Contenuto di proteina, grasso, lattosio e caseine nel latte dei tre gruppi di aziende nel periodo estivo ed invernale



Per le tre principali componenti del latte, la zona di Lodi presenta minor variabilità. La zona di Mantova si contraddistingue per una minor percentuale di grasso, e nella stessa zona vi sono le aziende che forniscono latte con il minor contenuto in proteine. In particolare, un parametro molto importante dal punto di vista caseario è la percentuale di caseina nel latte. I latti che indicherebbero una resa casearia inferiore provengono dalla zona mantovana, mentre nella zona di Como-Lecco ci sono due aziende che presentano valori molto elevati di caseina.

4.3. Studio della frazione idrocarburica nel latte

Milena Povolo, Valeria Pelizzola, Luigi Passolungo,

CRA-Centro di ricerca per le produzioni foraggere e lattiero-casearie, Lodi

Premessa

La letteratura scientifica evidenzia una relazione tra il ritrovamento di idrocarburi di natura isoprenica (1-fitene, 2-fitene e neofitadiene) in prodotti di origine animale e il tipo di alimentazione dell'animale stesso (Urbach e Stark, 1975; Larick e coll., 1987; Povolo e coll. 2009), anche se in questi lavori la ricerca era volta ad evidenziare l'effetto del pascolo sul latte prodotto. Nell'ambito di questo progetto, invece, nessun gruppo di aziende ha adottato l'alimentazione al pascolo, ma un regime di allevamento intensivo con differente composizione della dieta somministrata agli animali. Pertanto, in questo caso, lo studio svolto da CRA-FLC è stato indirizzato a valutare se tali diversità nella dieta, seppur meno marcate rispetto a quelle tra allevamento al pascolo e allevamento intensivo in pianura, avessero effetto sulla componente idrocarburica non volatile del latte.

Relativamente all'origine delle molecole appartenenti a questa frazione, gli **idrocarburi saturi lineari** sono metaboliti secondari delle piante e importanti costituenti delle cere della cuticola. Presenti come un gruppo di composti aventi lunghezza della catena da 21 a 37 atomi di carbonio, sono prevalentemente rappresentati da omologhi a numero dispari. In molte specie vegetali i maggiori alcani sono nonacosano (C29), entriacontano (C31) e tritriacontano (C33) (Dove e coll., 2005). Gli *n*-alcani, così come tutti gli altri composti alifatici a lunga catena presenti nelle cere della cuticola, originano da una serie di passaggi metabolici appartenenti alla via biosintetica dell'acetil Coenzima A. In particolare in questa via gli acidi grassi a lunga catena possono andare incontro ad ulteriori reazioni di riduzione che li trasformano in aldeidi, alcoli e infine, dopo la perdita di un atomo di carbonio, *n*-alcani (Lacey e coll., 2008). La presenza di questi composti nelle piante, così come la loro funzione e regolazione, sembra essere collegata ai meccanismi di protezione dai fattori ambientali, come la prevenzione della perdita di acqua, lo stress termico o da raggi UV; è significativo che siano stati trovati in concentrazioni rilevanti in piante che crescono ad alte quote dove le condizioni ambientali sono piuttosto dure (Pilon e coll., 1999). Lavori di letteratura associano la presenza di alcani a catena lineare in tessuti bovini e suini ai vegetali consumati dagli animali nella loro dieta (Larick e coll., 1987; Gamero-Pasadas e coll., 2006; Post Bettenmiller, 1996; Tejada, 1999). Per ciò che riguarda, invece, gli **idrocarburi di natura isoprenica** 1-fitene, 2-fitene e neofitadiene, l'ipotesi più certa circa la loro origine in latte e carne è che derivino, per azione dei microrganismi del rumine, dal fitolo della clorofilla presente nella dieta (Body, 1977). Infine, relativamente all'origine nel latte degli **esteri del fitolo** con gli acidi grassi a lunga catena (16 e 18 atomi di carbonio, sia saturi che insaturi), essendo stati ritrovati sia in matrici vegetali (Reiter e Lorbeer, 2001) che in latte e derivati (Povolo e coll., 2012; Povolo e coll., 2013), possono essere avanzate due ipotesi: la prima prevede che vi sia trasferimento diretto dall'erba, la seconda che avvenga esterificazione nel rumine o nelle cellule della ghiandola mammaria tra fitolo e acidi grassi liberi.

Materiali e metodi

Sono stati analizzati un totale di 62 campioni di latte crudo, prelevati nel mese di luglio 2011 e gennaio 2012, dei quali 56 prelevati nelle singole aziende delle tre diverse aree di produzione (Como-Lecco, Lodi, Mantova) e 6 campioni rappresentativi della massa di ogni singola zona.

Per procedere alla determinazione della frazione idrocarburica è stato necessario effettuare una preliminare separazione del grasso dal latte. Per fare ciò è stata applicata la metodica, messa a punto nell'ambito di un precedente lavoro svolto presso CRA-FLC, che non prevede l'impiego di solventi, aspetto fondamentale per evitare il più possibile di contaminare i campioni con composti idrocarburici estranei al latte (Povolo e coll., 2009). Un'aliquota di latte è stata centrifugata a freddo per separare la crema. La crema, trasferita in una provetta di vetro, è stata addizionata di acido lattico e centrifugata alla temperatura di 60°C. Al termine di questa fase il grasso, che si trova come strato limpido e liquido, separato nella parte superiore della provetta, è stato recuperato per la successiva analisi. La frazione idrocarburica è stata separata dal grasso mediante cromatografia liquida su colonna ed analizzata in GC/MS, come riportato da Povolo e coll. (2009).

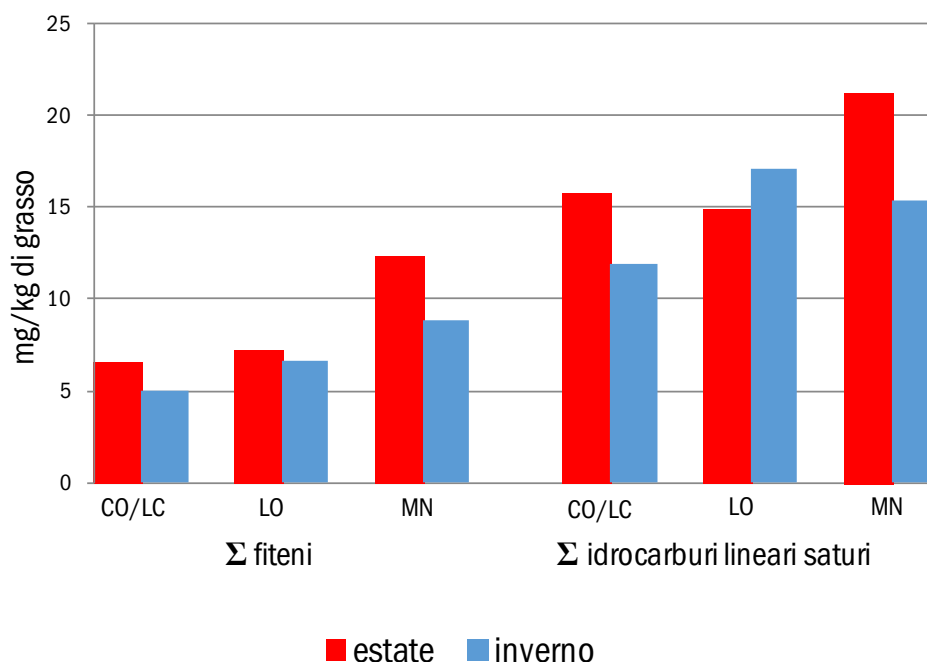
Risultati

La composizione della frazione idrocarburica non volatile dei campioni di latte analizzati nell'ambito del progetto non ha mostrato variazioni sotto il profilo qualitativo passando dall'alimentazione estiva a quella invernale, ma ha evidenziato in generale una diminuzione nel contenuto di queste molecole, sia fiteni che idrocarburi lineari (Fig. 4.3.1). La somma dei fiteni, comunque, in entrambi i periodi, si è mantenuta più elevata nelle aziende mantovane rispetto a quelle delle altre due zone.

Osservando la composizione delle razioni alimentari fornite agli animali dalle aziende delle tre zone nei periodi estivo ed invernale (Tab. 4.3.1) si nota come, in generale, in inverno sia stata somministrata una maggiore percentuale di silomais. Questo incremento è stato particolarmente importante nella zona di Mantova, dove è sensibilmente diminuita nello stesso periodo la quota di fieno, pur restando comunque quasi il doppio di quella presente nella dieta delle zone di Lodi e Como-Lecco. Nelle aziende mantovane, inoltre, passando dall'estate

all'inverno è aumentato, seppur in modo meno importante, anche il contributo della farina di mais, mentre ha continuato a non essere presente la farina di soia. Per le altre due zone, ulteriori cambiamenti di alimentazione tra razione estiva e invernale sono stati nelle aziende lodigiane un aumento della quota di mangimi, mentre in quelle della zona di Como-Lecco una diminuzione dei mangimi ed un aumento di farina di mais.

Fig. 4.3. Andamento della somma (mg/kg di grasso) degli idrocarburi saturi lineari e dei fiteni (1-fitene + 2-fitene + neofitadiene) nel latte delle tre zone e nei due periodi di studio (e=estate; i=inverno)



Tab. 4.3.1. Composizione percentuale della razione alimentare nelle aziende nei periodi estivo (e) ed invernale (i)

	Como-Lecco		Lodi		Mantova	
	estate	inverno	estate	inverno	estate	inverno
mangimi-integrazione	16,8	11,7	14,9	17,4	25,6	25,5
silomais	33,8	37,1	34,5	37,1	16,0	24,2
farina di soia razione	7,9	7,9	6,1	4,3	-	-
farina di mais in razione	16,3	20,4	21,1	21,8	12,8	14,5
fieno nella razione	23,8	22,5	19,4	21,5	48,2	41,3
di prato	19,6	19,5	14,1	15,6	28,1	27,2
di medica	3,3	3,0	2,8	2,3	18,0	12,9
di loiessa	1,0	-	2,5	3,7	2,2	1,3

Il cambio di alimentazione potrebbe essere all'origine della diminuzione degli idrocarburi di natura isoprenica, mentre più difficile, con le conoscenze attuali, risulta spiegare la diminuzione, seppure con l'eccezione delle aziende lodigiane, della componente degli idrocarburi saturi lineari.

L'intero data set dei risultati della frazione idrocarbureica non volatile dei campioni di latte è stato sottoposto ad analisi della varianza (ANOVA) impiegando il programma Xlstat 7.5 package (Addinsoft, France). La Tab. 4.3.2 riporta i risultati dell'ANOVA condotta su tutte le molecole considerate per tutti i campioni del progetto indipendentemente dal periodo.

Il latte proveniente dagli allevamenti della zona di Mantova è risultato maggiormente distinguibile da quello delle altre due zone, mentre i campioni di Lodi e Como-Lecco non sembrano differenziarsi tra loro in base a questa classe di composti. Le molecole 2-fitene e entriacontano (C31) sono state ritrovate in quantità più elevata, con differenze statisticamente significative, nei campioni della zona di Mantova rispetto a quelli di Lodi e Como-Lecco. In aggiunta a questi due composti, ottadecano (C18) e fitano sono stati rilevati in quantità più elevate nel latte di Mantova rispetto a quello di Como-Lecco e pertanto sembrano differenziare anch'essi in modo statisticamente significativo il prodotto di queste due zone. Infine, nonacosano (C29) e gli esteri del fitolo con gli acidi grassi C16 e C18 distinguono ulteriormente il latte di Mantova da quello di Lodi.

Tab. 4.3.2. Medie e ANOVA dei principali idrocarburi rilevati (mg/kg grasso) in tutti i campioni di latte prelevati nell'ambito del progetto (lettere diverse indicano differenze statisticamente significative, p<0.01)

	Como-Lecco (n=18)	Lodi (n=19)	Mantova (n=19)
1-fitene	2,0	3,0	3,3
ottadecano (C18)	1,4 ^b	1,9 ^{ab}	2,3 ^a
fitano	0,5 ^b	0,6 ^{ab}	1,4 ^a
neofitadiene	1,0	1,4	1,5
2-fitene	2,7 ^b	2,6 ^b	5,9 ^a
eneicosano (C21)	2,0	2,3	1,9
tricosano (C23)	0,7	1,1	0,8
pentacosano (C25)	1,1	1,5	1,6
eptacosano (C27)	1,8	2,3	2,4
squalene	6,5	7,2	7,4
nonacosano (C29)	3,4 ^{ab}	3,0 ^b	4,5 ^a
entriacontano (C31)	2,5 ^b	2,6 ^b	4,2 ^a
tritriacontano (C33)	0,6	0,6	0,5
estere fitolo con C16	8,0 ^{ab}	5,2 ^b	9,9 ^a
estere fitolo con C18 insat	3,3 ^{ab}	2,4 ^b	5,1 ^a
estere fitolo con C18 sat	1,2 ^{ab}	0,7 ^b	1,5 ^a

Conclusioni

Alla luce dei risultati complessivi del progetto, si può concludere come la molecola del 2-fitene nel latte possa essere ritenuta marker della presenza nella dieta di significative percentuali di fieno. Inoltre i dati relativi ad alcuni idrocarburi lineari e agli esteri del fitolo con gli acidi grassi a 16 e 18 atomi di carbonio mostrano come anche questi composti potrebbero essere impiegati per rilevare differenze nell'alimentazione animale. Il lavoro svolto nell'ambito del progetto ha permesso di arricchire la conoscenza circa l'influenza dell'alimentazione animale sulle caratteristiche del latte, confermando la presenza di un effetto della composizione della dieta sulla frazione idrocarbureica non volatile, che pertanto si rivela come una preziosa e promettente fonte di informazioni. Lo studio condotto, che a nostra conoscenza è nuovo nel settore lattiero-caseario, rappresenta sicuramente un importante punto di partenza che stimola a proseguire nella ricerca, abbinando alla valutazione del prodotto finale, sia latte che formaggio, l'analisi delle stesse componenti nel foraggio somministrato.

4.4. Valutazione della qualità nutrizionale del grasso del latte

Giovanna Battelli,

CNR – Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari – uos Milano

Premessa

La qualità nutrizionale del grasso latteo è influenzata dal contenuto in acidi grassi insaturi, soprattutto i polinsaturi omega-3, i quali sono considerati assai benefici per la salute umana. Essi infatti sono correlati alla diminuzione del colesterolo, all'attività antinfiammatoria e svolgono un ruolo di antiaggreganti piastrinici. Riducono inoltre l'adesività dei neutrofilii alle cellule dell'endotelio basale, regolano la pressione arteriosa e modulano il ritmo cardiaco. Agli isomeri dell'acido linoleico coniugato (CLA) che sono presenti nel latte viene attribuita un'azione anticancerogena, antiaterogena, immunomodulatrice e antidiabetica, di promozione dell'accrescimento e della riduzione della massa grassa corporea. Il contenuto di CLA nel latte dipende in buona parte dalla produzione ruminale di acido vaccenico. Diete ricche di oli vegetali, con elevate quantità di acido linoleico e acidi grassi polinsaturi (PUFA), o di concentrati amidacei, che riducono il pH ruminale, permettono di ottenere un aumento nel latte di CLA. Il livello di questi acidi nel latte dunque aumenta quando le bovine sono alimentate a regime prevalentemente verde come durante la monticazione, ma anche in stalla quando maggiore è la presenza di erba e fieno in razione. È importante a questo proposito la qualità stessa dei foraggi determinata, tra gli altri parametri, dalla composizione floristica, dallo stadio fenologico e dalle condizioni di fienagione. Anche gli acidi grassi ramificati (BCFA) sono stati recentemente riconosciuti come benefici per la salute in quanto avrebbero proprietà anticancerogena.

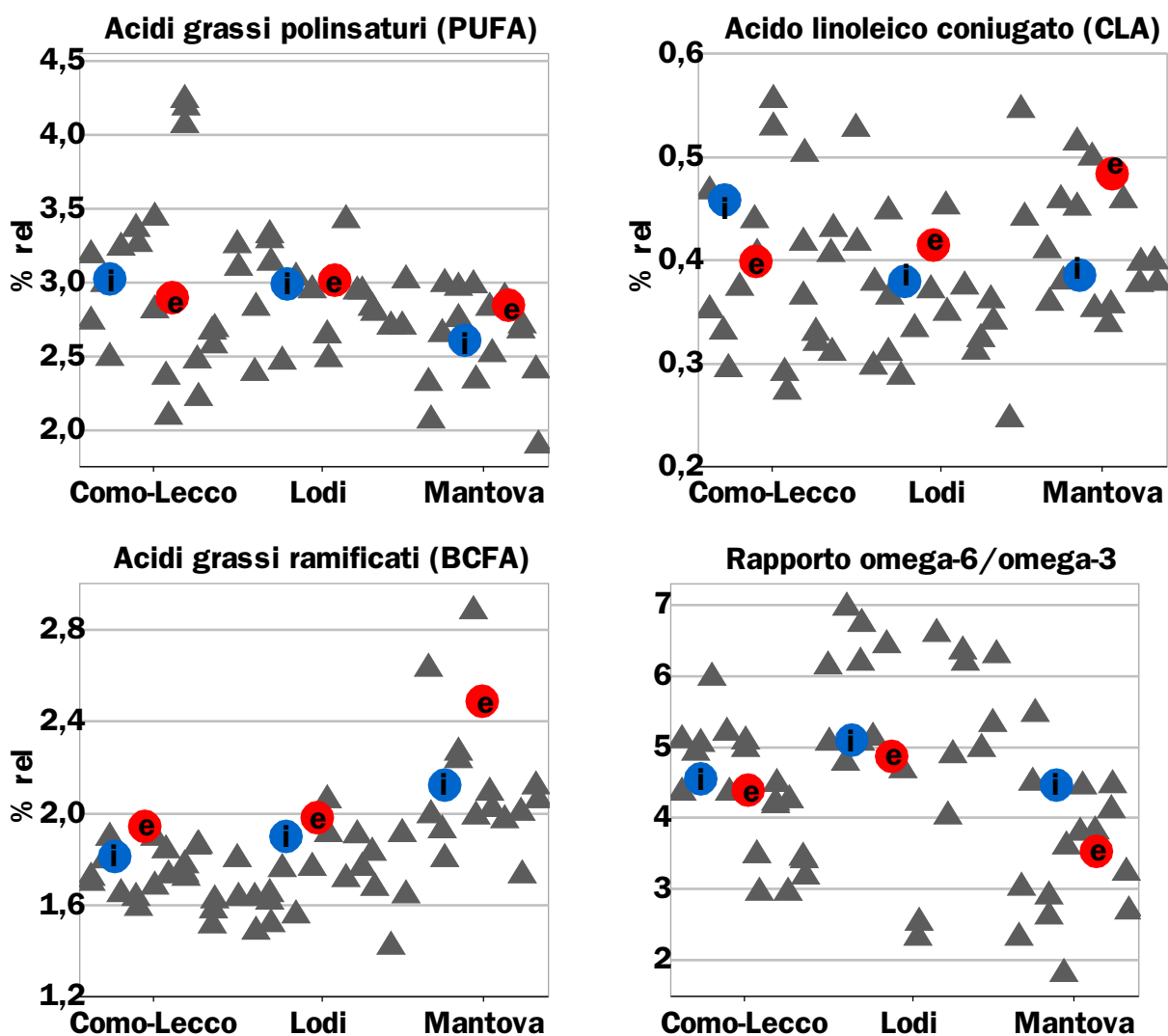
Materiali e metodi

La composizione centesimale in acidi grassi del latte delle singole aziende e dei formaggi stagionati è stata determinata mediante gascromatografia ad alta risoluzione previa transmetilazione a temperatura ambiente in presenza di catalizzatore basico, per preservare i doppi legami degli acidi grassi insaturi. L'analisi gas-cromatografica su colonna polare da 100 m ha permesso di identificare gli acidi grassi, dal C4:0 al C22:0: saturi, mono- e poli- insaturi (*cis* e *trans*), ramificati (*iso* e *anteiso*).

Risultati

I risultati principali della analisi della composizione in acidi grassi (Fig. 4.4.) mostrano che i livelli di **acidi grassi polinsaturi** (PUFA) nei latti delle tre zone sono compresi tra 1,8% e 4,3% sul totale degli acidi grassi, con i valori più elevati nelle zone di Lodi e Como-Lecco, in particolare per un produttore che inserisce semi di lino nella razione delle bovine. I livelli di PUFA dei formaggi rispecchiano quelli dei rispettivi latti, e mentre è percepibile un incremento nel periodo estivo per la sola zona di Mantova, incremento correlato ad una maggior quantità di foraggio fresco nella razione (erbaio di medica primaverile), per le altre zone i livelli di questi acidi sono costanti tutto l'anno. I livelli di **CLA** sono invece molto variabili, tipici di una alimentazione di pianura, e non sembrano differenziare le tre zone nel periodo invernale. È evidente, invece, come le lavorazioni estive siano più ricche di questo importante acido grasso per tutte le tre zone. Per quanto riguarda gli acidi grassi ramificati (**BCFA**) la zona di Mantova si distingue per i valori più elevati che corrispondono ad una qualità nutrizionale migliore. Le lavorazioni estive, inoltre, mostrano livelli maggiori delle rispettive invernali in tutte e tre le province. Un ulteriore indice di qualità nutraceutica è dato dal **rapporto omega-6/omega-3** essendo questi ultimi più importanti da un punto di vista funzionale. Per questo parametro i valori più elevati si riscontrano nei latti del gruppo lodigiano, mentre i valori più bassi (= qualità nutrizionale migliore) sono associati alla zona di Mantova.

Fig. 4.4. Livello di acidi grassi polinsaturi (PUFA), acido linoleico coniugato (CLA), acidi grassi ramificati (BCFA) e rapporto omega-6/omega-3 nei latti delle singole aziende (triangoli) e dei formaggi (cerchi) ottenuti con il latte delle tre zone in due periodi dell'anno. e = estate; i = inverno.



Conclusioni

I dati rilevati mostrano differenze tra le lavorazioni estive e invernali, soprattutto per la zona di Mantova, dove nel periodo estivo si innalzano i livelli degli acidi grassi di interesse nutrizionale (PUFA, CLA, BCFA). Questo dato conferma l'importanza del foraggio nella formulazione della razione (e la conseguente riduzione del mais) praticata in misura diversa nelle aziende del mantovano. In tutte le tre zone la variabilità è elevata, e quindi è più facile vedere differenze tra i latti delle singole aziende che tra i formaggi ottenuti dalla lavorazione del latte di massa delle tre zone. Una considerazione conclusiva si impone: il confronto tra il latte dei diversi produttori ed il formaggio ottenuto suggerisce che, per quel che riguarda il valore nutrizionale del formaggio, esso possa essere migliorato selezionando e separando il latte di quelle aziende che, indipendentemente dalla zona di produzione, forniscono un latte di qualità migliore, qualità che, altrimenti, si perderebbe nella massa.

5.

Il Formaggio

5.1. La frazione volatile del formaggio

Giovanna Battelli,

CNR – Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari – UOS Milano

Premessa

Lo studio della frazione volatile offre utili informazioni sulla “storia” biochimica dell’alimento, poiché ne è diretta conseguenza, essendo il risultato di tutto quello che è a monte della sua produzione, dalla qualità dei foraggi al biochimismo dei fermenti, fino alla maturazione nei formaggi a lunga stagionatura. Il flavour o aroma del formaggio è composto infatti da numerosi componenti, volatili e semivolatili come acidi grassi, alcoli, composti carbonilici ed esteri, tra i principali. Essi possono originare direttamente dalla materia prima latte, oppure derivare dalla degradazione enzimatica delle sostanze che costituiscono il formaggio durante il processo di stagionatura. I precursori sono infatti il lattosio, i lipidi e le proteine. Il corredo enzimatico nativo del latte è integrato ed arricchito dalla microflora dell’ambiente di produzione e dalla microflora che si aggiunge durante caseificazione e maturazione del formaggio. Essendo queste ultime comuni a tutte le produzioni del progetto (stesso caseificio, stessi locali di maturazione), eventuali differenze nella composizione dell’aroma sarebbero riconducibili all’ambiente di produzione del latte.

Materiali e metodi

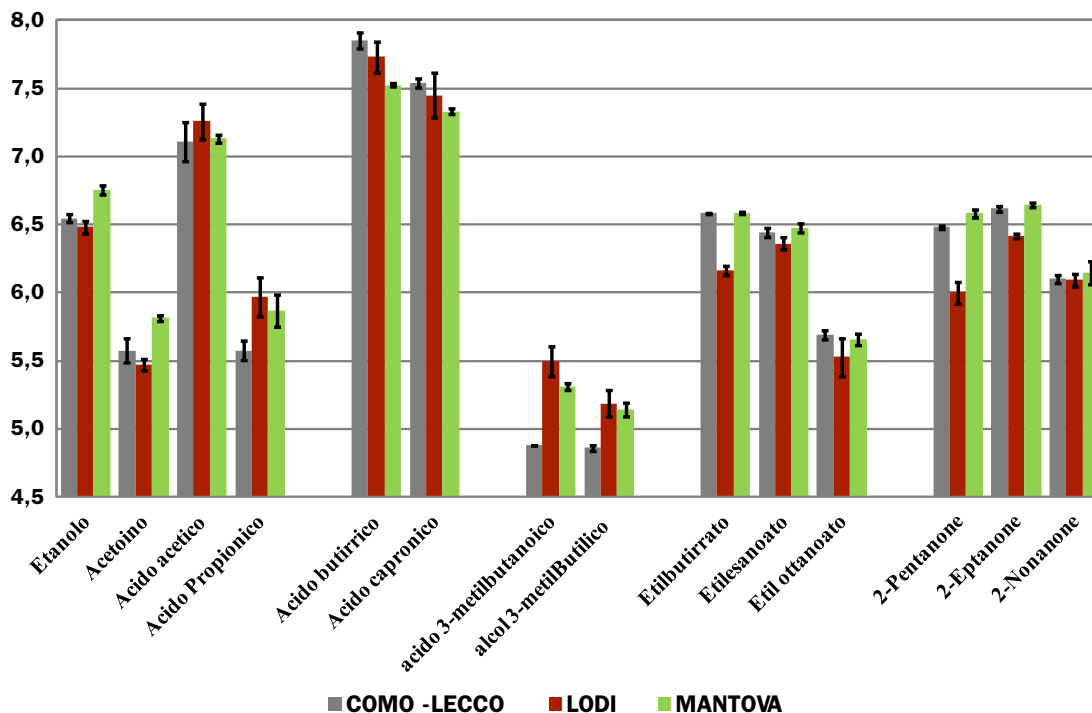
La frazione volatile del formaggio stagionato a 22-25 mesi è stata analizzata mediante tecnica SMPE-GC-MS. Questa metodica prevede l’adsorbimento degli analiti in equilibrio nella fase di vapore del campione direttamente su una opportuna fibra che resta in contatto con lo spazio di testa del formaggio per un tempo di esposizione prestabilito. La fibra viene quindi desorbita nell’iniettore del Gascromatografo/Spettrometro di Massa. La separazione degli analiti avviene su colonna polare da 60 m. La valutazione semiquantitativa avviene mediante misurazione dell’area dello ione (Q_{ion}) specifico per ogni singolo composto, ed espressa in unità arbitrarie (\log_{10}).

Risultati

In tutti i campioni i composti presenti in quantità relativamente più elevate sono risultati gli acidi grassi di origine fermentativa (acetico, propionico), lipolitica (butirrico, capronico: il butirrico rilevato, in considerazione del rapporto “fisiologico” con l’omologo superiore è da considerarsi di esclusiva origine lipolitica e non fermentativa), gli esteri degli acidi grassi (butirrico, capronico e caprilico) e i metilchetoni (2-pentanone, 2-eptanone, 2-nonanone) originati dalla degradazione del grasso, nonché altri composti di origine sia fermentativa che degradativa di lipidi e proteine, come etanolo, acetoino (metabolismo del citrato), 3-metil butanolo ed acido 3-metil butirrico (derivati dalla degradazione degli aminoacidi ramificati). Tutti questi composti in diversa misura contribuiscono al bouquet aromatico del Grana Padano. La valutazione dei profili è stata condotta confrontando tra loro le lavorazioni dello stesso periodo, in quanto la composizione del grasso estivo ed invernale ha prodotto un pattern aromatico diverso per i livelli maggiori di acidi grassi (periodo estivo) e di esteri e metilchetoni (periodo invernale).

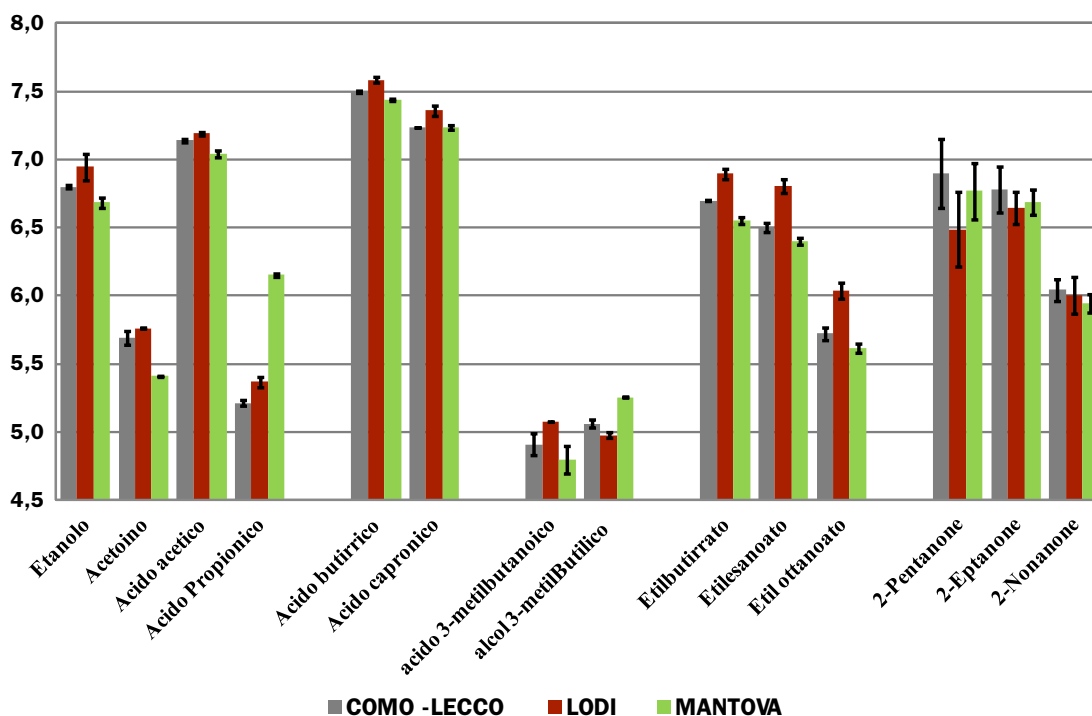
Il confronto tra i profili del grana prodotto **in estate** (Fig. 5.1.1) con il latte delle tre zone mostra che la zona di Lodi si differenzia per un minor contenuto, rispetto alle altre due zone, in metilchetoni ed esteri, composti correlati al catabolismo lipidico. Il grana prodotto con il latte della zona di Como-Lecco presenta una maggior lipolisi rispetto a quello di Mantova. La degradazione a carico della frazione proteica (rappresentata dall’acido 3-metil butanoico e dal corrispondente alcol), è molto meno pronunciata nel grana prodotto con il latte della zona di Como-Lecco.

Fig. 5.1.1. Principali composti del flavour del Grana Padano di produzione estiva a 22 mesi di stagionatura, determinati mediante SPME-GC-MS. Dati espressi in unità arbitrarie. Le barre indicano il valore medio (n=2) e la deviazione standard



Il confronto tra i profili del grana prodotto **in inverno** (Fig. 5.1.2), conferma per Lodi un minor contenuto in metilchetoni, mentre presenta un alto contenuto di esteri in confronto alle lavorazioni delle altre due zone.

Fig. 5.1.2. Principali composti del flavour del Grana Padano di produzione invernale a 22 mesi di stagionatura, determinati mediante SPME-GC-MS. Dati espressi in unità arbitrarie. Le barre indicano il valore medio (n=2) e la deviazione standard



Conclusioni

La frazione volatile dei formaggi si sviluppa durante la stagionatura ed è fortemente influenzata dai parametri di caseificazione e dalle condizioni della cella di stagionatura. La possibilità di effettuare le lavorazioni e la stagionatura nel medesimo caseificio ha consentito di eliminare queste importanti variabili mettendo in evidenza la qualità del latte delle singole zone, anche se non è stato possibile, visti i volumi di produzione, poter valutare le singole aziende. La frazione volatile in ultima analisi è quindi derivata principalmente dal corredo enzimatico

apportato dalla ricchezza del microbiota dei singoli latti, e anche dalla composizione del latte, soprattutto la sua frazione lipidica, importante precursore, assieme al lattosio e al citrato, di molti composti volatili. Le differenze nella composizione lipidica in estate ed in inverno si rispecchiano nella diversa composizione dell'aroma, soprattutto per quanto riguarda esteri e metilchetoni.

In particolare il Grana ottenuto con il latte di Lodi presenta il minor livello di metilchetoni che conferiscono piccantezza al formaggio.

5.2. Analisi sensoriale del formaggio a diversi stadi di maturazione (test triangolare)

Giovanna Battelli,

CNR – Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari – UOS Milano

Scopo principale dell'indagine è stato valutare se il Grana Padano prodotto nello stesso caseificio con latte proveniente da tre diverse tipologie di fornitori (differenziati per localizzazione e gestione aziendale) possiede caratteristiche sensoriali differenziate e percepibili da un normale consumatore di formaggio grana.

È stato dunque svolto il confronto tra le caratteristiche sensoriali del Grana Padano prodotto con latte dei tre giri: Lodigiano, Mantovano e Comasco-Lecchese. I confronti sono stati ripetuti a diversi stadi di maturazione, sia per le lavorazioni invernali che per quelle estive.

Il metodo di analisi sensoriale che risulta più efficace in questo tipo di confronto è il "test Triangolare" (norma ISO 4120:2004) che permette di confrontare due campioni (A e B) aventi anche piccole differenze di caratteristiche sensoriali e consiste nel presentare all'assaggiatore tre campioni di cui due identici: l'assaggiatore è chiamato ad identificare il campione diverso ed esprimere un parere di preferenza. Il confronto fra il numero delle scelte corrette e quelle scorrette fornisce il risultato del test.

Taglio delle forme, prelievo

La forma è stata tagliata in successione tramite macchina apposita con questa modalità (Fig. 5.2.1):

- 1 – eliminazione del piatto (ca. 2-3 cm);
- 2 – taglio trasversale della forma all'altezza di mezzo scalzo;
- 3 – eliminazione del cuore (cilindro di ca. 10 cm);
- 4 – taglio radiale in 36 porzioni;
- 5 – eliminazione di altri 10 cm dalla parte del cuore e di ca. 7 cm dalla parte dello scalzo;
- 6 – taglio in bastoncini paralleli allo scalzo (sezione ca. 1 x 1 cm).

Fig. 5.2.1. Modalità del taglio delle forme mediante macchina



Procedura

Ad ogni assaggiatore sono stati presentati tre vassoi (Fig. 5.2.2) in successione, per i tre confronti. Per ogni confronto, il piano di campionamento ha previsto la distribuzione in maniera casuale a ciascun assaggiatore di una qualsiasi delle 6 combinazioni possibili per risolvere errori dovuti alla sequenza di assaggio. La scelta del campione diverso è forzata: nel caso non si sia in grado di percepire alcuna differenza, bisogna comunque dare una risposta, segnalando la scelta come casuale. I campioni sono stati identificati da codici diversi per ognuno dei giudici impiegati, utilizzando numeri a tre cifre generati da un algoritmo in modo casuale.

Analisi ed interpretazione

La probabilità che l'assaggiatore ha di indovinare il campione diverso è del 33%, indipendentemente dalla percepibilità della differenza. I dati utilizzati sono stati: il numero dei giudizi totali, il numero delle scelte corrette ed il livello di significatività richiesto al test ($p = 0,05$ e $0,01$). Il numero delle scelte corrette è stato confrontato con il numero minimo teorico significativo in tabelle di probabilità a due entrate. Se il numero di scelte corrette è superiore od uguale a quello teorico allora possiamo concludere che esiste una differenza significativa tra i due tipi di campioni testati ad un certo livello di significatività.

Risultati

I risultati dell'analisi sensoriale-test triangolare sono riassunti in Tab. 5.2.1.

Mentre per le produzioni estive i confronti effettuati a 9 mesi non hanno mostrato differenze significative, all'ultimo prelievo (22/25 mesi) tutti i confronti mostravano che i formaggi risultavano significativamente diversi. Nel confronto tra le lavorazioni estive il grana prodotto con il latte del giro di Como-Lecco risultava il più gradito rispetto agli altri due (preferiti in ugual misura), mentre nelle lavorazioni invernali, confermandosi Como-Lecco come il preferito dei tre, il grana prodotto con il latte del giro di Mantova risultava più gradito di quello del giro lodigiano.

Conclusioni

È interessante rilevare come tutte le forme stagionate oltre i 20 mesi presentate all'assaggio siano risultate diverse nei confronti a coppie. Questo dimostra ulteriormente che, nonostante la tecnologia e le condizioni di maturazione siano le stesse per tutte le forme, le caratteristiche del latte di partenza, e soprattutto il pattern enzimatico ereditato dalla microflora del latte crudo, abbiano influito in modo significativo sulle caratteristiche sensoriali del formaggio stagionato. Un aspetto interessante è emerso confrontando il gradimento degli assaggiatori con l'analisi del flavour: i campioni meno graditi all'assaggio presentavano livelli maggiori di alcol isoamilico (3-metil-butilico, dall'odore acre, pungente) e acido 3-metil-butirrico (odore descrivibile come "puzza di piedi"), derivati dal catabolismo degli aminoacidi ramificati.

**Tab. 5.2.1. Risultati delle analisi sensoriali (test triangolare) eseguite sulle diverse produzioni di Grana Padano a diversi periodi di stagionatura.
n.s.: differenze non significative**

Produzione	Confronto	9 mesi	16 mesi	22 mesi
Estate	MN/LO	n.s.	diversi (P=0,001)	diversi (P=0,01)
	MN/CO-LC	n.s.	n.s.	diversi (P=0,05)
	LO/CO-LC	n.s.	diversi (P=0,005)	diversi (P=0,02)
Inverno	MN/LO	diversi (P=0,001)		diversi (P=0,01)
	MN/CO-LC	diversi (P=0,005)		diversi (P=0,05)
	LO/CO-LC	n.s.		diversi (P=0,02)

Innovazione tecnologica in caseificio a seguito della sperimentazione EULAT

Martin Sanna

Santangiolina Latte Fattorie Lombarde Società Agricola Cooperativa

Santangiolina Latte Fattorie Lombarde è una cooperativa di allevatori nata all'inizio degli anni '60 nella zona di Milano e Lodi per iniziativa di poche decine di produttori, arrivata oggi a raccogliere oltre 220 milioni di litri di latte all'anno da 300 allevamenti di soci situati in Lombardia e Piemonte.

Santangiolina è nata come cooperativa di raccolta latte, ma fin dagli anni '90 ha intrapreso un percorso di avvicinamento alla fase della trasformazione, investendo in altri gruppi cooperativi con l'obiettivo di proteggere e valorizzare il prodotto conferito dai soci. In quest'ottica, nel 2006 Santangiolina ha acquistato un caseificio di Grana Padano (GP) sito in Volta Mantovana (MN). Santangiolina, a differenza della quasi totalità dei caseifici del comprensorio GP, ha a disposizione una base sociale di aziende zootecniche molto ampia e variegata sia geograficamente che dal punto di vista dimensionale e gestionale con una produzione di latte estremamente diversificata nelle destinazioni finali di cui solo il 15% è trasformata a GP nel caseificio aziendale. Per la cooperativa era quindi importante mettere a fuoco le caratteristiche della propria filiera per valorizzare al massimo la "biodiversità" della sua base produttiva.

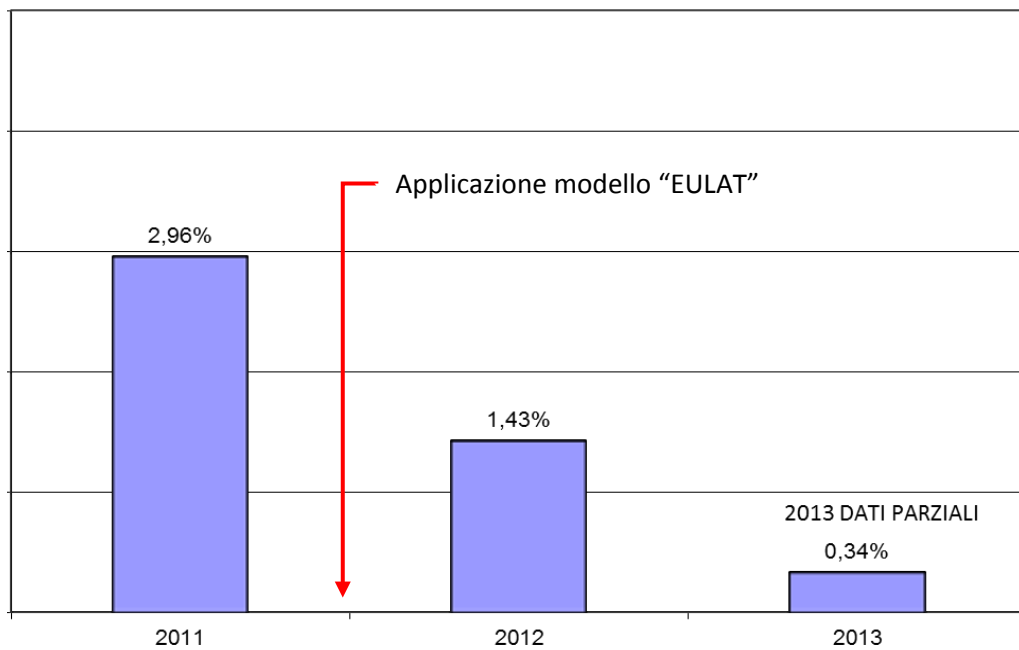
Il Progetto "EULAT"

La partecipazione al progetto "EULAT" ha permesso a Santangiolina di compiere un salto di qualità nella metodologia di approccio alle complesse problematiche legate alla trasformazione casearia del latte. Punto di forza assoluto del progetto è stato il coinvolgimento, con un continuo confronto e discussione, di molteplici specializzazioni disciplinari che hanno consentito di condurre in prima battuta uno studio sul campo "a 360 gradi" delle modalità di gestione degli allevamenti zootecnici. Nella fase successiva l'analisi dei dati e dei risultati delle caseificazioni sperimentali, messi in relazione con le informazioni ottenute sulle aziende campione, hanno offerto interessanti spunti di riflessione sui criteri di selezione delle aziende conferenti da destinare alla trasformazione in GP. Per esemplificare, è emerso che la maggiore qualità microbiologica riscontrata nel latte di un gruppo di conferenti si traduceva effettivamente in caseificio in una maggiore vitalità del sieroinnesto naturale e di conseguenza in maggiore qualità del formaggio prodotto, non solo per caratteristiche merceologiche e commerciali, ma anche organolettiche direttamente legate all'apprezzamento del consumatore finale e quindi alla possibilità di valorizzazione del prodotto. Le informazioni raccolte nelle varie fasi del progetto e le relative sessioni di analisi e discussione se da una parte hanno contribuito a riorientare alcune scelte operative del caseificio sulla base di dati oggettivi, dall'altra sono state utilizzate per affinare e finalizzare ulteriormente il sistema di controllo e monitoraggio della produzione lungo l'intera filiera, che è il vero valore aggiunto che Santangiolina ritiene di avere capitalizzato in questi tre anni di sperimentazione.

Da quanto esposto discende un ulteriore e significativo elemento applicativo: valutata positivamente l'efficacia di una metodologia di lavoro collaborativa e multidisciplinare, Santangiolina ha ritenuto opportuno replicare lo stesso modello all'interno della propria organizzazione.

Riguardo ai primi risultati ottenuti dal caseificio con il nuovo metodo di lavoro, si riporta la tabella delle forme "retinate" cioè risultate qualitativamente non conformi agli standard della DOP per la valutazione dei tecnici del Consorzio di Tutela del Grana Padano, effettuata al compimento del nono mese del formaggio (N.B. per il 2013 si riporta il dato parziale ad oggi disponibile relativo al periodo gennaio-giugno).

Fig. 6.1. Percentuale di forme retinate e scarti per anno di produzione



Prospettive e considerazioni finali

Una ulteriore opportunità prevista dal progetto è la predisposizione di un marchio di qualità che valorizzi, a beneficio del consumatore finale, l'attenzione posta dalla filiera Santangiolina anche ad altri aspetti connessi a quello strettamente produttivo ed ugualmente rilevanti quali il benessere animale, l'impatto ambientale e le caratteristiche nutraceutiche del prodotto. Si deve sottolineare a questo proposito che la formula di impresa cooperativa rappresenta per Santangiolina una significativa facilitazione, trattandosi di un ambito nel quale il termine "filiera" non è un concetto astratto o un'imposizione esterna ma una vera e propria "rete" stabile costituita dalle relazioni tra la cooperativa e i suoi soci fornitori, che trova la sua qualificazione e il suo punto di forza nella condivisione degli stessi obiettivi e degli stessi valori. La predisposizione di un marchio di "qualità totale di filiera" peraltro va incontro alle nuove richieste del mercato globale anche in considerazione dell'importante potenziale export delle produzioni tipiche e tutelate, oltre a costituire uno strumento per avvicinare il consumatore finale e completare così il percorso produttivo e di vendita.

7.

Identificazione di un modello aziendale sostenibile per produzioni di eccellenza

Milena Brasca, Giovanna Battelli, Marilù Decimo, Stefano Morandi

CNR-Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari-Sezione di Milano

Milena Povo

CRA-Centro di Ricerca per le produzioni foraggere e lattiero casearie-Lodi

Silvana Mattiello, Elena Andreoli, Monica Battini

Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze Veterinarie e Sanità Pubblica, Via Celoria 10, 20133 Milano

Luciana Bava, Maddalena Zucali, Alberto Tamburini, Matteo Guerci, Anna Sandrucci

Università degli Studi di Milano-Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali-Produzione, Territorio, Agroenergia

Lucio Zanini

Associazione Regionale Allevatori Lombardia

Martin Sanna

Santangiolina Latte Fattorie Lombarde Società Agricola Cooperativa

Uno dei principali obiettivi del progetto era quello di cercare di definire un modello di azienda zootecnica da latte che, tenendo conto delle peculiarità del territorio e della realtà produttiva lombarda, fosse correlabile ad una produzione di latte di elevata qualità in termini nutrizionali, funzionali e microbiologici, ma anche ad una gestione il più possibile sostenibile sia a livello economico che ambientale, senza dimenticare l'attenzione che deve essere prestata al benessere animale. Tale obiettivo si è confermato complesso da raggiungere poiché complessa e molto eterogenea è la realtà delle aziende zootecniche lombarde.

L'approccio adottato ha previsto l'analisi statistica di un ampio numero di variabili individuate attraverso studi ed esperienze precedenti per ognuno degli aspetti considerati: qualità nutrizionale e microbiologica del latte, sostenibilità ambientale, sostenibilità economica e benessere animale.

L'identificazione delle variabili più significative ci ha permesso di creare 6 indici tematici (benessere animale, qualità microbiologica, qualità del latte, qualità nutraceutica, sostenibilità ambientale, sostenibilità economica) con i quali attribuire un punteggio alle aziende che sono state oggetto di studio nel corso del progetto (per i dettagli sulla costruzione degli indici si veda il paragrafo a fine capitolo).

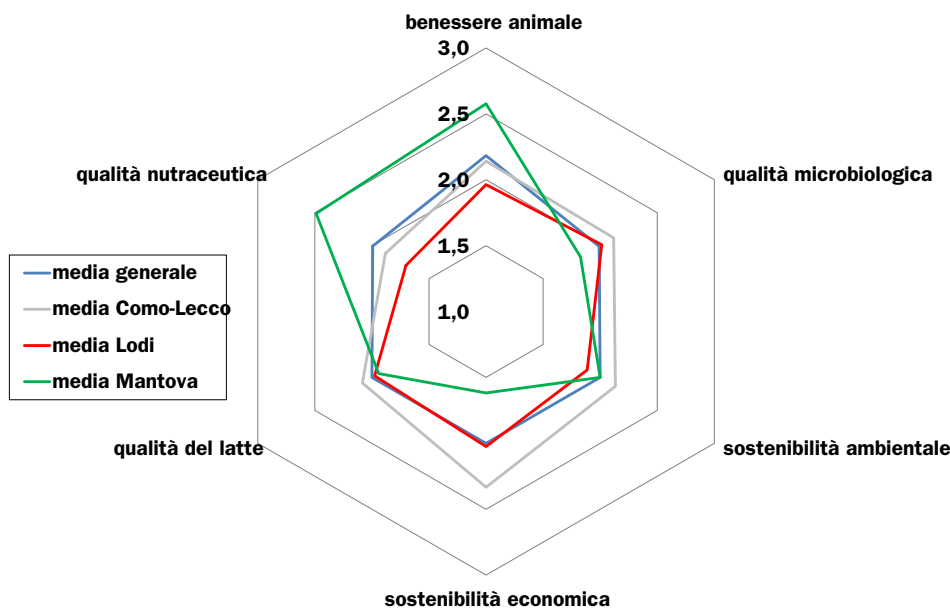
In Fig. 7.1 è possibile osservare i valori medi dei 6 indici per i tre gruppi di aziende delle province di Como-Lecco, Lodi e Mantova. Valori maggiori dei diversi indici corrispondono alle situazioni migliori.

È possibile notare come le aziende che si trovano nelle province di Como e Lecco abbiano un valore medio degli indici di qualità del latte, qualità nutraceutica, di sostenibilità ambientale e sostenibilità economica sopra la media del campione. Si tratta infatti di aziende caratterizzate da un'ottima gestione. La corretta igiene in stalla ed alla mungitura si evidenzia nel buon valore dell'indice legato alla qualità microbiologica, che è stato calcolato in funzione del contenuto nel latte di coliformi, batteri anaerobi sporigeni e batteri lattici. Le 9 aziende monitorate nella provincia di Como-Lecco erano caratterizzate anche dal più alto valore di efficienza produttiva (kg latte prodotto/kg alimento ingerito) rispetto alle aziende delle altre province: questo fa sì che queste aziende siano più sostenibili in termini economici e ambientali poiché producono molto latte con un minor impiego di risorse alimentari. Tale risultato è probabilmente dovuto al buon livello genetico della mandria ed alla qualità degli alimenti, aspetti che hanno inoltre determinato anche un buona qualità del latte valutata in termini di contenuto in grasso e proteine.

Le 9 aziende della provincia di Mantova, invece, hanno indici superiori alla media per quanto riguarda gli aspetti legati alla qualità nutraceutica dei prodotti connessa al contenuto di acido linoleico coniugato (CLA), acidi grassi ramificati e al rapporto omega-6/omega-3 e al benessere animale, mentre sono più carenti negli aspetti legati alla qualità microbiologica del latte e alla sostenibilità economica degli allevamenti.

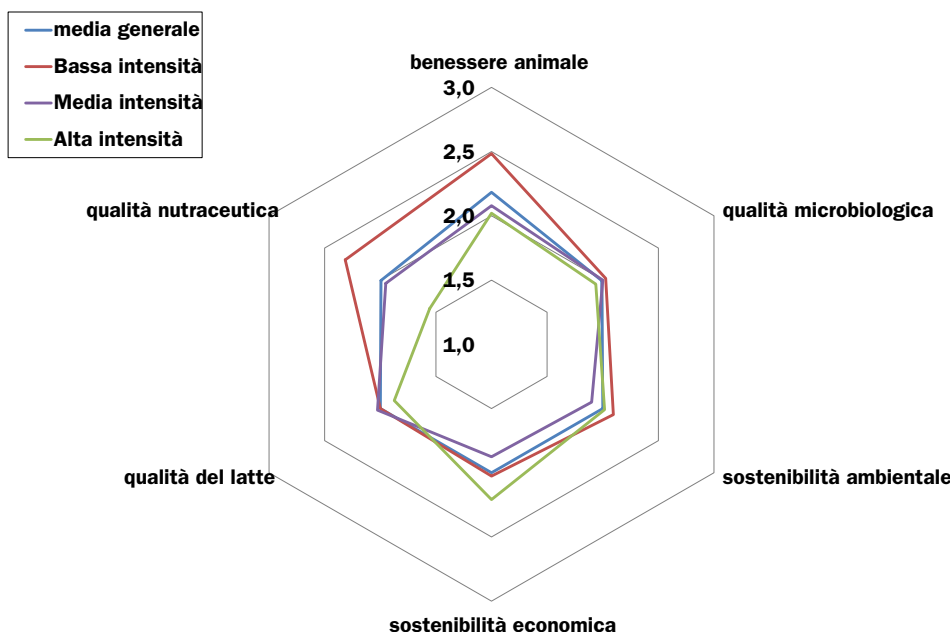
Queste aziende si distinguevano dalle altre perché adottavano mediamente una razione più ricca di foraggi, anche freschi, che ha portato a effetti positivi sulla qualità del latte in termini di presenza di composti come omega3 e acidi grassi ramificati. Relativamente all'indice del benessere (calcolato in funzione della presenza o meno di zoppie, diarree, unghioni non conformi e bovine troppo magre) bisogna ricordare che il minor numero medio di capi presenti in azienda e la razione con contenuti energetici non eccessivi hanno probabilmente determinato valori di benessere soddisfacenti, nonostante il fatto che in alcune di queste aziende le bovine fossero tenute in posta fissa. Le aziende di Lodi, invece, sono caratterizzate da indici con valori molto simili alla media del campione.

Fig. 7.1. Valori medi degli indici tematici delle aziende campione situate nelle diverse province lombarde



Nell'intento di riuscire a individuare e quindi suggerire le pratiche aziendali di minor impatto, le 29 aziende sono state anche raggruppate (clusterizzate) in base all'intensità produttiva valutata attraverso la superficie aziendale (ha), la percentuale di superficie aziendale coltivata a mais da insilato, il numero di vacche totali, il carico animale (UBA/ha), le percentuali di fieno e mais in razione, il livello produttivo (kg latte FPCM/capo al giorno), l'efficienza produttiva e il livello di autosufficienza alimentare. Da questa classificazione abbiamo ottenuto 3 gruppi di aziende (bassa, media, alta intensità produttiva), le cui caratteristiche sono state descritte precedentemente. Per ciascuno di questi gruppi sono state calcolate le medie dei 6 indici (Fig. 7.2).

Figura 7.2. Valori medi degli indici tematici nelle aziende a bassa, media e alta intensità produttiva



Le maggiori differenze tra i 3 gruppi di aziende si evidenziano per gli indici relativi alla qualità nutraceutica, e benessere animale, nei quali le aziende caratterizzate da una minor intensità produttiva hanno ottenuto valori migliori.

Nel tentativo di “proporre” un modello aziendale che soddisfi il più possibile tutti gli aspetti valutati (qualità del latte, qualità nutraceutica, qualità microbiologica, benessere animale, sostenibilità ambientale ed economica), si sono infine individuate le aziende caratterizzate da valori dei 6 indici sempre superiori alle medie del campione. In questo modo sono state evidenziate 3 aziende, tutte situate nella provincia di Como-Lecco, le cui caratteristiche aziendali sono mostrate nella tabella 7.1.

Esaminando i dati è possibile notare che le 3 aziende maggiormente virtuose sono aziende molto diverse tra di loro in relazione a diversi fattori quali superficie aziendale, superficie arabile e coltivata a silomais: si tratta infatti di aziende sia piccole che grandi, sia con poca che con tanta terra e sia con tanta e con poca superficie a mais da insilato. I parametri che invece accomunano le 3 aziende sono un buon livello produttivo, un carico animale non eccessivo, un livello di autosufficienza medio e una buona efficienza produttiva.

Questi risultati sembrano dare un’indicazione importante ossia che le aziende migliori sono quelle con una mandria adeguatamente selezionata che permette una produzione elevata con un minor numero di animali. Queste aziende utilizzano un’alimentazione adeguata per gli animali, bilanciata ed adatta a produzioni elevate, con una buona quota di alimenti prodotti in azienda.

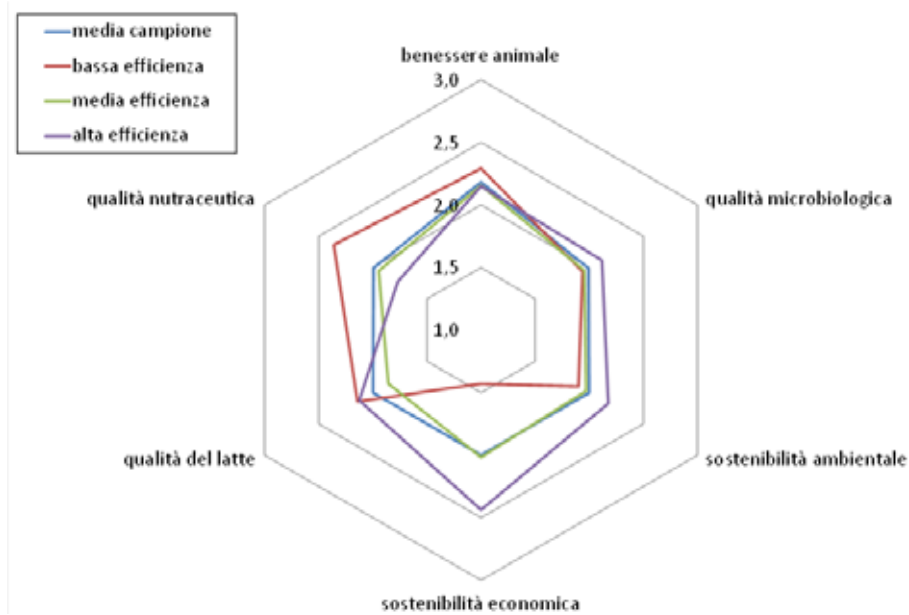
Il parametro dell’efficienza produttiva è quello con una minore variabilità tra le 3 aziende “virtuose” (coefficiente di variazione 5,67%).

In considerazione del fatto che, nel campione di 29 aziende esaminato, tale parametro, si è rivelato quello che maggiormente può evidenziare un’azienda con una ottimale gestione, si è ritenuto interessante raggruppare le aziende per livello di efficienza produttiva e quindi andare a valutare la media dei 6 indici tematici. In Fig. 7.3 vengono mostrati i valori medi per i 6 indici tematici delle aziende con bassa (<1,2 kg latte/kg alimento ingerito), media (1,2-1,4 kg latte/kg alimento ingerito) e alta efficienza produttiva (>1,4 kg latte/kg alimento ingerito). Le aziende più efficienti hanno migliori livelli degli indici legati al reddito, alla sostenibilità ambientale, alla qualità microbiologica e alla qualità del latte; mostrano invece valori vicini alla media del campione per il benessere animale e inferiori alla media per il contenuto di composti a valenza salutistica (qualità nutraceutica). Le aziende caratterizzate da una maggior efficienza produttiva sono anche le aziende con un maggior livello di autosufficienza alimentare (60,3%).

Tab. 7.1. Caratteristiche aziendali medie delle 3 aziende della provincia di Como-Lecco con valori più alti della media generale del campione per tutti e 6 gli indici considerati

		Media delle 3 aziende	Coefficiente di variazione	Media generale	Coefficiente di variazione
Superficie aziendale	ha	22,0	70,9	39,6	69,9
Superficie arabile	%	36,8	60,9	50,9	50,4
Superficie a mais da insilato	%	30,1	43,2	39,7	56,3
UBA		70,0	86,4	151	62,6
Carico	UBA/ha	2,98	29,1	4,17	62,4
Produzione di latte individuale giornaliera	kg	33,7	10,3	27,0	16,5
Produzione di latte totale	kg/ha	20624	35,4	21673	56,3
Ingestione giornaliera	kg	21,5	6,19	20,9	10,6
Efficienza produttiva	kg FPCM/kg SSI	1,56	5,67	1,29	14,4
Rapporto foraggi/concentrati		1,36	20,7	1,73	65,8
Ingestione di insilato di mais	%	32,1	8,99	30,9	38,2
Ingestione di fieno di prato	%	24,6	22,0	20,3	61,7
Autosufficienza alimentare	%	57,3	14,9	65,9	25,7

Fig. 7.3. Valori medi degli indici tematici per classi di efficienza produttiva



Classificazione delle aziende e del prodotto: applicazione dei criteri proposti

Obiettivo ultimo dello studio era la possibilità di valorizzare un percorso di filiera d'eccellenza nella produzione di latte e formaggio in termini di sostenibilità ambientale, di benessere animale e di qualità nutrizionale. Per raggiungere tale obiettivo si è deciso di utilizzare, sulla base delle elaborazioni fatte e quindi delle soglie individuate per ogni parametro misurato, uno schema di valutazione e/o di autovalutazione per l'allevatore, che comprenda tutti e 6 gli aspetti considerati: benessere animale, sostenibilità ambientale ed economica, qualità microbiologica, qualità del latte e qualità nutraceutica. Si vuole valorizzare in questo modo la qualità del latte intesa non solo limitatamente agli aspetti qualitativi del prodotto, ma anche agli aspetti relativi alla gestione aziendale. La possibilità di disporre di una valutazione oggettiva del singolo allevamento che tenga conto contemporaneamente, ma in maniera distinta, dei diversi aspetti risponde ad una duplice finalità: fornire agli allevatori nuovi elementi per dare valore aggiunto alle proprie produzioni e individuare i punti su cui è possibile intervenire per migliorare la gestione aziendale. Tale sistema rappresenta un possibile strumento per ottenere un progressivo miglioramento non solo per gli allevatori, ma anche per altri soggetti della filiera (chi ritira e trasforma il latte, associazioni di allevatori, consumatori, pubblica amministrazione).

Lo schema di valutazione prevede che, a seconda dei risultati che l'azienda riesce a conseguire in ciascuno dei 6 aspetti, vengano assegnati dei valori espressi come percentuale del punteggio massimo ottenibile (Fig. 7.4). Ad esempio con 3 parametri soddisfatti su un totale di 4 previsti per l'indice "benessere", il punteggio è pari a 75%, mentre con 2 parametri su un totale di 3 previsti per l'indice "qualità microbiologica" il punteggio raggiunto è 66,6%.

Fig. 7.4. Schema di classificazione delle aziende con l'indicazione delle soglie adottate per ciascun parametro

BENESSERE ANIMALE					Punteggio
Zoppia, %	Diarrea, %	Bovine troppo magre, %	Unghioni non conformi, %		
< 1	< 1	< 1	<28		
SOSTENIBILITA' AMBIENTALE					
Effetto serra, kg CO ₂ -eq	Acidificazione, g SO ₂ -eq	Eutrofizzazione, g PO ₄ -eq	Uso dell'energia, MJ	Uso del suolo, m ²	
<1,15	<13,5	<6,14	<4,94	<0,88	
SOSTENIBILITA' ECONOMICA					
Reddito lordo al netto del costo alimentare, € /capo giorno			Reddito lordo, € /capo giorno		
>7,39			>6,55		
QUALITA' MICROBIOLOGICA					
Coliformi, Log ₁₀ UFC/ml	Anaerobi sporigeni, Log ₁₀		Batteri lattici/Carica Batterica Standard, %		
<1,78	<1,90		>94,5		
QUALITA' DEL LATTE					
Proteine, %			Grasso, %		
>3,52			>4,06		
QUALITA' NUTRACEUTICA					
CLA-Acido Linoleico Coniugato, %	Acidi grassi ramificati, %		Omega 6/omega 3		
>0,44	>1,97		<3,43		

Nella Fig. 7.5 viene riportato un caso reale dei punteggi conseguiti da un'azienda zootecnica del campione considerato: la lettura deve essere fatta in relazione ai parametri soddisfatti (colorati in verde) rispetto a quelli richiesti. Ad esempio, relativamente ai parametriche definiscono il benessere, l'azienda è riuscita a mantenere il numero di animali con unghioni non conformi al di sotto della soglia del 28% ma non ha conseguito gli altri 3 obiettivi previsti ovvero il mantenimento, al di sotto della soglia dell'1%, della quota degli animali con zoppie, con diarrea e di bovine troppo magre.

Fig. 7.5. Schema applicato ad un azienda del campione

BENESSERE ANIMALE					Punteggio
Zoppia, %	Diarrea, %	Bovine troppo magre, %	Unghioni non conformi, %		
< 1	< 1	< 1	<28		25%
SOSTENIBILITA' AMBIENTALE					
Effetto serra, kg CO ₂ -eq	Acidificazione, g SO ₂ -eq	Eutrofizzazione, g PO ₄ -eq	Uso dell'energia, MJ	Uso del suolo, m ²	
<1,15	<13,5	<6,14	<4,94	<0,88	80%
SOSTENIBILITA' ECONOMICA					
Reddito lordo al netto del costo alimentare, € /capo giorno			Reddito lordo, € /capo giorno		
>7,39			>6,55		50%
QUALITA' MICROBIOLOGICA					
Coliformi, Log ₁₀ UFC/ml	Anaerobi sporigeni, Log ₁₀		Batteri lattici/Carica Batterica Standard, %		
<1,78	<1,90		>94,5		33%
QUALITA' DEL LATTE					
Proteine, %			Grasso, %		
>3,52			>4,06		50%
QUALITA' NUTRACEUTICA					
CLA-Acido Linoleico Coniugato, %	Acidi grassi ramificati, %		Omega 6/omega 3		
>0,44	>1,97		<3,43		0%

Per semplificarne la lettura al consumatore, il risultato della valutazione illustrato nella Fig. 7.5 potrebbe essere visualizzato in etichetta nel modo seguente, dove ogni stella colorata in verde corrisponde al raggiungimento di un obiettivo (parametro) di ciascun indice.

Azienda Esempio

Benessere animale	★☆☆☆
Sostenibilità ambientale	★★★★☆
Sostenibilità economica	★★
Qualità microbiologica	★★☆☆
Qualità del latte	★★
Qualità nutraceutica	☆☆☆

Il presente studio ha consentito di ricavare utili indicazioni per la definizione di indici che potrebbero essere utilizzati per un’etichettatura di virtuosità che contribuisca a rendere gli allevatori e i consumatori più consapevoli non solo delle caratteristiche del prodotto latte, ma dell’intera filiera produttiva.

L’uso di una etichettatura semplificata migliorerebbe la possibilità di vendere e/o acquistare, ad esempio, un latte con migliori caratteristiche oppure un latte di uguali caratteristiche, ma con un minor impatto ambientale. L’adozione di una tale sistema è funzionale nel tempo nel promuovere la scelta di prodotti di miglior qualità e/o con un processo produttivo più efficiente e una maggior sensibilità e consapevolezza da parte degli allevatori stessi.

La proposta che scaturisce dal progetto EULAT è che il latte prodotto in un’azienda zootecnica, a fronte di una valutazione oggettiva, possa ottenere un marchio commerciale che ne attesti le caratteristiche salutistiche premiando nel contempo l’attenzione prestata durante il processo produttivo agli aspetti ambientali e di benessere animale.

Calcolo Indici

Nei diversi ambiti in cui si è articolata la ricerca, descritti nei capitoli precedenti, sono state individuate le variabili più importanti utili alla definizione della qualità globale del prodotto:

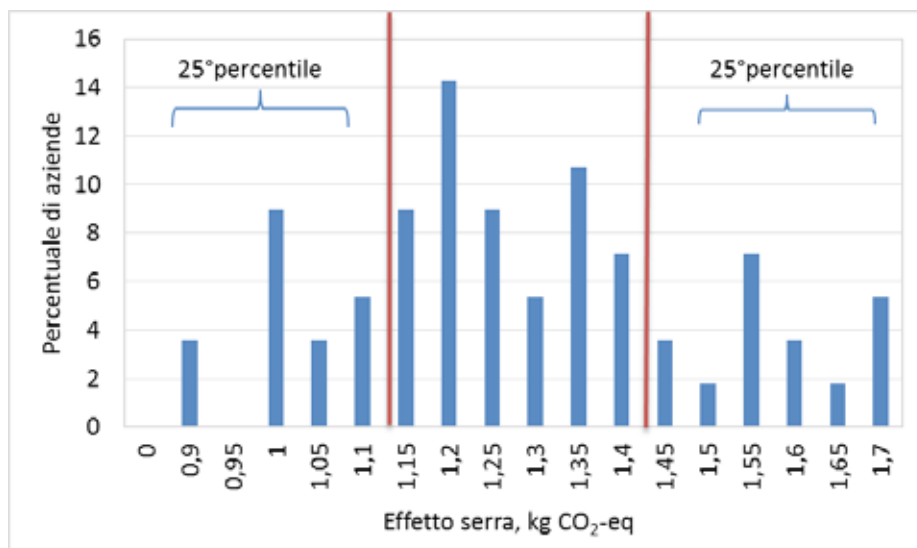
- benessere animale: percentuale di animali: con zoppia, con diarrea, con unghioni non conformi, troppo magri
- sostenibilità ambientale: effetto serra, acidificazione, eutrofizzazione, uso dell’energia, uso del suolo
- sostenibilità economica: reddito lordo al netto delle spese alimentari *, reddito lordo **
- qualità microbiologica: contenuto di batteri coliformi, batteri anaerobi sporigeni, batteri lattici come percentuale della carica batterica
- qualità del latte: percentuale di grasso e proteine
- qualità nutraceutica: CLA, contenuto di acidi grassi ramificati, omega-6/omega-3,

* **Reddito lordo al netto delle spese alimentari**: dai ricavi provenienti dalla vendita del latte vengono sottratti i costi derivanti dall’acquisto e dalla produzione degli alimenti per il bestiame (foraggi, materie prime e mangimi).

** **Reddito lordo**: dai ricavi aziendali (provenienti da: vendita del latte, carne, animali, alimenti e contributi PAC) sono state sottratte le seguenti voci di spesa: acquisto di alimenti, fertilizzanti, materiale di lettiera, gasolio, energia elettrica, contoterzista, acquisto animali, ritiro capi deceduti, spese sanitarie, consorzio irriguo.

Di tutte le variabili considerate è stata calcolata la distribuzione di frequenza nel campione di aziende analizzato al fine di individuare il valore soglia che non deve essere superato per poter ottenere una valutazione positiva (a titolo esemplificativo in Fig. 7.6 è riportata la distribuzione di frequenza della variabile effetto serra prevista nell’indice “sostenibilità ambientale”).

Fig. 7.6. Distribuzione di frequenza della variabile Effetto serra



Per ogni variabile è stato quindi costruito un indice attribuendo un punteggio 3 se l'azienda si collocava, per quella variabile, nel 25° percentile migliore (in Fig. 7.6 al di sotto del valore di 1,15 kg CO₂-eq) e 1 se si collocava nel 25° percentile peggiore (in Fig. 7.6 quindi al di sopra del valore di 1,4 kg CO₂-eq). Il punteggio 2 è stato attribuito all'azienda che si collocava nella parte di valori intermedi. I singoli indici sono stati poi riuniti in un indice aggregato per ogni ambito ottenuto sommando i punteggi da 1 a 3 dei singoli indici e dividendo la somma per il numero di indici considerati per ogni ambito tematico nel seguente modo:

$$\text{benessere animale} = \frac{\text{indice zoppie} + \text{indice diarrea} + \text{indice unghioni non conformi} + \text{indice troppo magra}}{4}$$

$$\text{sostenibilità ambientale} = \frac{\text{indice effetto serra} + \text{indice acidificazione} + \text{indice eutrofizzazione} + \text{indice uso dell'energia} + \text{indice uso del suolo}}{5}$$

$$\text{sostenibilità economica} = \frac{\text{indice reddito lordo al netto delle spese alimentari} + \text{indice reddito lordo}}{2}$$

$$\text{qualità microbiologica} = \frac{\text{indice coliformi} + \text{indice anaerobi sporigeni} + \text{indice lattici}}{3}$$

$$\text{qualità del latte} = \frac{\text{indice grasso} + \text{indice proteina}}{2}$$

$$\text{qualità nutraceutica} = \frac{\text{indice CLA} + \text{indice grassi ramificati} + \text{indice omega6/omega3}}{3}$$

8.

Bibliografia

- Alban L., Agger J.F., Lawson L.G., 1996. Lameness in tied Danish dairy cattle: the possible influence of housing systems, management, milk yield, and prior incidents of lameness. *Preventive Vet. Med.*, 29: 135-149.
- Amodeo P., 2007. Produttività e costi dei foraggi più competitivi. *Supplemento a L'Informatore Agrario* 46, 6-10.
- Battini M., Andreoli E., Mattiello S., 2010. Il benessere della bovina da latte nei sistemi zootecnici alpini: confronto tra differenti tipologie di stabulazione e gestione. *Quaderno SoZooAlp*, 6: 169-182.
- Bergen WG, 2009. Milk-Fat Depression and Lipid Repartitioning in Lactating Dairy Cows. *J. Nutr.* 139: 826–827
- Body D. R. Characterization of bovine rumen liquor isoprenoid hydrocarbons with reference to dietary phytol. *Lipids* 12, 204–207 (1977).
- Bourre JM, 2005. Dietary omega-3 fatty acids and psychiatry: mood, behaviour, stress, depression, dementia and aging. *J. Nutr., Health & Aging*, 9: 31-38
- Bramley A.J., McKinnon C.H., 1990. The microbiology of raw milk. in: *Dairy Microbiology*, vol. 1. Ed.: Robinson R.K., Elsevier, London, England. Pagg. 163-208.
- Calamari L., Bertoni G., Châtel A., Turille G., 2007. Messa a punto di un modello per la valutazione del benessere della vacca da latte negli allevamenti della Valle d'Aosta. *Quaderno SoZooAlp*, 5: 67-79.
- Cederberg C., Mattsson B., 2000. Life cycle assessment of milk production — a comparison of conventional and organic farming. *Journal of Cleaner Production* 8 49–60
- Christopherson R.J., 1985. Management and housing of animals in cold environments. In: Yousef, M.K. (Ed.), *Stress Physiology in Livestock. Ungulates*, II. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Christopherson SW and Glass RL, 1969. Preparation of milk fat methyl esters by alcoholysis in an essentially non-alcoholic solution. *J. Dairy Sci.* 52:1289–1290
- de Boer I.J.M., 2003 Environmental impact assessment of conventional and organic milk production. *Livestock Production Science* 80(1-2) 69-77
- Dove H., Mayes R. W. Using n-alkanes and other plant wax components to estimate intake, digestibility and diet composition of grazing/browsing sheep and goats. *Small Rumin. Res.* 59, 123–139 (2005).
- Ecoinvent, 2007. Ecoinvent Centre 2007, ecoinvent data v2.0 – Final reports ecoinvent 2000 No. 1-15. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH. In: *SimaPro PhD 7.3.3/Database/Professional/Ecoinvent*.
- EEA, 2009a. EMEP/EEA–Air pollutant emission inventory guidebook 2009. Technical guidance to prepare national emission inventories. 4.B Animal Husbandry and Manure Management GB2009 update June2010. <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/4-agriculture/4-b/4-b-animal-husbandry-and-manure-management.pdf/view>
- EEA, 2009b. EMEP/EEA–Air pollutant emission inventory guidebook 2009. Technical guidance to prepare national emission inventories. 4.D Crop production and agricultural soils. <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/4-agriculture/4-d/4-d-crop-production-and-agricultural-soils.pdf/view>
- Elmoslemany A.M., Keefe G.P., Dohoo I.R., Jayarao B.M., 2009. Risk factors for bacteriological quality of bulk tank milk in Prince Edward Island dairy herds. Part 1: Overall risk factors. *Journal of Dairy Science*, 92: 2634–2643.
- Ey, P. L. H. M. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *Int. J. Dairy Technol.*, 57(2), 127–144.
- Fantin V., Buttol P, Pergreffi R., Masoni P, 2011 Life cycle assessment of Italian high quality milk production. A comparison with an EPD study. *Journal of Cleaner Production* doi:10.1016/j.jclepro.2011.10.017
- Fox D.G., Sniffen C.J., O'Connor J.D., 1988. Adjusting nutrient requirements of beef cattle for animal and environmental variations. *J. Anim. Sci.*, 66: 1475-1495.
- Frank, D. C., Owen, C. M., & Patterson, J. (2004). Solid phase microextraction (SPME) combined with gas-chromatography and olfactometry-mass spectrometry for characterization of cheese aroma compounds. *LWT–Food Sci. Technol.*, 37(2), 139–154.
- Fritsche J & Steinhart H, 1998. Analysis, occurrence, and physiological properties of trans fatty acids (TFA) with particular emphasis on conjugated linoleic acid isomers (CLA) – a review. *Fett/Lipid* 100: 190–210

- Gamero-Pasadas A., Viera Alcaide I., Rios J. J., Graciani Constante E., Vicario I. M., León-Camacho M. Characterization and quantification of the hydrocarbons fraction of the subcutaneous fresh fat of Iberian pig by off-line combination of high performance liquid chromatography and gas chromatography. *J. Chromatogr. A* 1123, 82–91 (2006).
- Gehring G., 1980. Multiplication of bacteria during farm storage. In: Factors influencing the bacteriological quality of raw milk. International Dairy Federation Bulletin, Document 120.
- Gerber, P., Vellinga, T., Opio, C., Henderson, B., Steinfeld, H., 2010. Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector, A Life Cycle Assessment. FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations, Animal Production and Health Division, Rome.
- Haug A, Høstmark AT, Harstad O, 2007. Bovine milk in human nutrition – a review. *Lipids Health Dis.* 2007, 6:25-40
- Holm C., Jepsen L., Larsen M., Jespersen L., 2004. Predominant microflora of downgraded Danish bulk tank milk. *Journal of Dairy Science*, 87: 1151-1157. <http://www.foodsci.cornell.edu/cals/foodsci/extension/upload/BactRawRev.doc>
- IPCC 2006a IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management 1-87 http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf
- IPCC 2006b IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 11: N2O Emissions from Managed Soils, and CO2 Emissions from Lime and Urea Application 1-54 http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf
- ISO 4120:2004 Sensory analysis -Methodology–Triangle test
- Jayarao B. M., Wang L., 1999. A study on the prevalence of Gram negative bacteria in bulk tank milk. *Journal of Dairy Science*, 82: 2620–2624.
- Jayarao B.M., Pillai S.R., Sawant A.A., Wolfgang D.R., Hegde N.V., 2004 Guidelines for monitoring bulk tank milk somatic cell and bacterial counts. *J. of Dairy Science*, 87: 3561–3573.
- Kelly RT, O’Sullivan K., Berry D.P, More S.J., Meaney W.J., O’Callaghan E.J., O’Brien B., 2009. Farm management factors associated with bulk tank total bacterial count in Irish dairy herds during 2006/2007. *Irish Veterinary Journal*, 62: 36-42.
- Khanal RC, Olson KC, 2004. Factors Affecting Conjugated Linoleic Acid (CLA) Content in Milk, Meat and Egg: A Review. *Pakistan J. Nutr.*, 3: 82-98
- Lacey S., Ljerka K., Reinhard J. Sealing plant surface: cuticular wax formation by epidermal cells. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59, 683–707 (2008).
- Larick D. K., Hedrick H. B., Bailey M. E., Williams J. E., Hancock D. L., Garner G. B., Morrow R. E. Flavor constituents of beef as influenced by forage- and grain-feeding. *J. Food Sci.* 52, 245–251 (1987).
- Lee, H.-S., & Kim, K.-O. (2008). Difference test sensitivity: Comparison of three versions of the duo–trio method requiring different memory schemes and taste sequences. *Food Qual. Preference*, 19(1), 97–102.
- Legrand P, 2011. Nutritional interest of dairy fat. A lot of new datas concerning saturated fat. Fat, milk fat and saturated fat. IDF World Dairy Summit, Parma 15-19 ottobre 2011
- Main D.C.J., Kent J.P, Wemelsfelder F., Ofner E., Tuytens F.A.M., 2003. Applications for methods of on-farm welfare assessment. *Anim. Welfare*, 12: 523-528.
- Makovec J. A., Ruegg P.L., 2003. Results of milk samples submitted for microbiological examination in Wisconsin from 1994 to 2001. *Journal of Dairy Science*, 86:3466–3472.
- Mattiello S., Klotz C., Baroli D., Minero M., Ferrante V., Canali E., 2009. Welfare problems in alpine dairy cattle farms in Alto Adige (Eastern Italian Alps). *It. J. Anim. Sci.*, 8 (Suppl. 2): 628-630.
- McSweeney, P. L. H., & Sousa, M. J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*, 80, 293–324.
- Molkentin J, 2000. Occurrence and biochemical characteristics of natural bioactive substances in bovine milk lipids. *Br. J. Nutr.*, 84: 47-53
- Mucchetti G., Neviani E., 2006. *Microbiologia lattiero-casearia*. 2006. Ed.Tecniche Nuove, Milano.
- Murphy S.C, Boor K.J., 2000. Sources and causes of high bacteria counts in raw milk.
- Nemecek, T., Kägi, T., 2007. Life Cycle Inventories of Swiss and European Agricultural Production Systems. Final Report Ecoinvent V2.0 No. 15a. Agroscope Reckenholz-Taenikon Research Station ART, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Zurich and Dübendorf, CH. In: SimaPro Phd 7.3.3/Database/Professional/Ecoinvent.
- Pantoja J. C. F., Reinemann D. J, Ruegg P.L., 2009. Associations among milk quality indicators in raw bulk milk. *Journal of Dairy Science*, 92 :4978–4987.
- Parodi PW, 1999. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *J. Dairy Sci.*, 82: 1339-1349
- Pilon J. J., Lambers H., Baas W., Tosserams M., Rozema J., Atkin O. K. Leaf waxes of slow-growing alpine and fast-growing lowland *Poa* species: inherent differences and responses to UV-B radiation. *Phytochemistry* 50, 571–580 (1999).
- Post Bettenmiller D. Biochemistry and molecular biology of wax production in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 47, 405–430 (1996).
- Povolo M., Pelizzola V., Lombardi G., Tava A., Contarini G. Hydrocarbon and fatty acid composition of cheese as affected by the pasture vegetation type. *J. Agric.Food Chem.* 60, 299–308 (2012).

- Povolo M., Pelizzola V., Passolungo L., Biazzi E., Tava A., Contarini G. Characterization of two *Agrostis*–*Festuca* alpine pastures and their influence on cheese composition. *J. Agric. Food Chem.* 61, 447–455 (2013).
- Povolo M., Pelizzola V., Ravera D., Contarini G. Significance of the non-volatile minor compounds of the neutral lipid fraction as markers of the origin of dairy products. *J. Agric. Food Chem.* 57, 7387-7394 (2009).
- Ran-Ressler RR, Sim D, O'Donnell-Megaro AM, Bauman DE, Barbano DM, Brenna JT, 2011. Branched Chain Fatty Acid Content of United States Retail Cow's Milk and Implications for Dietary Intake. *Lipids* 46:569–576
- Reinemann D.J., Mein G.A., Bray D.R., Reid D., Britt J.S., 1997 Troubleshooting high bacteria counts in farm milk. <http://www.uwex.edu/MilkQuality/PDF/A3705.pdf>
- Reiter B., Lorbeer E. Analysis of the wax ester fraction of olive oil and sunflower oil by gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 78 (9), 881–888 (2001).
- Samková E, Pesek M, Spicka J, Pelikánová T, Hanus O, 2009. The effect of feeding diets markedly differing in the proportion of grass and maize silages on bovine milk fat composition. *Czech J. Anim. Sci.*, 54: 93-100
- Sørhaug T., Stepaniak L., 1997. Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: quality aspects. *Trends in food science and technology*, 8: 35-41.
- SPSS, 2007. SPSS 16.0 Command Syntax Reference. SPSS Inc., Chicago, IL.
- Stefanon, B., & Procida, G. (2004). Effects of including silage in the diet on volatile compound profiles in Montasio cheese and their modification during ripening. *J. Dairy Res.*, 71(1), 58–65.
- Stoop WM, Bovenhuis H, Heck JML, van Arendonk JAM, 2009. Effect of lactation stage and energy status on milk fat composition of Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.* 92 :1469–1478
- Tanaka K, 2005. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological functions. *Anim. Sci. J.*, 76: 291-303
- Tavaria, F. K., Tavares, T. G., Silva-Ferreira, A. C., & Malcata, F. X. (2006). Contribution of coagulant and native microflora to the volatile-free fatty acid profile of an artisanal cheese. *Int. Dairy J.*, 16(8), 886–894.
- Tejeda J. F., Antequera T., Ruiz J., Cava R., Ventanas J., García C. Unsaponifiable fraction content and n-alkane profiles of subcutaneous fat from Iberian hams. *Food Sci. Technol. Int.* 5, 41–45 (1999).
- Tejeda J. F., García C., Petró M. J., Andrés A. I., Antequera T. n-Alkane content of intramuscular lipids of Iberian fresh ham from different feeding systems and crossbreeding. *Eat Sci.* 57, 371–377 (2001).
- Ulbricht T.L.V. & Southgate D.A.T. ,1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, 338, 985-992
- Urbach G., Stark W. The C-20 hydrocarbons of butterfat. *J. Agric. Food Chem.* 23, 20–24 (1975).
- Vlaeminck B, Fievez V, Cabrita ARJ, Fonseca AJM, Dewhurst RJ, 2006. Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 131: 389-417
- Webster A.J.F., 1971. Prediction of heat losses from cattle exposed to cold outdoor environments. *J. Appl. Physiol.*, 30: 684-690.
- Welfare Quality®, 2009. Welfare Quality® assessment protocol for cattle. Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands.
- Whelan J, 2008. Dietary Stearidonic Acid Is a Long Chain (n-3) Polyunsaturated Fatty Acid with Potential Health Benefits^{1,2}. *J. Nutr.* 139(1): 5-10
- Wilson TA, Nicolosi RJ, Chrysam M, Kritchevsky D, 2000. Conjugated linoleic acid reduces early aortic atherosclerosis greater than linoleic acid in hypercholesterolemic hamster. *Nutr. Res.*, 20: 1795-1805
- Winckler C., Algers B., Boivin X., Butterworth A., Canali E., de Rosa G., Hesse N., Keeling L., Knierim U., Laister S., Leach K., Milard F., Minero M., Napolitano F., Schmied C., Schulze Westerath H., Waiblinger S., Wemelsfelder F., Whay H.R., Windschnurer I., Zucca D., 2007. Full monitoring system currently being tested on pilot farms around Europe Dairy Cows. Proceedings Second Welfare Quality® stakeholder conference, pp. 72-73.
- Young B.A., 1975. Effects of winter acclimatization on resting metabolism of beef cows. *Can. J. Anim. Sci.*, 55: 619-625



Regione Lombardia

Agricoltura

Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura
www.agricoltura.regione.lombardia.it