

Setting a Model  
for a Sustainable  
**DAIRY  
CHAIN**

**July 22<sup>nd</sup> 2015**

Conference Centre  
EXPO2015, Milano



Book of Abstracts



# Setting a Model for a Sustainable **DAIRY CHAIN**

22 luglio 2015  
Conference Centre - EXPO2015  
Milano

Book of Abstract

A cura del Gruppo Operativo del progetto  
"Spazi Espositivi per la Ricerca – Padiglione Italia EXPO 2015":  
Paola Botti, Milena Brasca, Silvana Castelli,  
Incoronata Galasso, Martina Zilioli



**ITALIA**  
EXPO MILANO 2015

Comitato Scientifico del progetto  
"Spazi Espositivi per la Ricerca – Padiglione Italia EXPO 2015"  
Accordo Quadro Regione Lombardia – Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Partner del progetto: Unioncamere Lombardia

*Francesco Loreto*

*Diego Breviario*

*Alessandra Stella*

Commissione Scientifica di conferenza

*Milena Brasca*

*Diego Breviario*

*Alessandra Stella*

ISBN: 978-88-940869-1-1

Anno di stampa 2015

## INDICE

5	Premessa
9	Introduction
-----	
15	Dai mangimi al prodotto: qualità e sicurezza lungo la filiera di produzione lattiero casearia
19	From feed to food: quality and safety throughout the dairy chain
-----	
25	L'innovazione tecnologica nell'allevamento dei bovini da latte: il contributo della genomica e dell'automazione
27	Technology and innovation in dairy farming: how genomics and automation are contributing
-----	
31	L'innovazione tecnologica nell'allevamento dei bovini da latte: il contributo della diagnostica veterinaria
33	Technology and innovation in dairy farming: how advanced diagnostics are contributing
-----	
35	Il parmigiano reggiano DOP: tracciabilità e genuinità
36	Parmigiano reggiano PDO cheese: traceability and authenticity
-----	
39	FEEDCODE: il codice a DNA che determina l'identità e la quantità degli ingredienti dei mangimi animali
40	FEEDCODE: a DNA barcode for plant species identification and quantification in animal feed
-----	
45	Nuovi metodi di tracciabilità a garanzia della qualità del formaggio parmigiano reggiano DOP
46	New traceability methods for quality assessment of PDO parmigiano reggiano
-----	
49	Sicurezza dei formaggi a latte crudo
50	Safety of raw milk cheeses
-----	

53	Modellazione predittiva a supporto della sicurezza microbiologica dei formaggi italiani
54	Predictive modelling aids the assessment of microbiological safety of italian cheese products
57	Biodiversità microbica nel formaggio
59	Cheese microbial biodiversity
63	Microrganismi sicuri per i prodotti lattiero-caseari
64	Safe dairy food microbes
69	Peptidi bioattivi del latte: funzioni ed effetti del polimorfismo genetico
70	Milk bioactive peptides functions and effect of genetic polymorphism of milk protein genes
75	Il latte come alimento funzionale: biopeptidi e prevenzione della carie
77	Milk as functional food: biopeptides and dental caries prevention
81	Reflui: valorizzazione energetica
82	Slurries: energetic conversion
85	Reflui: dalla gestione sostenibile ai fertilizzanti rinnovabili
86	Slurries: from sustainable management to renewable fertilizers
89	Modello per la valutazione delle produzioni casearie lombarde di eccellenza
91	A model for scoring high quality lombardy dairy productions
95	Presentazione della demo farm zootecnica
97	Zootechnical demo farm presentation



## PREMESSA

Il 16 luglio 2012 la Regione Lombardia e il Consiglio Nazionale delle Ricerche hanno sottoscritto un nuovo Accordo Quadro con una dotazione finanziaria complessiva, per il triennio 2013-2015, di 20 milioni di Euro equamente ripartita fra le due istituzioni.

Il primo Accordo Quadro, con una dotazione complessiva di 40 milioni di Euro, ha consentito di favorire la massima valorizzazione dei risultati scientifici raggiunti dal sistema della ricerca CNR in Lombardia e facilitare il trasferimento tecnologico, con la finalità di potenziare il legame tra il mondo della ricerca e quello dell'industria. I progetti conclusi nell'ambito del primo accordo (affidenti i settori dell'efficienza energetica, agroalimentare, manifatturiero lombardo e nanoscienze) hanno rappresentato strumenti concreti per l'innovazione e la competitività del tessuto produttivo locale, e hanno generato opportunità di inserimento per giovani laureati e tecnici, con 173 nuove assunzioni, hanno irrobustito e fatto avanzare le competenze e le infrastrutture scientifiche lombarde, con la produzione di 35 soluzioni tecnologiche e prototipi, 14 brevetti, 8 assetti sperimentali, 134 articoli ISI.

Nell'ambito del nuovo Accordo tra Regione Lombardia e CNR, sono stati elaborati 12 progetti, che spaziano dalle Scienze della vita all'Energia, dall'AgriFood alla Fabbrica intelligente, dalle Tecnologie per le Smart Communities e per gli Ambienti di vita alla Chimica verde e all'Aerospazio, per i quali nel luglio 2013 sono state sottoscritte altrettante convenzioni operative. Tra i progetti del nuovo Accordo anche il progetto: "Spazi Espositivi per la ricerca - Padiglione Italia Expo 2015", regolato dalla apposita convenzione operativa sottoscritta tra Regione Lombardia, CNR e Unioncamere Lombardia il 25 luglio 2013.

Il progetto "Spazi Espositivi per la ricerca - Padiglione Italia Expo 2015" ha l'obiettivo di promuovere e dare visibilità alle eccellenze lombarde nel campo della ricerca e innovazione sui temi agroalimen-

tare e ambiente, durante e dopo l'Esposizione Universale, diffondendo i risultati delle ricerche e le innovazioni. Particolare attenzione, durante il processo di mappatura e selezione delle progettualità lombarde di rilievo e attinenti al tema di Expo, è stata rivolta ai progetti e alle innovazioni tecnologiche con forti ricadute operative sul territorio nella filiera agroalimentare e ambientale, grazie anche al coinvolgimento attivo dei principali soggetti del sistema imprenditoriale, scientifico e della ricerca presenti nel territorio lombardo.

I progetti più meritevoli sono stati raggruppati secondo tre tematiche, oggetto di altrettante Conferenze internazionali, altrimenti dette "Lombardy Dialogues", che tracceranno il profilo della ricerca e dell'innovazione in relazione alle risorse ambientali e ai prodotti alimentari della regione e con un'impostazione volta al dialogo con la comunità internazionale.

I "Lombardy Dialogues" hanno debuttato il 5 maggio, il mese che il Padiglione italiano ha dedicato alla sicurezza alimentare, con la prima conferenza internazionale "Food Safety: Bridging Safety and Security", che si concentrerà sui sistemi di trasformazione alimentare, la tracciabilità, l'imballaggio e la logistica, nell'ambito della sicurezza alimentare. L'obiettivo della conferenza, che ha visto la partecipazione di oltre 240 tra rappresentanti di imprese, associazioni, ricercatori e rappresentanti del mondo accademico, è stato quello di delineare il nuovo concetto di "qualità alimentare globale" per l'industria alimentare del futuro.

Il 22 luglio è in programma la seconda conferenza internazionale dedicata alla Sostenibilità e biodiversità, dal titolo "Setting a Model for a Sustainable Dairy Chain". L'evento si concentra su diversi fattori che influenzano la sostenibilità della filiera lattiero-casearia, come il benessere degli animali e la dieta, la composizione e la lavorazione del latte, e il riciclaggio delle acque reflue per la produzione di energia e di fertilizzanti. L'esperienza lombarda è offerta come un paradigma di "best practices" per la promozione e la tutela delle risorse agricole

tradizionali in tutto il mondo

Il 27 ottobre, mese dedicato alle innovazioni tecnologiche, si svolge la conferenza internazionale "Innovative Monitoring and Management of Environmental Resources" dedicata agli strumenti innovativi e approcci destinati a gestire, monitorare e preservare le risorse ambientali in Lombardia. Suolo, l'acqua, l'agricoltura intensiva e la coltura tradizionale, la gestione dei rifiuti agro-alimentari per la produzione di bioprodotto ed energia sono tutti argomenti analizzati attraverso la lente di un giusto equilibrio tra la produzione alimentare e la tutela dell'ambiente.

Con la sottoscrizione del secondo Accordo, e la realizzazione dei 12 progetti, CNR e Regione Lombardia hanno voluto dare continuità ad una collaborazione unica nel suo genere a livello nazionale, che da subito si è distinta per efficacia e innovazione di obiettivi, metodologia e conduzione, divenendo così buona pratica di cooperazione interistituzionale da esportare e mutuare, oltre che contribuire, con un progetto dedicato, alla promozione internazionale delle eccellenze lombarde della ricerca e innovazione in occasione dell'Esposizione Universale di Milano.





## INTRODUCTION

On 16 July 2012, the Lombardy Region and the National Research Council have signed a new framework Agreement with a total budget of 20 million, equally divided between the two institutions, for the three years from 2013 to 2015.

The first Framework Agreement, with a total budget of 40 million euros, helped to foster the enhancement of scientific results obtained from the research system CNR in Lombardy and to facilitate technology transfer, with the aim to strengthen the link between the world of research and industry. The projects achieved under the first agreement (related to energy efficiency area, food processing, manufacturing sector and nanosciences) represented concrete tools for innovation and competitiveness of local production, and generated placement opportunities for young graduates and technicians, with 173 new hiring, strengthened and improved skills and scientific infrastructure in Lombardy, with the production of new 35 technological solutions and prototypes, 14 patents, 8 experimental structures, 134 articles ISI.

Under the new Agreement between the Lombardy Region and CNR, 12 projects have been developed in the following sectors: Life Sciences, Energy, Agro-food, Intelligent Factory, Technologies for Smart Communities, technologies for assisted living, Green Chemistry and Aerospace; for each project an operating agreement was signed in July 2013. One of the projects of the new agreement is the project named: "Exhibition Spaces for the search - Italian Pavilion Expo 2015", which is regulated by a specific operating agreement signed between Lombardy Region, CNR and Unioncamere Lombardia in July 25, 2013.

The project "Exhibition Spaces for the search - Italian Pavilion Expo 2015" aims to promote and give visibility during and after the World Expo to the cutting-edge research and innovation results in the fields of agro-food and environment achieved in Lombardy, disseminating the

results of research and innovations. Particular attention during the mapping process and selection of Lombard research projects relevant to the Expo2015 theme has been devoted to projects and technological innovations in the food chain and the environment with strong operational impacts on the territory, thanks to the active involvement of the main stakeholders of the business system, science and research in Lombardy. The most deserving projects have been grouped according to three themes, and will be topic of discussion during 3 international conferences, also called "Lombardy Dialogues", which will shape the profile of research and innovation in Lombardy in the environmental resources sector and agro-food with the goal to foster a dialogue between the research carried out regionally and the worldwide community.

The "Lombardy Dialogues" has debuted on 5 May, the month that the Italian Pavillon has dedicated to Food Security, with the first dialogue entitled "Food Safety: Bridging Safety and Security". Starting from fundamental Lombardy productions such as milk, meat and cereals, the conference focused on food processing systems, traceability, packaging and logistics, within the framework of food security. The goal of the conference, which registered the participation of over 240 representatives from companies, associations, researchers and experts from Universities, was to outline the new concept of "food global quality" for the food industry of the future.

On 22 July the second international conference entitled "Setting Model for a Sustainable Dairy Chain" will take place. This event, dedicated to sustainability and biodiversity, focuses on different factors affecting dairy-chain sustainability, such as animal wellbeing and diet, milk composition and processing, and sewage recycling for energy and fertilizer production. The Lombardy framework is offered as a paradigm of best practices for promoting and protecting traditional agricultural resources worldwide.

On 27 October, the month devoted to Technological Innovations, the dialogue "Innovative Monitoring and Management of Environmental

Resources” will take place: it will focus on several innovative tools and approaches designed to manage, monitor and preserve Lombardy environmental resources. Soil, water, intensive and traditional crop farming, agro-food waste management for the production of bio-products and energy are all analyzed through the lens of a judicious balance between food production and environmental protection.

With the signing of the second agreement, and the fulfillment of 12 projects, CNR and Lombardy Region intend to give continuity to a unique collaboration of its kind at a national level, which immediately stood out for efficiency and innovation objectives, methodology and management, thus becoming a best practice of institutional cooperation to export and borrow, as well as to contribute, through a dedicated project, to the international promotion of the excellence of Lombard research and innovation during the Universal Exhibition in Milan.



**Massimiliano Di Bitetto**

Il Direttore Central Management Support  
for Scientific Network and Infrastructure  
CNR - National Research Council



**Armando De Crinito**

Il Direttore Generale Vicario  
Direzione Generale Attività Produttive,  
Ricerca e Innovazione, Regione Lombardia





# ABSTRACT





# DAI MANGIMI AL PRODOTTO: QUALITÀ E SICUREZZA LUNGO LA FILIERA DI PRODUZIONE LATTIERO CASEARIA

MIKE GOODING<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FAI Farms Ltd

**Introduzione.** È intenzione di questa presentazione analizzare quali sono oggi i principali bisogni per l'industria lattiero casearia, perchè diventano più urgenti, perchè le diete sono potenzialmente oggetto di abusi e come sia possibile inserire l'alimentazione degli animali in un sistema sostenibile. È anche necessario dibattere sulla necessità che il sistema produttivo ha di promuovere e identificare nuovi e futuri modelli di sviluppo. La domanda globale di proteine della carne e di prodotti lattiero-caseari è destinata a crescere in risposta all'incremento della popolazione, all'aspirazione a condurre una vita più agiata, al fluttuare dei gusti e delle mode, condizionata da una informazione (e disinformazione) spesso esagerata dai mezzi di comunicazione. Per contro, è necessario combattere seriamente lo spreco di cibo. Nonostante una sua recente e significativa riduzione, le famiglie inglesi gettano ancora via 4.2 milioni di tonnellate di cibo e bevande all'anno, una quantità che da sola garantirebbe loro sei pasti alla settimana.

**Cosa influenza la domanda del consumatore?** Si potrebbe semplicemente rispondere che essa dipende da quanto è satollo il suo stomaco e quanto è pieno il suo portafoglio. Una risposta probabilmente cinica ma, tralasciando i prodotti di nicchia e le produzioni specialistiche, congrua con il condizionamento che proviene dal ruolo dominante dei prodotti a marchio internazionale e dalla riduzione delle catene di approvvigionamento. D'altra parte, dietro molti di questi prodotti a marchio internazionale, si muove una logica di guadagno che, limitata nel suo orizzonte temporale, rischia di avere conseguen-



ze negative sul comportamento del consumatore. Ciò nonostante, alcuni produttori di prodotti a marchio internazionale, si stanno invece promuovendo come forza di cambiamento. Lo scandalo della carne di cavallo ha evidenziato che molti (non tutti) rivenditori hanno scaricato la reponsabilità dei controlli di qualità e sicurezza sulla catena di produzione, ma questa strategia, ignorando l'aspetto morale, funziona solo in presenza di grandi scorte di cibo e numerosi produttori primari, condizioni che stanno velocemente cambiando in presenza di una diminuzione delle produzioni conseguente all'aumentare della domanda.

Alcuni titolari di prodotti a marchio internazionale hanno però intelligentemente approfittato di questa situazione per associarsi con i produttori primari con l'obiettivo di introdurre cambiamenti tali da migliorare la sostenibilità delle loro produzioni. È in quest'ottica, per favorire una maggior presa di coscienza dei loro fatturati e delle possibilità di miglioramento che sono stati condivisi sistemi sofisticati di analisi e valutazione dei dati di produzione.

**Il modello sostenibile.** Il modello sostenibile delle tre E (Economics, Environmental, Ethics) intende valutare il vero costo della produzione che dipende sia dai costi diretti, immediatamente apprezzabili, che da quelli conseguenti e derivati. Viene definito dai seguenti elementi:

- economico, relativo all'ottenimento dei rendimenti e degli obiettivi finanziari
- ambientale, relativo all'uso sostenibile delle risorse
- etico, dipendente da più fattori tra i quali quelli culturali, sociali e legati al benessere animale.

Affinchè si realizzino effettive condizioni di sostenibilità, tutti e tre questi elementi devono contribuire in modo positivo e non devono rivelarsi mutuamente esclusivi. La mancanza di una delle tre E non può essere compensata dai benefici provveduti dalle altre due.

**Cos'è che influenza l'attività dei produttori?** Il variare della domanda tende generalmente a essere tradotto in opportunità di gua-

dagno ma è difficile saperla cogliere in un mondo di produzione globale caratterizzato da grosse quantità di merce che vengono comprate e vendute. La vasta disponibilità di materie prime nel mercato globale, espone la maggior parte dei produttori a un alto rischio di fluttuazione dei prezzi e di riduzione delle provviste. Il futuro delle scorte e dei prezzi si presenta particolarmente volatile si tratti di fertilizzanti, di semi o carburanti o di materie prime come soia o mais. L'attuale sfida per molti agricoltori è come depotenziare il rischio del loro modello di business.

**Cos'è che ispira l'allevatore progressista?** I progressisti, che ammontano a non più del 10% in ogni diversa popolazione, sono altamente motivati a migliorare le loro produzioni in ottemperanza al modello delle tre E. Si caratterizzano per una maggiore profondità di pensiero, una sete di conoscenza, una particolare abilità per gli affari e il management, e la volontà di mettere alla prova la saggezza acquisita. Sono queste le caratteristiche sulle quali si basa il prevedibile successo futuro degli allevatori progressisti. Grazie a questa loro inclinazione essi comprendono bene qual è la differenza tra i bisogni e le richieste dell'animale, sanno che un migliore stato di salute migliora la produzione e aumenta i benefici riconducibili alle voci del modello a tre E. Sanno pure che misure approntate per favorire la resilienza di un allevamento alle malattie prodotte dagli inevitabili attacchi di patogeni, risultano alla fine le più efficaci, più redditizie e più sostenibili. In tutto ciò l'apporto della genetica è di fondamentale importanza perchè si possa contare su animali capaci di rimanere produttivi al cambiare delle risorse disponibili. Questo obiettivo richiede una impostazione diversa, basata sulla genetica di sostenibilità, che non consideri e privilegi i soli tratti produttivi. Ad esempio, vacche della razza holstein di particolare valore genetico richiedono una gestione attenta, una dieta oculata e un ambiente specifico. Trasferitele in Mongolia senza la corretta dieta e gestione e vedrete che non saranno produttive. La sfida principale è quella di rigettare quei sistemi di produzione evi-

dentemente basati su effetti diretti o derivati, chiaramente insostenibili. Un esempio molto attuale e pratico è rappresentato dall'incremento delle resistenze agli antimicrobici. Nel rapporto del 2014 pubblicato dal governo del Regno Unito con il titolo "Antimicrobial Resistance: Tackling a crisis for the health and wealth of nations", il problema viene presentato come segue:

- l'effetto deleterio delle resistenze agli antimicrobici (antimicrobial resistance: AMR) si è già diffuso in tutto il mondo. Almeno 50.000 sono le vittime che ogni anno vengono mietute da infezioni resistenti all'uso degli antimicrobici
- in 15 paesi europei, il 10% delle infezioni sistemiche da *Staphylococcus aureus* sono causate da ceppi resistenti alla meticillina (MRSA) ed in molti di questi paesi il livello di resistenza si sta avvicinando al 50%

Lo sviluppo di sistemi fortemente dipendenti dall'uso degli antibiotici motivato o come bisogno terapeutico o, in acqua o nel mangime, come metodo preventivo deve essere rivisto se si vuole contenere l'aumentare delle resistenze agli antimicrobici. Questi sistemi che si basano sull'uso routinario degli antibiotici non saranno più sostenibili ed è anche in questa prospettiva che diventa necessario lavorare sulla genetica animale.

**Conclusioni.** Tre sono i pilastri a sostegno di una rinnovata produzione lattiero-casearia. Il primo è rappresentato da un idoneo profilo genetico dell'animale, il secondo dal mantenimento del suo stato di salute ed il terzo dalla sua dieta alimentare. È poi ovvio che tutto ciò deve fare i conti con il rispetto del delicato e altamente sensibile equilibrio ruminale la cui alterazione, volontaria o meno, può tradursi in significativi disordini metabolici. Nel combattere per una produzione sostenibile dobbiamo renderci conto che lo sgabello a tre gambe costituite da genetica, salute animale e dieta non sta in piedi in assenza di una qualsiasi delle tre. L'importanza della dieta, la sua qualità e la consistenza della razione unite a una filiera produttiva caratterizzata

da trasparenza e monitoraggi rigorosi rappresenta la strada maestra per ottimizzare la produzione.

## FROM FEED TO FOOD: QUALITY AND SAFETY THROUGHOUT THE DAIRY CHAIN

**Introduction.** As the opening presentation this paper sets out the drivers of the dairy industry, why they are becoming more acute, where feed fits in a true sustainable system, why feed is potentially so open to abuse, and the need for production systems to challenge themselves create new models for the future.

Global demand for meat protein and dairy products is only going to increase – it's a function of population numbers, wealth driven aspiration, changing taste and fashion, driven by information (and miss-information) and exaggerated by social media. Conversely, *food waste issue must also be seriously addressed*. Despite a significant and recent drive to reduce food waste, UK households are still throwing away 4.2 million tonnes of avoidable household food and drink annually; the equivalent of six meals every week for the average UK household.

**What drives consumers?** It could be argued that this depends on how full is your stomach, and how large your wallet is. A cynical view perhaps, but setting aside niche products and specialist production, global brands and a shrinking supply chain set the agenda. However, for many brands the next set of financial results is the limit of their horizon, and with such position of influence in consumer behaviour, this may not necessarily be a force for good. Yet, some can and do become a force for positive change. The reality that horsemeat exposed is that most retailers (not all) had abdicated that responsibility down to the supply chain, leaving the supply chain the cost of implementing food quality assurance. Forgetting the moral position for a moment, that strategy has worked when that is plentiful supply and plenty of pri-

mary producers, but that rapidly changing as everything in the supply becomes more restricted by increasing demand.

Some global brands have used this opportunity to form closer partnerships with producers, to drive sustainable change. They have harnessed to power of data, and their sophisticated systems, to work with producers to help them understand their performance, and improve.

This is likely to be extended into other areas that are critical concern for society, for example the use of antibiotics both in feed, and under prescription. The 3E sustainability model (see below) allows for the multiple variables that farmers have to cope with, and it moves us on from dealing simply with the current problem without scoping the wider consequences. The sensible strategy for a farmer is therefore to find opportunity, technology and practices that reduce volatility and therefore reduce risk.

**A sustainable model.** The 3Es definition of sustainability is a model that seeks to evaluate the true 'cost' of production, both in terms of tangible direct cost, as well as consequential costs. It is defined as:

- Economics – achievement of financial and performance targets;
- Environmental – sustainable resource use
- Ethics – multiple drivers including culture, community, animal welfare

The point being that for a system to operate in a sustainable way, the three element are not mutually exclusive, all three have to be making a positive contribution. Failure in one cannot be offset by benefits in another.

**What drives producers?** The drivers of demand vary on your circumstances, and for the producer – the opportunities. In an increasingly global market, it is more of a challenge, with bulk buying and selling, sending market ripples around the world which are difficult to avoid. With so much of animal feed being provided by global commodity products, most producers are subject to high risk of price fluctuations and supply restrictions. Whether it is fertilizer, seed or fuel; or comod-

dities like soya or maize; the future of supply and pricing only looks more volatile. For many farmers the challenge is how to 'de-risk' their business model.

**What drives the progressive farmer?** Progressives (of which there is about 10% in any given population) are highly motivated to improve across all 3E areas. They are characterised by their depth of understanding, a thirst for knowledge, their business skills and management, and their willingness to challenge the received wisdom. It is these characteristics and attitude that predict that progressive farmers are those most likely to be farming in the future. It is this mindset that understands there is a difference between an animal's needs and its wants, that better health means better production as well as wider 3E benefits. That systems designed to help a flock or herd build-up resilience that helps ward off the inevitable disease attacks are ultimately more profitable and more sustainable.

The influence of genetics is absolutely fundamental – having the right animals with the traits to be productive as resource availability change. This requires a shift to breeding selection based on *sustainable genetics*, not simply a focus on the production traits. For example a high genetic merit holstein dairy cow requires careful management, expert nutrition and a specific environment. Put that same animal in Mongolia, without the management skill or the nutrition, it will not perform.

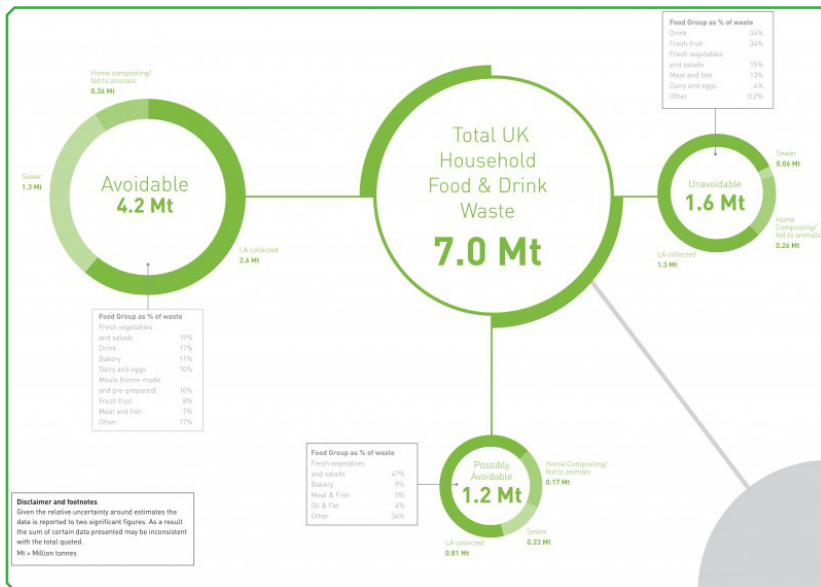
The key challenge is rejecting systems of production where, on evaluation, both the direct and knock-on effects are unsustainable. A very real and practical example is the build-up of antimicrobial resistance. In a UK Government report published in 2014 – Antimicrobial Resistance: Tackling a crisis for the health and wealth of nations – the problem is summarised as:

- The damaging effects of antimicrobial resistance (AMR) are already manifesting themselves across the world. Antimicrobial-resistant infections currently claim at least 50,000 lives each year across Europe and the US alone.

- In 15 European countries more than 10% of bloodstream *Staphylococcus aureus* infections are caused by methicillin-resistant strains (MRSA), with several of these countries seeing resistance rates closer to 50%.

The development of systems where there is a high reliance on antibiotic use for either therapeutic needs resulting from challenged animal health, or in-feed (or water) use as preventative medication, is most likely to be targeted to restrict the build-up of antimicrobial resistance. Systems that rely on the use of antibiotics for their normal performance will not be sustainable, and in-addition to system change, the genetics of the livestock will need to change.

**Summary** Having the right genetics is the start, keeping animals healthy is the second pillar; the third is nutrition. It is obvious that cattle suffer metabolic disorders, when we as managers interfere (deliberately or otherwise) in the highly sensitive and delicate balance of the rumen. As we strive for sustainable production the three legged stool of genetics, animal health and nutrition does not stand-up if anyone of the legs is missing. The importance of feed, its quality and consistency of the ration; coupled to a supply chain where transparency and rigorous testing allows the best to optimise their production; is the only way.



Gli sprechi di cibo e bevande delle famiglie del Regno Unito  
 Total UK Household Food&Drink Waste







# L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA NELL'ALLEVAMENTO DEI BOVINI DA LATTE: IL CONTRIBUTO DELLA GENOMICA E DELL'AUTOMAZIONE

FILIPPO BISCARINI<sup>1</sup>, BIANCA CASTIGLIONI<sup>2</sup>, BEN HAYES<sup>3</sup>, ALESSANDRA STELLA<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Parco Tecnologico Padano*

<sup>2</sup>*Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria, Consiglio Nazionale delle Ricerche*

<sup>3</sup>*Computational Biology, AgriBio*

Oggi l'allevamento animale si trova di fronte alla duplice necessità di soddisfare la crescente domanda mondiale di cibo riducendo contestualmente l'impatto ambientale attraverso il miglioramento della sua efficienza produttiva: nell'allevamento dei bovini da latte, dalle stesse risorse (e.g. idriche, energetiche) si dovrà ottenere una maggior produzione. L'applicazione delle moderne tecnologie è quindi imprescindibile per raggiungere questi ambiziosi obiettivi: la "zootecnia di precisione" può fornire soluzioni gestionali appropriate, aumentando efficienza e benessere animale, così come la selezione genomica può migliorarne la produttività.

Molti caratteri di importanza economica nelle produzioni animali, come ad esempio la quantità di latte prodotto, o il suo contenuto in grassi e proteine, sono sotto controllo genetico. Per larga parte dell'ultimo secolo, e in gran parte ancora oggi, la genetica quantitativa ha permesso di stimare il valore genetico degli animali con molta accuratezza, partendo dai fenotipi e dalle parentele, senza conoscere i singoli contributi dei geni, grazie a modelli e metodi matematico-statistici molto sofisticati. Oggi la conoscenza della sequenza completa del genoma bovino permette di stimarne con maggior precisione il valore genetico per i caratteri oggetto di selezione, non più quindi basata solo su fenotipi e pedigree, ma su fenotipi, pedigree e genoma. Nei bovini da

latte il vantaggio principale della selezione genomica sta nella riduzione dell'intervallo generazionale e quindi in un più rapido progresso genetico. Inizialmente la selezione genomica è stata applicata ai caratteri produttivi, quali latte, grasso e proteine, ma successivamente la si è estesa a tutti i caratteri inclusi negli schemi di selezione, come il contenuto di cellule somatiche nel latte, la fertilità e la longevità delle vacche.

Negli ultimi tempi inoltre si stanno esplorando in maniera sempre crescente molti nuovi caratteri che potrebbero essere usati negli schemi di selezione, come ad esempio, caratteri legati alla resistenza alle malattie, alla qualità delle produzioni, all'efficienza metabolica degli animali. L'interesse per questi nuovi caratteri è dovuto principalmente a due motivi. Da un lato, il basso costo delle analisi di genotipizzazione rende conveniente limitare la raccolta dei fenotipi al solo nucleo di selezione, e applicarli poi a tutta la popolazione; dall'altro, l'evoluzione tecnologica permette di misurare un numero crescente di parametri in allevamento e di raccogliere e immagazzinare grandi quantità di dati. Inoltre, grazie alle nuove tecnologie disponibili, è possibile automatizzare la rilevazione fenotipica e l'immagazzinamento dei dati. Ad esempio, i caratteri legati alla salute degli animali possono essere raccolti in maniera automatica o semi-automatica.

La zootecnia ha quindi oggi a disposizione straordinari mezzi tecnico-scientifici per affrontare le prossime difficili sfide: un atteggiamento di apertura, e non di diffidenza, verso la tecnologia e l'innovazione è necessario per cogliere queste opportunità. Come disse Warren Buffett: "[...] se le decisioni di investimento le avessero prese i cavalli, l'industria automobilistica non sarebbe mai esistita".

## **TECHNOLOGY AND INNOVATION IN DAIRY FARMING: HOW GENOMICS AND AUTOMATION ARE CONTRIBUTING**

Modern animal farming, as a whole, is facing the challenge of meeting the increased global demand for animal products, while at the same time reducing the environmental impact by gaining production efficiency. In dairy farming, from the same amount of inputs (e.g. water, energy) a higher production will be expected. Innovative technologies are therefore essential for dairy farming to achieve such ambitious targets: precision farming and genomic selection, for instance, can provide effective management solutions to increase productivity, animal welfare and overall farm efficiency.

Several economically relevant traits in dairy farming, like milk yield or milk fat and protein content, have a large genetic basis. Throughout the last century - and still much to-date - advanced statistical methods for quantitative genetics have been able to accurately estimate the genetic merit of individual animals, based solely on phenotypes and pedigree records. This was done very effectively while ignoring completely the effects of the genes involved. Currently, the discovery of the complete sequence of the bovine genome provides researchers with the means to estimate with greater accuracy the genetic values of the animals for all traits included in the selection programme, no longer based only on phenotypes and pedigree, but also on their genome. In dairy cattle, the most promising aspect of genomic selection is the shortened generation interval and consequent faster genetic progress. Initially, genomic selection was applied to production traits, like milk yield and milk fat and protein content, to be later extended to all traits included in the selection scheme, like milk somatic cells, cow fertility and longevity.

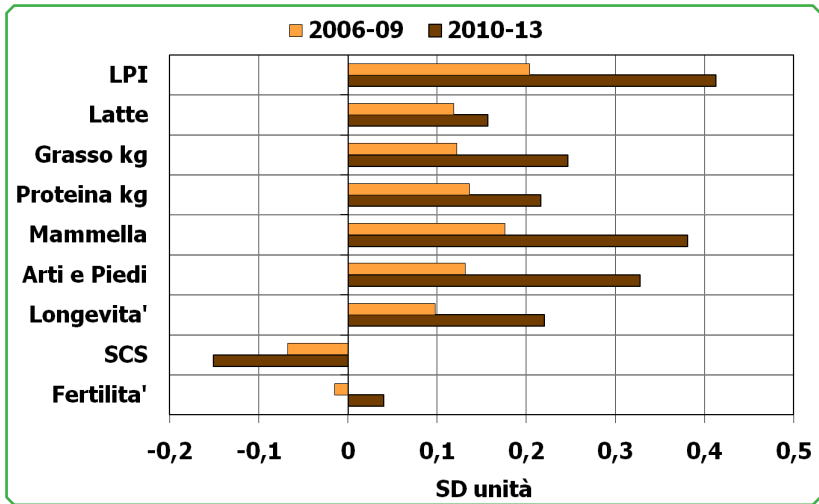
More recently, novel traits are being explored to be potentially con-

sidered for breeding: examples include disease resistance, milk quality, metabolic efficiency. The increased interest in novel phenotypes is mainly driven by two factors. On one hand, the low cost for genotyping, which makes it economical to phenotype the selection nucleus only, and later transfer results to the entire population. On the other hand, technology now allows to measure an impressive array of farm and animal parameters and characteristics, often automatically (or semi-automatically), and store them efficiently in computer databases.

Dairy farming and breeding, therefore, can now make use of extraordinary technical and scientific tools to face the challenges of the agriculture of tomorrow: a welcoming rather than mistrustful attitude towards technology and innovation in agriculture is necessary to seize such opportunities. Quoting Warren Buffet: "If horses had controlled investment decisions, there would have been no auto industry".

### **Aknowledgments.**

This research was supported by Prozoo Project "Application of genomics to problems in livestock production" and Masfield Project "Application of innovative molecular system for monitoring bovine mastitis", unded by Regione Lombardia, and Ecozoo Project "Mitigation tools for agriculture environmental impact".



Impatto della genomica: aumento del progresso genetico  
 Impact of genomics in dairy breeding: increased genetic gain





# L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA NELL'ALLEVAMENTO DEI BOVINI DA LATTE: IL CONTRIBUTO DELLA DIAGNOSTICA VETERINARIA

MARIO LUINI<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna (IZSLER) – Sezione di Lodi*

La forte spinta produttiva e la notevole circolazione di animali fra gli allevamenti favoriscono la diffusione e il rimescolamento dei microrganismi patogeni. La sostenibilità dell'allevamento intensivo della vacca da latte passa anche per una inversione di tendenza della selezione verso animali più robusti, longevi e resistenti alle malattie e per lo stesso motivo diventa sempre più necessario mettere in campo sistemi diagnostici affidabili, precisi e informativi. In questa ottica, un importante settore della ricerca applicata va verso lo sviluppo della diagnostica predittiva della salute degli animali, come per esempio quella legata alla ricerca di indicatori della risposta immunitaria e della capacità di risposta delle vacche da latte alle patologie del peri-parto, come la chetosi e gli stati di ipofecondità che incidono fortemente sulla carriera produttiva delle vacche da latte.

D'altro canto, poiché le patologie di allevamento sono sempre più condizionate da fattori manageriali o sono di tipo polimicrobico, è sempre più importante poter disporre di sistemi diagnostici in grado di svelare più patogeni contemporaneamente e in tempi più rapidi possibile, ma soprattutto in grado di riconoscere le sottospecie maggiormente aggressive, sulle quali concentrare gli sforzi. Nel campo delle mastiti per esempio, *S. aureus* è il tipico microrganismo per il quale è chiaro che si è in presenza di una grande varietà di ceppi con caratte-



ristiche di virulenza molto diverse. Con un'analisi molecolare relativamente semplice si possono riconoscere particolari genotipi che hanno un comportamento sicuramente patogeno e contagioso e affrontare le mastiti causate da questo genotipo con interventi più rigorosi e incisivi. Questa necessità di discriminare, vale a maggior ragione per tutti i microrganismi che si trasmettono dagli animali all'uomo, come quelli all'origine di zoonosi molto diffuse legate anche a ceppi batterici antibiotico resistenti e responsabili di patologie umane sempre più difficili da trattare. MRSA, *Salmonella* DT104, *E. coli* ESBL, sono solo alcuni dei *super bugs* che l'uso improprio degli antibiotici negli animali e nell'uomo ha creato nel tempo e che una diagnostica "di precisione" può riconoscere. Al tempo stesso, una diagnostica precoce o predittiva può condurre a terapie più efficaci, con minore insorgenza di soggetti "cronici", nell'ambito di una strategia complessiva di riduzione del consumo di farmaci veterinari.

Tuttavia le nuove frontiere della diagnostica vanno nella direzione della portabilità e della informatività sempre più spinta dei sistemi diagnostici. Sistemi semplici su base immuno-cromatografica tipo stick per la diagnosi di gravidanza, ma anche sistemi evoluti di realtime PCR miniaturizzata e comandata da una App del telefonino, possono essere utilizzati in situazioni di campo soprattutto dove, come in paesi in via di sviluppo, non ci sono laboratori o è sconsigliato l'invio di campioni per malattie esotiche. Sul versante della informatività i sistemi di Next Generation Sequencing (NGS) consentono ormai di analizzare l'intero genoma di un microrganismo evidenziandone tutte le caratteristiche in tempi rapidi e a costi accessibili. Di più, con questi sistemi, è possibile svelare la presenza in un campione in modo quali-quantitativo di qualsiasi microrganismo conosciuto (batteri, virus, parassiti). È il futuro a portata di mano!

## TECHNOLOGY AND INNOVATION IN DAIRY FARMING: HOW ADVANCED DIAGNOSTICS ARE CONTRIBUTING

The considerable movement of animals between farms and the strong productivity pressure, promotes the spread and mixing of pathogenic microorganisms. In this view, the sustainability of intensive dairy farming needs to go through a selection of animals more robust, long-lived and resistant to disease. For the same reason it becomes increasingly necessary for reliable, accurate and informative diagnostic tests to be available. In this context, an important area of research should be applied to the development of predictive diagnostics of animal health, such as the one of markers of the immune response and the capacity of dairy cows to react against the peri-partum diseases, as ketosis and infertility that impact heavily on the productivity of dairy cows.

On the other hand, since the diseases of farm animal, are increasingly influenced by management factors or are poly-microbial, it is increasingly important to have diagnostic systems able to reveal as quickly as possible more pathogens simultaneously and especially to recognize the more aggressive microbial subspecies, to focus more on the control efforts. Speaking about mastitis, for example, *S. aureus* is the typical microorganism where we know that a large variety of strains with very different virulence characteristics is present. In this case, a relatively simple molecular analysis can recognize specific genotypes that are definitely pathogenic and contagious and against them is convenient to introduce more severe control measures.

This need to discriminate between strains, is even more important for the organisms transmitted from animals to humans, such as those giving rise to widespread zoonoses. These organisms can be also resistant to antimicrobials and are responsible for human diseases increasingly difficult to treat. MRSA, *Salmonella* DT104, *E. coli* ESBL, are just

some of the super bugs that the improper use of antibiotics in animals and humans has created over time and that a “precision” diagnostic can recognize. At the same time, an early and predictive diagnosis can lead to more effective treatments, with lower occurrence of “chronic” subjects, as part of an overall strategy to reduce consumption of veterinary drugs.

However, the new frontiers of the diagnostic move in the direction of portability and high-throughput of the diagnostic systems. Simple tests based on immuno-assay based stick like pregnancy tests for women, but also improved systems for miniaturized real-time PCR controlled by an App of the mobile, can be used in field situations especially where there are no laboratories as in developing countries or is not recommended sending samples for exotic diseases. Speaking about high-throughput systems, Next Generation Sequencing (NGS) allows to analyze the entire genome of a microorganism, highlighting quickly and at an affordable cost all characteristics of infectious agents. Moreover, with these systems, you can reveal the presence and the amount of any known organism (bacteria, viruses, parasites) present in a sample. The future is now!



## IL PARMIGIANO REGGIANO DOP: TRACCIABILITÀ E GENUINITÀ

VALENTINA PIZZAMIGLIO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Consorzio del formaggio Parmigiano Reggiano*

Il Parmigiano Reggiano è uno dei più antichi e famosi formaggi al mondo. È ancora prodotto come nove secoli fa: gli stessi ingredienti e la stessa cura artigianale. Il Parmigiano Reggiano è un formaggio a latte crudo a pasta dura, cotta, senza additivi e con stagionatura minima di 12 mesi. È un formaggio 100% naturale conosciuto nel mondo come “il re dei formaggi” grazie alle sue caratteristiche sensoriali e nutrizionali. La produzione avviene come descritto nel Disciplinare di produzione, registrato secondo il Reg. UE 1151/2012, poiché il Parmigiano Reggiano è un formaggio a Denominazione d’Origine Protetta. Il Parmigiano Reggiano viene prodotto in una specifica zona d’origine (province di Parma, Reggio Emilia, Modena, Mantova alla destra del fiume Po e Bologna alla sinistra del fiume Reno).

Il Consorzio del formaggio Parmigiano Reggiano, fondato nel 1934, riunisce tutti i produttori (363 nel 2014) i quali ricevono il latte dagli allevatori (3348 nel 2014) situati nella zona d’origine. Tra le finalità del Consorzio vi sono la salvaguardia e la protezione della sua denominazione, la promozione della conoscenza del prodotto a supporto delle vendite, lo svolgimento di attività di ricerca per il mantenimento dell’eccellente qualità e il supporto tecnico ai produttori membri del Consorzio. L’alimentazione delle bovine che producono il latte è regolata da specifiche norme descritte nel Disciplinare. Per consolidare il legame con il territorio, il 75% dei foraggi deve essere prodotto nella zona d’origine. Il Disciplinare vieta inoltre alcuni ingredienti che potrebbero compromettere la stagionatura e/o la qualità del formaggio, come silomais e foraggi fermentati, riso, cotone, colza, *distillers*, olii e grassi,

che sono normalmente impiegati nelle bovine da latte.

Il Consorzio partecipa al progetto FEEDCODE il cui scopo è lo sviluppo di un sistema per la determinazione dell'origine botanica degli ingredienti dei mangimi. Il metodo, basato sull'analisi del DNA, permette di controllare la presenza nel mangime di specie vegetali vietate dal disciplinare.

Il Consorzio effettua attività di vigilanza sul prodotto al fine di verificare che ciò che viene venduto come "Parmigiano Reggiano", rispetti il Disciplinare di produzione. La sorveglianza si basa su diversi parametri tra cui l'analisi della fosfatasi alcalina (che indica l'utilizzo di latte crudo), del lisozima (sono vietati gli additivi), degli isotopi (per verificare la provenienza del latte dalla zona d'origine), dell'acido ciclopropilico (indicatore dell'utilizzo del silomais nel mangime), e degli amminoacidi per verificarne il profilo caratteristico.

## **PARMIGIANO REGGIANO PDO CHEESE: TRACEABILITY AND AUTHENTICITY**

Parmigiano Reggiano is one of the oldest and most famous cheeses in the world. It is still produced as it was nine centuries ago: with the same ingredients and the same artisan care. Parmigiano Reggiano is a cooked and non-pressed cheese made from raw cow's milk without additives and aged for not less than 12 months. It is a totally natural cheese known worldwide as the "King of Cheeses" due to its special production, nutritional and sensory characteristic. The manufacturing process is described in the Specification, registered according to EU Regulation 1151/2012, because Parmigiano Reggiano is a cheese with Protected Designation of Origin (PDO). Parmigiano Reggiano designation can be applied only to the cheese produced according to the Specification in the area of origin (provinces of Parma, Reggio Emilia, Modena, Mantua on the right bank of the river Po and Bologna on the

left side of the river Reno).

Established in 1934, the Consortium gathers all the producers (363 in 2014) of Parmigiano Reggiano cheese that receive the milk from registered farmers (3348 in 2014) of the area of origin. Purposes of the Consortium are to safeguard and protect the manufacturing of Parmigiano Reggiano cheese and its designation, to guarantee the product through brands and marks; to promote its knowledge supporting sales, implementing activities to maintain the excellence of the quality and offering technical support to the Consortium members.

Dairy cows are fed a special and expensive diet according to precise and strict rules described in the Specification. At least 75% of the forages must be produced within the area of origin. Some ingredients, that may impair the aging and/or the quality of the cheese, are forbidden such as silage corn and fermented feed, rice, cotton, rapeseed, fruit and vegetable by-products, distillers, fats and oils that are currently used in standard milk production.

Consortium of Parmigiano Reggiano cheese is now part of a Consortium of stakeholders and research institutes to implement the FEED-CODE Project.

The aim of this project is to develop a tool to determine the botanical origin of the ingredients included in animal feed for meat and dairy producers. The method, based on DNA barcodes analysis, allows to identify plant species included in the feed and, in particular, allows to control the presence of plant species that are not permitted by the Specification of feed for dairy cows.


Consortium is able to check if a product, sold as "Parmigiano Reggiano", fully respect the Specification. The surveys are based on analysis of alkaline phosphatase indicating the use of raw milk, lysozyme (additives are forbidden), isotopes (to check the origin of the milk from the described geographical area), markers (cyclopropylic acid) related to the use of corn silage in feed, aminoacids to check the characteristic profile of Parmigiano Reggiano.



Il marchio a fuoco del Consorzio di tutela del formaggio Parmigiano Reggiano



La stagionatura del Parmigiano Reggiano DOP



## FEEDCODE: IL CODICE A DNA CHE DETERMINA L'IDENTITÀ E LA QUANTITÀ DEGLI INGREDIENTI DEI MANGIMI ANIMALI

DIEGO BREVIARIO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria

Il mangime provveduto con la dieta agli animali da latte e carne è tra i primi elementi della filiera di produzione. Composto dalla miscelazione di più specie vegetali, riconducibili a un catalogo condiviso a livello Europeo, deve dare garanzie di qualità, corretta composizione e rispetto delle normative europee in materia di tracciabilità e certificazione (EC 767/2009). Le sue diverse componenti devono essere elencate in ordine decrescente di quantità, accertato attraverso metodi scientifici, e i valori di quantità relativa devono essere trattenuti dal produttore e dall'importatore. Rispettare queste richieste vuol dire lavorare per un mondo e per modalità produttive oneste, trasparenti, sicure e controllate. Sposando il concetto "mangime x cibo", considerato il ruolo primario dell'alimentazione, si può ben sostenere che chi inizia bene è a metà dell'opera.

Gli è che fino a oggi l'unico metodo che consente il riconoscimento delle diverse specie vegetali presenti nei mangimi, prescritto da un decreto ministeriale italiano del 1994, è basato sull'analisi al microscopio ottico dei frammenti ricavabili dalla loro frantumazione. Un metodo pesantemente condizionato dal fattore umano e poco riproducibile, oltre che antiquato. Il progetto FEEDCODE del 7 PQ EU, in cui IBBA-CNR funge da manager scientifico e tecnologico in virtù di un patrimonio brevettuale sviluppato *ad hoc*, si prefigge di introdurre una novità metodologica nell'analisi dei mangimi che porti alla identifi-



cazione automatica delle singole componenti e alla loro determinazione quantitativa. Sono stati per questo sviluppati con successo: 1) una piattaforma analitica, basata sull'elettroforesi capillare, che, in combinazione con appositi programmi applicativi e un database di specie vegetali, è in grado di riconoscere la composizione qualitativa di un mangime individuandone le componenti dichiarate e non (Fig. 1, 2) un kit diagnostico, basato sulla qPCR, per la determinazione multipla, contemporanea e quantitativa di un numero di specie vegetali inferiore o pari a otto (Fig. 2). Entrambi si basano sul metodo di tracciabilità genetica TBP (Tubulin-Based-Polymorphism).

Questo nuovo approccio sperimentale, approvato e sostenuto dai funzionari della Research European Agency, è in corso di validazione per poter essere promosso come metodo di riferimento in ambito comunitario. Nel frattempo è stato ed è utilizzato per provvedere resoconti della composizione dei mangimi rilasciati dai mangimifici e/o utilizzati da aziende e consorzi produttori di latte, formaggi e carne.

**Riconoscimenti:** in primis il gruppo IBBA-CNR Feedcode (Braglia Luca, Gavazzi Floriana, Gianì Silvia, Mastromauro Francesco e Laura Morello). A seguire i partners del progetto Feedcode, in particolare Labor S.r.l. (Valerio Grosso, Giorgio Recine, Enrico Imperi, Guido Manzi), Consorzio del Parmigiano Reggiano (Valentina Pizzamiglio) e Mediterranea Biotech (Angelo Biscione).

## **FEEDCODE: A DNA BARCODE FOR PLANT SPECIES IDENTIFICATION AND QUANTIFICATION IN ANIMAL FEED**

Animal feed is among the first elements of the supply chain leading to the production of milk and meat. It is made by mixing different amount of different plant species, referable to an approved European catalogue of primary raw materials. Feed quality, composition and

compliance with the EU regulations released on matter of traceability and certification (EC 767/2009) should be assessed by acceptable scientific methods. The different ingredients should appear in the label in a descending order of priority and their relative amount should be recorded and stored by the producer and the importer. Complying with these requirements results in a more honest, fair, safe and controlled production and commerce. Moreover: "a good start means half of the work done" with respect to the whole supply chain, in accordance with the Feed for Food concept. Up to now the only method of reference for the identification of individual plant species in feed samples is Italian and dates back to a Ministry decree of 1994. It is based on the analysis done with the optical microscope of the debris obtained by smashing the feed chunks. This approach is heavily dependent on the analyst, scarcely reproducible and rather obsolete. The Feedcode project, financed by the EU within the 7th FP, performed under the scientific and technical leadership of IBBA-CNR, that holds capital patents for the purpose, aims to introduce a new method that allows for the qualitative and quantitative identification of the single plant species present in feed samples. The following combinatorial approach has been developed. First, an analytical platform, based on capillary electrophoresis, capable, thanks to specifically developed software and database, to identify all the plant species actually present in any given feed samples, declared or not (Fig. 1). Second, a diagnostic kit, based on qPCR, for the multiple, concurrent and quantitative determination of a number of plant species equal or less than eight (Fig. 2). Both methods are based on genetic polymorphisms detected with the use of the TBP (Tubulin-Based-Polymorphism) molecular marker. At present, this new approach is under validation done according to European standards. Supported by the Research European Agency, the TBP-based technology may become the method of reference within the European community. Meantime, we are providing feed qualitative and quantitative analysis to several companies that are either feed

producers or end-users such as milk/ cheese or meat manufacturers.

**Acknowledgments:** first the IBBA-CNR Feedcode group (Braglia Luca, Gavazzi Floriana, Gianì Silvia, Mastromauro Francesco e Laura Morello). Then, the Feedcode Partners, with a special mention for Labor srl (Valerio Grosso, Giorgio Recine, Enrico Imperi, Guido Manzi), Consorzio del Parmigiano Reggiano (Valentina Pizzamiglio) e Mediterranea Biotech (Angelo Biscione).

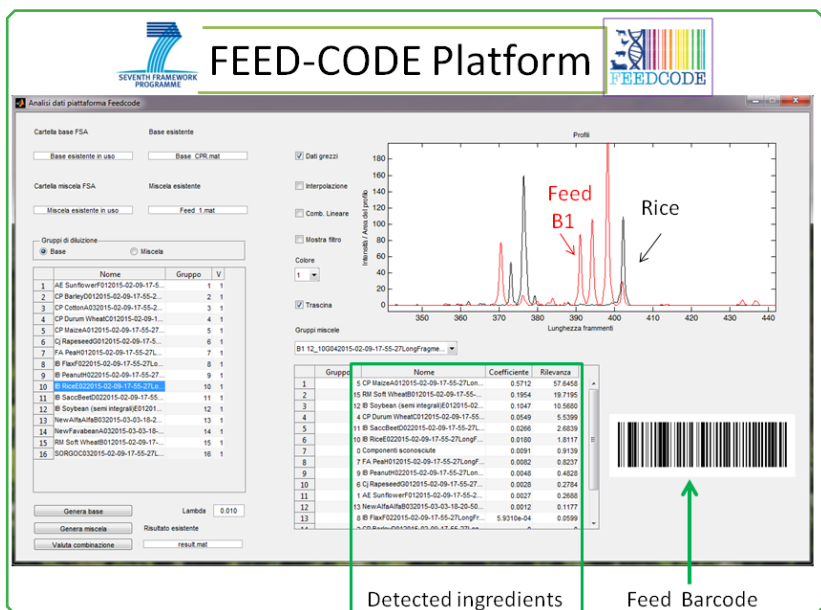


Fig. 1: Piattaforma Feedcode per l'analisi qualitativa degli ingredienti presenti nei mangimi che vengono individuati confrontando i picchi ottenuti dall'analisi per CE-TBP con quelli diagnostici di specie presenti nella banca dati Feedcode. Il software FEEDCODE può anche provvedere un specifico Barcode. Nell'esempio viene individuata la presenza non dichiarata di riso nel mangime B1

Fig. 1: Feedcode platform for the qualitative recognition of the different ingredients present in the analyzed feed sample. Recognition is based on comparison of the peaks resulting from the CE-TBP analysis with those, species-specific, present

in the Feedcode data base. The Feedcode software can also release a specific barcode. The graph shows the detection of undeclared rice in feed sample B1

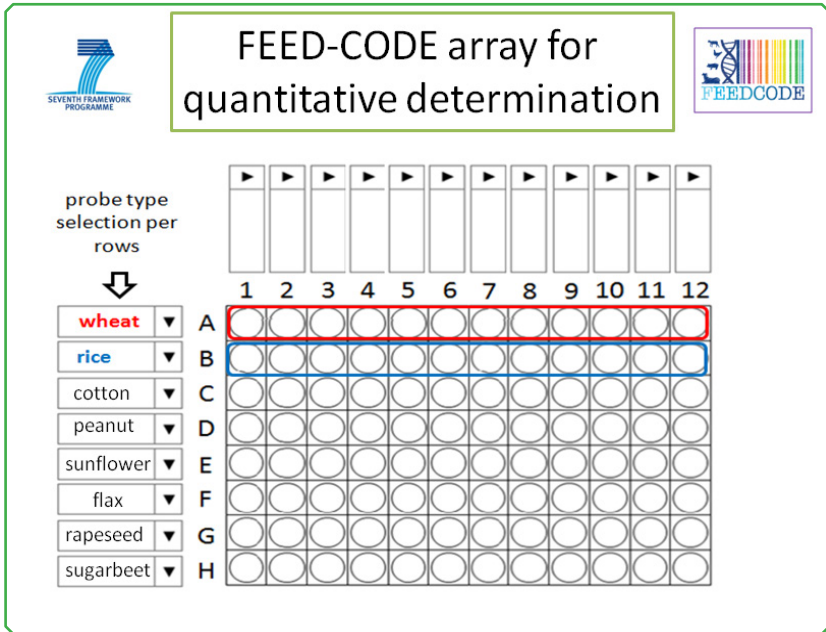


Fig. 2: Dispositivo Feedcode, basato sulla RT-PCR, per la simultanea identificazione quantitativa, di 8 diverse specie vegetali in mangimi animali.

Fig. 2: Feedcode device, based on RT-PCR for the concurrent quantitative identification of 8 different plant species in feed samples.

## References

- [1] Casazza AP, Gavazzi F, Mastromauro F, Gianì S and Breviaro D. (2011) : Certifying the feed to guarantee the quality of traditional food : an easy way to trace plant species in complex

- mixtures. *Food Chemistry* 124 : 685-691
- [2] Gavazzi F, Casazza AP, Depedro C, Mastromauro F, Breviario D (2012) Technical improvement of the TBP (Tubulin-Based-Poly-morphism) method for plant species detection, based on capillary electrophoresis. *Electrophoresis* 33 : 2840-2851
- [3] Casazza AP, Morcia C, Ponzoni E, Gavazzi F, Benedettelli S and Breviario D (2012) A reliable assay for the detection of soft wheat adulteration in Italian pasta is based on the use of new DNA molecular markers capable of discriminating between triticum aestivum and triticum durum. *J Cereal Sci* 56 : 733-740
- [4] Ponzoni E, Breviario D, Mautino A, Gianì S. and Morello L (2013) A multiplex, bead-based array for profiling plant-derived components in complex food matrixes *Analytical Bioanalytical Chemistry*. 405 :9849-9858
- [5] Ponzoni E., Morello L., Gianì S. and Breviario D (2014) Traceback identification of plant components in commercial compound feed through an oligonucleotide microarray based on tubulin intron polymorphism. *Food chemistry* 162 : 72–80



## **NUOVI METODI DI TRACCIABILITÀ A GARANZIA DELLA QUALITÀ DEL FORMAGGIO PARMIGIANO REGGIANO DOP**

ROBERTO CONSONNI<sup>1</sup> E LAURA RUTH CAGLIANI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per lo Studio delle Macromolecole*

La globalizzazione dei mercati offre la possibilità di avere sulle nostre tavole prodotti alimentari di diverse provenienze e origini. Un patrimonio di sapori, tipicità e specialità da valorizzare e da promuovere. La comunità europea ha disposto l'impiego di marchi atti a valorizzare la tipicità e l'origine di alcuni prodotti (IGP, DOP, STG). La possibilità di valorizzare tali prodotti, implica necessariamente una serie di procedure e controlli atti a garantire la qualità e la sicurezza degli stessi, sottolineandone anche gli aspetti nutrizionali a esso legato. Il concetto di qualità oggi comprende molteplici fattori che contribuiscono a conferire all'alimento una sua tipicità. Qualità e sicurezza sono quindi un binomio inscindibile necessariamente affiancato dall'autenticità. La determinazione della qualità di un alimento sottende quattro aspetti fondamentali: chimico generale (chimica dei principi alimentari come le proteine, carboidrati, lipidi e vitamine), analitico (chimica analitica applicata all'alimento), tecnologico (che prevede la descrizione dei processi di preparazione, trattamento e conservazione dei prodotti alimentari) e chimico-igienico (che previene la contaminazione chimica degli alimenti). Assicurare la qualità di un alimento rappresenta quindi una sfida importante, giocata su più fronti. L'esigenza della definizione di autenticità di un alimento nasce dalla necessità di limitare le frodi, le contraffazioni e le sofisticazioni. Attualmente ci sono delle normative precise, non solo per il mercato italiano, che indicano le determinazioni analitiche che devono essere utilizzate per definire la qualità e l'autenticità di un alimento. Spesso queste norme implicano delle

determinazioni analitiche che però non risultano essere sufficientemente adeguate. Per esempio l'identificazione geografica di un prodotto o la corretta applicazione di un disciplinare di produzione per un alimento DOP sono affermazioni che devono essere controllate con procedure oggettive quali sono le tecniche analitiche. In questi ultimi anni, diverse tecniche "avanzate" ossia tecniche che prevedono l'impiego di strumenti analitici non convenzionali/routinari, sono state applicate con successo nella caratterizzazione della qualità e della autenticità degli alimenti. Tra queste, la risonanza magnetica nucleare, occupa un posto di rilievo per la sue potenzialità già largamente dimostrate<sup>1,2</sup>. In questa presentazione verranno illustrati i risultati ottenuti su uno studio della tracciabilità e sulla qualità del Parmigiano Reggiano DOP utilizzando la tecnica NMR abbinata a metodi statistici multivariati<sup>3</sup>.

## **NEW TRACEABILITY METHODS FOR QUALITY ASSESSMENT OF PDO PARMIGIANO REGGIANO**

The market globalization allowed consumers to evaluate foods of any provenience and origin. This opportunity represent big cultural, typicalness and flavors heritage that need to be emphasized and maintained. The European Community suggested the use of labels to emphasize typicalness and origins of some foods (PGI, PDO, GST). The possibility to valuate such products, imply procedures and controls aimed to guarantee quality and security assessment as well as to underline the nutritional aspects involved. Quality assessment imply several aspects contributing to give typicalness to a specific food. Quality and security are necessarily joined with authenticity when food parameters are defined. Quality assessment procedure includes four fundamental aspects: general chemistry (content of proteins, vitamins, lipids, carbohydrates), analytic (food applied analytical chemistry), technological aspects (de-

scription of all processes constituting the food chain) and chemical-sanitary aspects (to prevent chemical contamination of foods). Quality assessment represents a big and important challenge. The authenticity definition is strongly requested to prevent frauds and mislabeling. Precise legislation rules are nowadays available not only in the Italian market, suggesting the analytical investigations required to define food quality and authenticity. Unfortunately, these legislation rules are quite often not sufficiently adequate. For example, the geographical origin assessment of a food or to verify the correct production procedure for obtaining a PDO product, are difficult tasks that need to be properly addressed by objective determinations, like analytical techniques are. In the last years, several "advanced" analytical techniques emerged as valid tools in food quality and authenticity characterization. Among them, nuclear magnetic resonance has been already recognized as an elective technique<sup>1, 2</sup>. In this presentation the results obtained in traceability studies for PDO Parmigiano Reggiano will be presented<sup>3</sup>.

## References

- [1] R. Consonni, L.R. Cagliani. Geographical characterization of polyfloral and acacia honeys by NMR and chemometrics. 2008 *J. Agric. Food Chem.* 56, 6873-6880
- [2] R. Consonni, L.R. Cagliani, C. Cogliati. NMR based geographical characterization of roasted coffee, 2012 *Talanta* 88, 420-426
- [3] R. Consonni, L.R. Cagliani. Ripening and geographical characterization of Parmigiano Reggiano cheese by <sup>1</sup>H NMR spectroscopy. 2008 *Talanta* 76, 200-205







## SICUREZZA DEI FORMAGGI A LATTE CRUDO

ELENA DALZINI<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna, Reparto di microbiologia*

Quando si considera un formaggio a latte crudo, gli aspetti microbiologici legati alla sicurezza del prodotto devono essere considerati di primaria importanza.

La qualità igienica del latte utilizzato per la caseificazione di un formaggio, rappresenta il punto di partenza per offrire garanzie di sicurezza al consumatore finale. Nel corso del processo produttivo, invece, la stabilità microbica e la sicurezza del formaggio sono basate sul controllo e la combinazione di diversi fattori di protezione (detti ostacoli) che rallentano, o addirittura impediscono, lo sviluppo di microrganismi patogeni che possono essere presenti nell'ambiente.

La "tecnologia a ostacoli" è stata sviluppata molti anni fa e consiste nella combinazione di più fattori limitanti lo sviluppo microbico in modo da ottenere un certo grado di stabilità del prodotto. Ad oggi, l'applicazione intelligente di questa tecnologia è diventata molto diffusa grazie alla maggior conoscenza dell'effetto di questi ostacoli e delle loro interazioni con i microrganismi patogeni.

Se consideriamo un normale processo tecnologico per la produzione di formaggio a latte crudo, sono molteplici gli ostacoli messi in campo dalla tecnologia casearia.

Nelle prime fasi del processo, il principale ostacolo è rappresentato dalla presenza dei batteri lattici. Infatti, nelle prime ore della caseificazione, il rapido sviluppo dei batteri lattici (normalmente presenti nel latte o aggiunti come colture starter) è in grado di contrastare lo sviluppo di altri microrganismi dannosi. Inoltre, la fermentazione degli zuccheri contenuti nel latte a opera proprio dei batteri lattici, provoca

l'acidificazione del substrato e la riduzione del pH fino a valori che possono impedire lo sviluppo di microrganismi dannosi.

Successivamente, altre fasi del processo come la cottura della cagliata a 50-52°C (tipica di alcuni formaggi italiani a latte crudo) e la stagionatura nel formaggio (che provoca asciugatura e quindi riduzione dell'acqua disponibile per la crescita microbica) rappresentano i due principali ostacoli allo sviluppo di batteri dannosi.

Per studiare e quantificare l'effetto di questi ostacoli nei confronti dei microrganismi dannosi, presso l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna vengono eseguiti degli studi di contaminazione artificiale chiamati "challenge test". Attraverso questi studi il latte viene contaminato artificialmente con patogeni di diversa natura (batteri o virus) e poi sottoposto al processo produttivo di caseificazione (Fig. 1). In questo modo è possibile monitorare il comportamento dei microrganismi patogeni durante le diverse fasi del processo e quindi in funzione dei differenti ostacoli.

Pertanto, le informazioni ottenute possono essere la base per la definizione di criteri di sicurezza nei principali punti critici di controllo individuati nel corso del processo produttivo.

## **SAFETY OF RAW MILK CHEESES**

Regarding raw milk cheese, the microbiological safety of the product must obtain high priority.

The hygienic quality of the milk used for cheese making is the starting point in order to provide safety guarantees to the consumer. During the manufacturing process, however, the microbial stability and safety of the cheese are based on the control and the combination of different protection factors (hurdles) that slow down, or even prevent, the development of pathogenic microorganisms that may be transferred to the cheese from the environment.

“Hurdle technology” has been developed many years ago. It is the combination of several factors limiting microbial growth in order to obtain a certain degree of stability and safety of the product. To date, the intelligent application of this technology has become widespread due to greater knowledge about the effect of these barriers and their interactions with pathogenic microorganisms.

If we consider a normal manufacturing process to obtain a raw milk cheese, there are many hurdles that can be applied to the dairy technology.

At the start of the process, the main hurdle is the presence of lactic acid bacteria. In fact, in the early hours of the cheese making, the rapid development of lactic acid bacteria (normally present in the milk or added as a starter culture) it is able to counteract the development of possible pathogens. Additionally, the fermentation of the sugars in the milk, by its lactic acid bacteria, causes acidification of the substrate and the reduction of the pH can prevent the development of pathogens. Subsequent process steps such as the curd-cooking at 50-52 °C (typical of some Italian cheeses made from raw milk) and the cheese-ripening (causing drying and reducing the water available for microbial growth) present two main hurdles to the development of pathogens.

At our Institute we performed *challenge tests* to study and quantify the effect of these hurdles against food pathogens (Figure 1). Through these studies, the milk is inoculated with pathogens of different nature (bacteria or viruses) and then subjected to the production process of cheese making. This way we could monitor the behavior of the microorganisms of interest during the different phases of the process and we could infer their kinetic responses to the applied various hurdles. The information obtained can be the basis for determining microbiological safety policies on the major critical control points identified during cheese production.



Fig. 1. Immagini rappresentative di un challenge test. In sequenza, fasi di contaminazione e caseificazione del latte per la produzione di un formaggio artificialmente contaminato.

Fig. 1. Challenge test's pictures. In sequence, different phases of contamination and coagulation of milk for the production an artificially contaminated cheese.



# MODELLAZIONE PREDITTIVA A SUPPORTO DELLA SICUREZZA MICROBIOLOGICA DEI FORMAGGI ITALIANI

JÓZSEF BARANYI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Food Research, Norwich Research Park*

La microbiologia predittiva è una disciplina quantitativa applicabile al campo della scienza alimentare, e utilizza tecniche di modellazione matematica per descrivere il comportamento microbico in ambienti complessi come gli alimenti.

Uno dei principali presupposti della microbiologia predittiva risiede nel fatto che controllando l'ambiente (andando a quantificare fattori come la temperatura, il pH, l'attività dell'acqua, etc.) e avendo una conoscenza dettagliata sullo stato fisiologico di una cellula microbica, è possibile determinare il suo tempo di divisione (tempo trascorso dalla cellula da quando nasce fino alla sua divisione) o capire la probabilità di distribuzione del tempo di divisione cellulare come variabile casuale. Pertanto, sia l'effetto della storia cellulare (tramite lo studio del suo stato fisiologico), che quello dell'ambiente circostante, possono essere utilizzati per ottenere la risposta batterica.

Per poter applicare questi principi nell'ambito della sicurezza microbiologica legata alla produzione di formaggi, è necessario valutare:

- la variazione di temperatura durante il processo (trasformazione del latte in formaggio)
- il dinamismo della composizione biochimica del formaggio, dove i singoli composti creano, insieme con la microflora del formaggio, una particolare nicchia ecologica

È ormai ampiamente riconosciuto il ruolo obsoleto dei modelli matematici classici (solitamente utilizzati in campo biotecnologico) per descrivere il comportamento microbico in campo alimentare. La ragione

fondamentale risiede nel fatto che, solitamente, nei modelli biotecnologici l'arresto della crescita batterica è imputabile all'esaurimento dei nutrienti nel substrato; ma quando il substrato è un alimento vero e proprio, questo esaurimento non avviene. In questo caso, infatti, l'arresto della crescita batterica può essere imputata (oltre che alla temperatura) a specifiche modifiche del pH e dell'attività dell'acqua ( $A_w$ ) dell'alimento, ed è proprio tramite queste modifiche che la nicchia ecologica esercita il suo effetto sulla risposta microbica (Fig. 1).

La temperatura è un fattore estrinseco, che influisce sulla nicchia ecologica modificando la cinetica batterica ma non accade il contrario. Il pH e l' $A_w$ , invece, sono considerati fattori intrinseci perché interagiscono con la nicchia ecologica influenzandosi a vicenda.

In questo intervento sarà mostrato come inserire il complesso sistema ecologico descritto sopra, in una forma matematica. Modelli matematici ed esperimenti di laboratorio giocano in questo contesto un ruolo sinergico. La loro interazione permette la creazione di un modello dinamico e di un software predittivo, adatti ad essere utilizzati per una valutazione quantitativa del rischio e per l'ottimizzazione dei processi di trasformazione nell'ambito caseario.

## **PREDICTIVE MODELLING AIDS THE ASSESSMENT OF MICROBIOLOGICAL SAFETY OF ITALIAN CHEESE PRODUCTS**

Predictive microbiology is a quantitative food science discipline, using mathematical modelling techniques to describe microbial responses to (primarily food related) complex environments.

A principal assumption of predictive microbiology is that by controlling the extracellular environment (quantified by factors like temperature, pH, water activity, etc.), and having a detailed knowledge on the intracellular physiological state of a cell, one can determine the expected

value of the cell's division time (i.e. the time elapsed from its birth to division) or at least the probability distribution of this single cell division or death time as a random variable. From this both the effect of history (via the current physiological state) and that of the current environment can be mapped on the kinetic bacterial response.

Applying these principles to the microbiological safety of cheese making one needs to assess:

- the temporal variation of the temperature (from milk to cheese);
- the dynamism of the biochemical composition of the cheese, where biochemical materials form a micro-ecology with the natural flora

It has been long acknowledged that classical mathematical models of bacterial kinetics used in biotechnology is less applicable to food environment. The reason is that while the main bacterial inhibition biotechnology focusses on is due to substrate which is abundant in food environment. Instead, growth inhibition is (apart from the temperature) the result of the change in pH and water activity ( $A_w$ ), via which the micro-ecology exerts its effect (Fig. 1)

The temperature is an extrinsic factor because it affects the kinetics within the micro-ecology but this does not hold vice versa. The pH and  $A_w$  are intrinsic factors because, with the micro-ecology, they mutually affect each other.

In this talk we show how to put this scheme into a mathematical form that forms the basis of our modelling efforts. Models and experiments play an iterative feed-back loop, their interplay resulting in a dynamic model and its implementation in a predictive software tool, suitable to be used in quantitative risk assessment and optimization of cheese making processes.



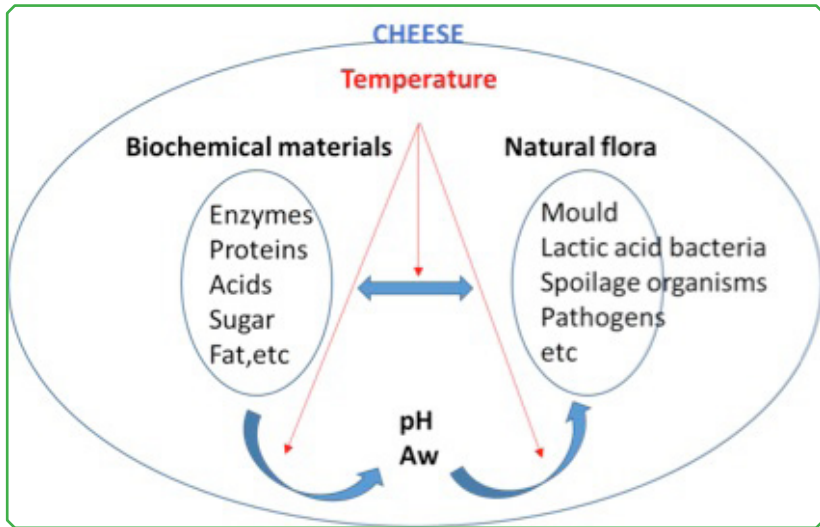


Fig. 1. Interazioni tra i composti biochimici e la flora naturale nel formaggio. Il principale fattore che influenza la cinetica batterica (a parte la temperatura, come fattore estrinseco) sono il pH e l'attività dell'acqua (fattori intrinseci)

Fig. 1. Interplay between biochemical material and natural flora in cheese. The main factor to affect bacterial kinetics (apart from the temperature, as an extrinsic factor) is the pH and water activity (intrinsic factors)

## Reference

- [1] Baranyi J. and Roberts T.A. (1995). Mathematics of predictive food microbiology. *Int. J. Food Microbiol.* 26. 199-218.



## BIODIVERSITÀ MICROBICA NEL FORMAGGIO

MILENA BRASCA<sup>1</sup> E FABIO DAL BELLO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, UOS Milano*

<sup>2</sup> *Sacco S.r.l. e CSL S.r.l.*

La tipicità e le caratteristiche sensoriali dei formaggi tradizionali sono strettamente correlate con la biodiversità microbica che è diretta conseguenza della pressione selettiva operata dall'ambiente, dalle condizioni di allevamento, mungitura e conservazione del latte e non ultimo dalla tecnologia di caseificazione applicata.

I batteri lattici sono i principali attori del processo di caseificazione ed esercitano pertanto un ruolo chiave nella definizione della qualità dei prodotti tradizionali a latte crudo. Negli ultimi decenni molto è stato fatto da tecnici e ricercatori per migliorare le condizioni igienico-sanitarie degli allevamenti, delle operazioni di mungitura e non ultimo per garantire una corretta gestione della catena del freddo dalla stalla al caseificio. Questo lavoro ha consentito di ottenere latte caratterizzato da una carica batterica molto bassa, ma nel contempo molto povero di batteri ed in particolare di batteri lattici, la cui presenza è di primaria importanza nelle produzioni tradizionali.

La conservazione della biodiversità microbica costituisce da sempre uno dei principali obiettivi dell'attività di ricerca dell'Unità di Milano dell'Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari del CNR che ospita una collezione di oltre 2000 batteri lattici isolati in un periodo di oltre 30 anni da latte e formaggi tradizionali a latte crudo. Tutti i ceppi sono stati identificati, sottoposti a tipizzazione molecolare e preliminarmente descritti per quanto attiene al profilo di antibiotico-resistenza, quindi studiati in relazione a specifiche caratteristiche evidenziando, come atteso, una elevata variabilità tra le diverse specie batteriche, ma anche

all'interno delle stesse specie. I ceppi sono stati caratterizzati in primo luogo per quanto riguarda le attività tecnologiche di maggior interesse quali l'attività acidificante, riducente, lipolitica e proteolitica, ma anche per la capacità di produrre in latte composti in grado di influenzare le proprietà aromatiche dei prodotti e di contrastare efficacemente lo sviluppo di microrganismi potenzialmente patogeni e alterativi.

La conoscenza delle specifiche caratteristiche dei singoli ceppi rende possibile sviluppare colture starter "su misura" per i diversi prodotti e anche per i diversi produttori in base alle diverse esigenze. Proprio per soddisfare queste esigenze Sacco e CSL lavorano in stretto contatto con diversi istituti di ricerca, produttori e consorzi di tutela per selezionare, produrre e quindi rendere disponibili sul mercato microrganismi il cui impiego consenta di garantire ai formaggi caratteristiche di tipicità, sicurezza e conservabilità. L'azienda dispone di una collezione di oltre 6000 ceppi ed è pertanto in grado di fornire ai produttori colture sensibili a fagi diversi da utilizzare in rotazione per ridurre il rischio di attacco fagico che può comportare ingenti problemi in produzione e scadimento delle caratteristiche qualitative.

Recentemente alcuni studi hanno evidenziato che l'impiego di specifici ceppi di batteri lattici può migliorare le caratteristiche nutraceutiche dei prodotti fermentati con potenziali effetti positivi sulla salute del consumatore. A partire da queste considerazioni numerosi ceppi appartenenti alle collezioni di CNR-ISPAs e Sacco sono stati valutati in relazione alla capacità di ridurre il contenuto di colesterolo, migliorare il metabolismo del lattosio, produrre molecole di riconosciuto interesse salutistico quali folati, GABA e CLA. I ceppi risultati possedere le maggiori attività sono stati successivamente testati in prove di caseificazione per confermare le loro potenzialità nelle matrici latte e quindi formaggio. L'impiego di colture starter dalle specifiche caratteristiche è pertanto una proficua strategia per l'ottenimento di prodotti di elevata qualità sensoriale, più sicuri, caratterizzati da una migliore *shelf-life* e anche da migliori caratteristiche nutraceutiche.

## CHEESE MICROBIAL BIODIVERSITY

Specificity and sensory characteristics of traditional cheeses are strictly related to the high level of biodiversity of the indigenous microbiota which results from the selective pressure carried out by the environment, the livestock conditions and the cheese-making technology. In particular, lactic acid bacteria (LAB) represent a fundamental factor affecting the quality of artisanal products.

In the last decades the improvement of sanitary conditions, cleaning and sanitation of milking equipment as well as proper cooling of milk, led the farms to produce raw milk with reduced microbial count, but in the meantime it entailed an important impoverishment of LAB. Microbial biodiversity preservation represents one of the main missions of CNR–ISPA Milano, which has a collection of over 2000 LAB strains, isolated over the last 3 decades from milk and traditional raw milk cheeses. All strains were typed by molecular analysis and assessed for their antibiotic resistance pattern. Wide differences in technological properties are present between and inside the species. Wild strains are characterized by different technologically relevant biochemical properties such as acid production and redox activity, lipolytic and proteolytic activities in milk, but also for their flavour enhancing capabilities and their antagonism against (potential) pathogenic and spoilage microorganisms. The knowledge of such traits is a key factor determining the success when developing and producing tailor-made starter cultures for different traditional cheese products. In this sense, the starter culture manufacturers Sacco and CSL are constantly working in strict contact with research institutes and traditional milk products manufacturer and consortia, selecting and producing only those microorganisms that allow preserving the overall quality, shelf-life and safety of traditional cheese. Having a culture collection with more than 6000 strains, the starter manufacturers can provide cheese producers with phage-unrelated starter cultures that can be used in rotation to

minimize bacteriophages attacks that would ultimately lead to failed productions/low quality fermented products.

Specific strains of LAB have been shown to be involved in potential human health benefits, including reduction in cholesterol, improvement in lactose metabolism, folate enrichment, GABA and CLA production, antimicrobial activity. The characterization and use of strains with proven beneficial activities will allow to further improve the quality and safety of traditional dairy products.



Formaggi a latte crudo, oggetto della ricerca  
Raw milk cheese matter of the research

## References

- [1] Morandi S., Brasca M., Lodi R., (2011) Technological, phenotypic and genotypic characterization of wild lactic acid bacteria involved in the production of Bitto PDO Italian cheese. *Dairy Sci. & Technol.*, 91, 3 341-359
- [2] Bava L., Zucali M., Sandrucci A., Brasca M., Vanoni L., Zani L., Tamburini A. (2011). Effect of cleaning procedure and hygienic condition of milking equipment on bacterial count of bulk tank milk. *J. Dairy Res.* 78, 211-219. doi: 10.1007/s13594-011-0016-7
- [3] Morandi S., Brasca M. (2012) Safety aspects, genetic diversity and technological characterization of wild type *Strepto-*

*coccus thermophilus* strains isolated from north Italian traditional chesses. *Food Control*, 23, (1), 203-209. doi 10.1016/J.foodcont.2011.07.011

- [4] Morandi S., Cremonesi P., Silveti T., and Brasca M. (2013) Technological characterisation, antibiotic susceptibility and antimicrobial activity of wild-type *Leuconostoc* strains isolated from north Italian traditional cheeses. *J. Dairy Res.*, 80, 457-466 doi:10.1017/S0022029913000447
- [5] Morandi S, Silveti T, Miranda Lopez JM, Brasca M (2014) Antimicrobial activity, antibiotic resistance, and the safety of lactic acid bacteria in raw milk Valtellina Casera cheese. *Journal of Food Safety* doi: 10.1111/jfs.12171





## MICROORGANISMI SICURI PER I PRODOTTI LATTIERO-CASEARI

DIEGO MORA<sup>1</sup> E FABIO DAL BELLO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*University of Milan, Department of Food Environmental and Nutritional Sciences (DeFENS)*

<sup>2</sup>*Sacco S.r.l. e CSL S.r.l.*

L'impiego inconsapevole di microrganismi nella preparazione degli alimenti risale a diverse migliaia di anni fa. Oggi l'utilizzo di microrganismi in diversi settori alimentari è diventato pratica comune, consapevoli del ruolo che molte specie microbiche svolgono nella trasformazione della matrice alimentare per opera delle loro attività metaboliche. Decenni di ricerca nel settore della microbiologia applicata hanno consentito di sviluppare tecniche sempre più sofisticate per la selezione dei ceppi microbici utilizzati negli alimenti e hanno evidenziato come la loro sicurezza d'uso dipenda da alcune caratteristiche genetiche potenzialmente trasmissibili ad altri microrganismi. La capacità di rendere inefficace l'azione di molecole antibiotiche rappresenta una di queste caratteristiche che può essere potenzialmente trasferita da un microrganismo all'altro. Questi eventi di scambio genico, comuni in natura, sono alla base di diversi processi evolutivi e possono diventare un pericolo per l'uomo quando la capacità di rendere inefficaci specifiche molecole antibiotiche viene trasferita a microrganismi patogeni. In questo caso si rendono inefficaci le cure a base di questi preziosi farmaci, unica nostra difesa in caso di infezioni batteriche. Ne consegue che l'impiego di microrganismi nel settore alimentare, non può essere disgiunto dalla loro sicurezza d'uso e quindi da una caratterizzazione genetica e funzionale relativamente alla capacità di possedere e poter trasferire meccanismi di antibiotico-resistenza. Se consideriamo che i microrganismi utilizzati nel settore lattiero-casea-



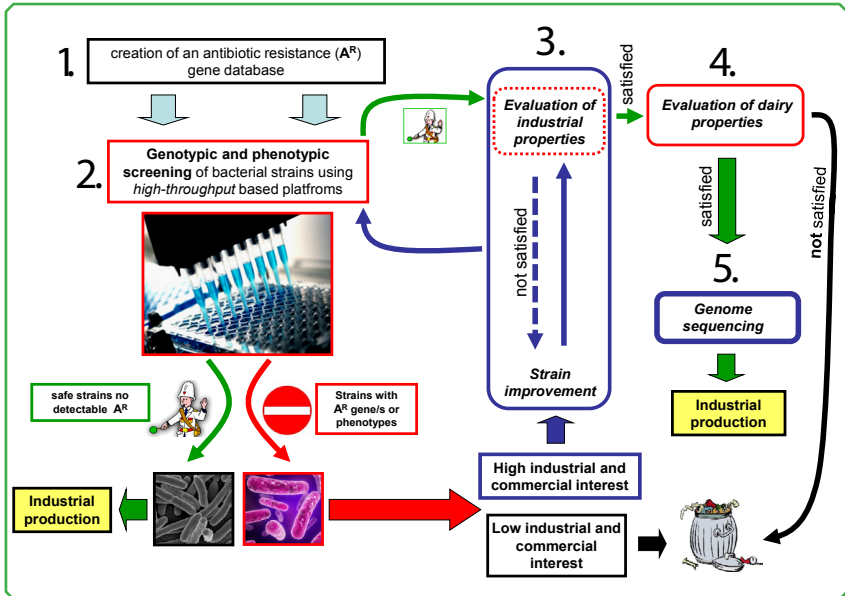
rio rimangono vivi e vitali a elevate concentrazioni fino al momento del consumo del prodotto stesso, appare ancora più importante che la selezione a cui sono stati sottoposti per poter svolgere il loro ruolo tecnologico di trasformazione della matrice alimentare, abbia considerato anche la loro sicurezza d'uso. Gli alimenti e i microrganismi in essi contenuti, una volta ingeriti raggiungono il tratto gastro-intestinale dell'uomo entrando in contatto con l'estrema complessità biologica del microbiota. In questo ambiente dove coesistono migliaia di specie microbiche diverse, i microrganismi degli alimenti possono portare a termine eventi di scambio genico e trasferire antibiotico-resistenze, soprattutto se in presenza di una adeguata pressione selettiva. Per questo motivo, il progetto Safe Food Microbes, finanziato da Regione Lombardia e MIUR, ha avuto come finalità quella di garantire la sicurezza d'uso di ceppi batterici destinati alle diverse produzioni lattiero-casearie, passando attraverso a una loro approfondita selezione genetica e funzionale relativamente alla capacità di possedere e poter trasferire meccanismi di antibiotico-resistenza. Ove fossero stati identificati ceppi con livelli di antibiotico resistenza non accettabili, ma il cui interesse industriale e commerciale li rendesse unici e insostituibili, questi venivano sottoposti a un processo di miglioramento al fine di garantirne la sicurezza d'uso pur mantenendo le loro preziose caratteristiche tecnologiche, funzionali e industriali.

## **SAFE DAIRY FOOD MICROBES**

The indiscriminate use of microorganisms in food dates back to several thousand years ago. Nowadays, the use of microorganisms in different food sectors has become a common practice, with consolidated and robust data about the role that many microbial species play in the transformation of the food matrix due of their metabolic activities. Decades of research in the field of applied microbiology, have enabled

the development of increasingly sophisticated techniques for the selection of microbial strains used in food, and have shown their safe use depends on some genetic characters potentially transmissible to other organisms. The ability to counteract the action of antibiotic molecules is one of these features that can potentially be transferred from one organism to another. These events of gene exchange, common in nature, are the basis of several evolutionary processes, and can become a danger to humans as the ability to counteract specific antibiotic molecules is transferred to pathogenic microorganisms. In this case, we are making ineffective the treatments based on these precious drugs, our only defense in case of bacterial infections. It follows that the use of microorganisms in food, cannot be separated from their safe use, which includes genetic and functional characterization relatively to their ability to possess and be able to transfer mechanisms of antibiotic resistance. If we consider that microorganisms used in the dairy industry remain alive and viable at high levels until the time of consumption of the product itself, it is even more important that the selection, to which they were subjected in order to fulfill their technological role in the transformation of food matrix, have also considered their safety aspects. The foods and microorganisms contained in them, once ingested reach the human gastro-intestinal tract, coming into contact with the extreme biological complexity of the microbiota. In this environment, where thousands of different microbial species coexist, food-associated microorganisms can be involved in gene-exchange events transferring antibiotic resistances, especially if in the presence of an appropriate selective pressure. For this reason, the Safe Food Microbes project, funded by the Lombardy Region and Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, was mainly focused to ensure the safe use of bacterial strains in the dairy chain, thorough a genetic and functional selection relatively to the ability to possess and be able to transfer mechanisms of antibiotic resistance. In case bacterial strains were identify for their "not acceptable" antibiotic resistance levels, while showing a

great industrial and commercial interest would make them unique and irreplaceable, they underwent a process of improvement in order to ensure safe use while keeping their valuable technological, functional and industrial features.



Safe Food Microbes project pipeline  
Il progetto Safe Food Microbes

## References

- [1] EFSA (2012) Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP), Guidance on the assessment of bacterial susceptibility to antimicrobials of human and veterinary importance. EFSA Journal 2012;10(6):2740

- [2] Arioli S, Gulielmetti S, Amalfitano S, Viti C, Marchi E, Decorsosi F, Giovannetti L, Mora D. 2014. Characterization of *tetA*-like gene encoding for a major facilitator superfamily efflux pump in *Streptococcus thermophilus*. *FEMS Microbiology Letters* 355(1):61-70





## PEPTIDI BIOATTIVI DEL LATTE: FUNZIONI ED EFFETTI DEL POLIMORFISMO GENETICO

STEFANIA CHESSA<sup>1</sup>, GIOVANNI TULIPANO<sup>2</sup>, OMAR BULGARI<sup>2</sup>, ANNA MARIA CAROLI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria

<sup>2</sup>Università degli Studi di Brescia, Dipartimento di Medicina Molecolare e Traslazionale

Il latte è storicamente considerato una fonte di aminoacidi importanti per la crescita del lattante. Recentemente diversi studi hanno messo in luce che il latte è inoltre la fonte di numerosi peptidi che possono essere liberati per digestione enzimatica dalle proteine native. Questi peptidi presentano un'ampia varietà di attività biologiche che vanno ben oltre la semplice funzione nutrizionale. Tali peptidi si definiscono pertanto "bioattivi" e possono essere così classificati: oppioidi agonisti e antagonisti, anti-ipertensivi, immunomodulatori, antimicrobici e trasportatori minerali o caseinofosfopeptidi (CFP) [1].

I CFP, presenti nelle caseine, aumentano *in vitro* la disponibilità di calcio solubile, fondamentale per la mineralizzazione delle ossa, e la calcificazione delle ossa in culture embrionali di topo [2]. Poco è noto circa l'effetto dei CFP sulla proliferazione e la differenziazione degli osteoblasti. Abbiamo dimostrato che i CFP possono incrementare direttamente la crescita di cellule osteblastiche, l'assorbimento di calcio e la sua deposizione nella matrice extra-cellulare; inoltre il numero di siti fosforilati e la loro distanza amminoacidica, che cambiano in funzione della variabilità genetica degli animali, possono influenzare notevolmente l'attività biologica dei CFP (Fig. 1) [3].

Il consumo di sieroproteine, invece, immediatamente prima del pasto, aumenta la secrezione dell'insulina e riduce il livello di glicemia post-prandiale in soggetti sani e affetti da diabete di tipo 2 [4]. L'azio-

ne delle sieroproteine può essere dovuta a stimolazione della secrezione delle incretine (peptidi prodotti nell'intestino in grado di potenziare la secrezione insulinica glucosio-dipendente), o ritardando la degradazione delle incretine mediante inibizione dell'enzima aminopeptidasi dipeptidil peptidasi-4 (DPP-IV), principale enzima responsabile della loro inattivazione *in vivo*. L'analisi *in silico* suggerisce che le proteasi gastriche liberano dalla  $\beta$ -lattoglobulina bovina più peptidi inibitori del DPP-IV rispetto all' $\alpha$ -lattoalbumina, risultato confermato da analisi *in vitro* degli idrolisati delle due proteine. In particolare, il tripeptide Isoleucina-Prolina-Alanina (IPA) sembra essere quello maggiormente coinvolto nell'attività inibitoria [5]. Nel bovino esistono due varianti genetiche comuni di  $\beta$ -lattoglobulina, la A e la B. Poiché la A è associata a un maggiore livello di  $\beta$ -lattoglobulina nel latte, selezionare animali portatori della variante A aumenta il contenuto di IPA e potenzialmente l'attività inibitoria del DPP-IV nel latte.

Caseine e sieroproteine sono una fonte di peptidi bioattivi capaci di migliorare lo stato di salute nell'uomo e il loro polimorfismo genetico potrebbe essere preso in considerazione per potenziare l'attività di specifici peptidi.

Le ricerche sono state finanziate da Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (Progetti SELMOL e INNOVAGEN) e Regione Lombardia (Progetto BIOLAT).

## **MILK BIOACTIVE PEPTIDES FUNCTIONS AND EFFECT OF GENETIC POLYMORPHISM OF MILK PROTEIN GENES**

Until recently, milk proteins were considered only a source of amino acids required for the growth of the neonate. Nowadays milk proteins are considered a reservoir of various peptides hidden in their amino-acid sequence and released by enzymatic digestion. Such peptides

may show a wide range of biological activities in addition to their nutritional value. Milk bioactive peptides are the subject of increasingly intense studies and can be classified into the following functional groups: opioid agonists and antagonists, antihypertensive, immunomodulatory, antimicrobial and mineral carrier peptides (casein phosphopeptides, CPP) [1].

CPP released *in vitro* are potent enhancers of calcium solubility, a key factor in bone mineralization, and are able to increase calcification of *in vitro* cultured embryonic rat bones [2]. However, little is known about the direct effects of CPPs on proliferation and differentiation of osteoblastic cells. In a recent study we proved that CPPs may directly affect osteoblast-like cell growth, calcium uptake and deposition in the extracellular matrix and that the number of phosphorylated sites and their amino acid distance, which can depend on the genetic background of a cow, may profoundly differ in their biological activities (Fig. 1) [3].

Whey consumed shortly before meal can increase insulin secretion and reduce postprandial glycaemia in healthy subjects and in type 2 diabetic patients [4]. Whey protein can act in two ways: stimulating the secretion of incretin hormones, gut-derived peptides released within minutes after food ingestion that potentiate glucose-dependent insulin secretion; or delaying the degradation of incretins through inhibition of the aminopeptidase dipeptidyl peptidase-4 (DPP-IV), the principal enzyme responsible for their *in vivo* inactivation. *In silico* analysis suggested that bovine  $\beta$ -lactoglobulin is a better source of DPP-IV inhibitory peptides compared with  $\alpha$ -lactalbumin, after treatment with the main digestive proteases, and *in vitro* analysis of the activity of hydrolysates of the two proteins corroborated this result. In particular, the Isoleucine-Proline-Alanine (IPA) tri-peptide in  $\beta$ -lactoglobulin seems to be the most involved in the inhibition of DPP-IV activity [5]. In bovine there are two common  $\beta$ -lactoglobulin variants, A and B. Selecting cows carrying the A variant should increase IPA content and DPP-IV



inhibitory activity, being associated with a higher amount of  $\beta$ -lactoglobulin in milk.

Both caseins and whey proteins are a source of bioactive-peptides able to enhance human health in various ways and the genetic polymorphism of cow milk protein genes could be taken into consideration to potentiate the activity of specific peptides.

These studies were supported by Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (SELMOL and INNOVAGEN contracts) and by Regione Lombardia (BIOLAT contract).

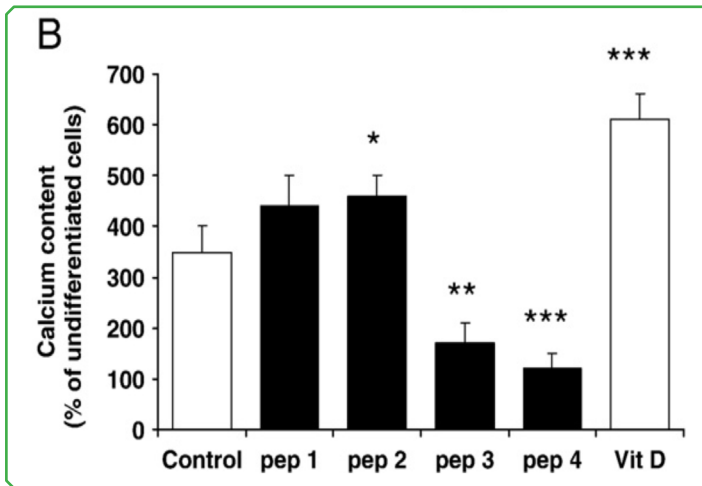


Fig. 1. Mineralizzazione delle cellule MC3T3-E1 intesa come % di cellule indifferenziate al giorno 21 di coltura in medium addizionato di calcio lattato, in seguito a trattamento continuo con CFP diversi per variabilità genetica (pep1-pep4, concentrazione finale: 40  $\mu$ M) o  $1\alpha,25$ -diidrossivitamina D3 (10 nM). \*P < 0.05; \*\*P < 0.01; \*\*\*P < 0.001.

Fig. 1. MC3T3-E1 cell mineralization measured as % of undifferentiated cells at day 21 of culture in differentiating medium supplemented with calcium lactate, after continuous treatment with CPP from different genetic variants (pep2-pep4, final concentrations: 40  $\mu$ M) or  $1\alpha,25$ -dihydroxyvitamin D3 (10 nM). \*P < 0.05; \*\*P < 0.01; \*\*\*P < 0.001.

## References

- [1] Meisel, H. 1997. Biochemical properties of regulatory peptides derived from milk proteins. *Biopolymers*, 43:119–128
- [2] Gerber, H.W., Jost, R. 1996. Casein phosphopeptides: their effect on calcification of in vitro cultured embryonic rat bone. *Calcif .Tissue Int.*, 38:350–357
- [3] Tulipano, G., Bulgari, O., Chessa, S., Nardone, A., Cocchi, D., Caroli, A. 2010. Direct effects of casein phosphopeptides on growth and differentiation of in vitro cultured osteoblastic cells (MC3T3-E1). *Regul. Pept.*, 160:168-174
- [4] Petersen et al., 2009)
- [5] Tulipano, G., Faggi, L., Nardone, A., Cocchi, D., Caroli, A.M. 2015. Characterisation of the potential of  $\beta$ -lactoglobulin and  $\alpha$ -lactalbumin as sources of bioactive peptides affecting incretin function: In silico and in vitro comparative studies. *Int. Dairy J.*, in press





## IL LATTE COME ALIMENTO FUNZIONALE: BIOPEPTIDI E PREVENZIONE DELLA CARIE

ALESSANDRA MAJORANA<sup>1</sup> E MARIA LUISA CALLEGARI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Brescia, Dipartimento di Specialità Medico-Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica

<sup>2</sup>Università Cattolica del Sacro Cuore, Facoltà di Agraria, Piacenza; Centro Ricerche Biotecnologiche C.R.B., Cremona

La carie è la patologia orale con più alta prevalenza in età evolutiva, e la popolazione infantile italiana deve essere considerata tutta a rischio di carie [1].

È una malattia multifattoriale, anche se la presenza di batteri cariogeni nel biofilm batterico è un elemento fondamentale per l'eziopatogenesi. *Streptococcus mutans* non è la specie dominante ma in realtà esiste una complessa comunità batterica.

I fattori eziologici che concorrono a sviluppare la carie sono molteplici: il biofilm, la dieta, l'ospite e il tempo, lo stato socio-economico (Fig. 1).

L'applicazione di misure preventive è necessaria per ridurre il rischio di nuove lesioni e per arrestare la progressione delle lesioni in fase iniziale, sviluppando strategie innovative di prevenzione tra cui una corretta istruzione all'igiene orale e alimentare.

Oggi più che mai gli alimenti vengono valorizzati in particolare per le proprietà nutraceutiche di alcuni componenti che caratterizzano la funzionalità dell'alimento stesso. In questo ambito si collocano i caseinofosfopeptidi (CPP) che si originano dalla idrolisi delle proteine del latte, *in vivo*, durante la digestione, e *in vitro* con enzimi proteolitici di origine microbica e durante la produzione di formaggi e lattici fermentati. I CPP contrastano l'effetto demineralizzante del rilascio di calcio dallo smalto dentario, in seguito all'abbassamento di pH

stabilizzando il fosfato di calcio amorfo (ACP) in soluzione, mediante la formazione di complessi CPP-ACP. I complessi CPP-ACP fanno aumentare significativamente la disponibilità di calcio nella placca dentale [2], mantenendo uno stato di supersaturazione che inibisce la demineralizzazione e nello stesso tempo favorisce la remineralizzazione dello smalto dentario (3).

Lo scopo di questo lavoro è selezionare ceppi probiotici capaci di colonizzare il cavo orale e di contrastare il biofilm cariogeno e mettere a punto un prodotto lattiero-caseario gradito alla popolazione infantile come veicolo di somministrazione del probiotico selezionato. Il typing dei ceppi e lo studio dei caratteri di probioticità seguendo le linee guida del Ministero della Salute riguardanti la selezione di probiotici ha permesso l'identificazione di alcuni ceppi (*Lactobacillus rhamnosus GG*, *L. casei*, *Bifidobacterium*, *L. reuteri*) capaci di colonizzare il cavo orale. All'identificazione seguono prove *in vitro* dei ceppi al fine di provarne le caratteristiche di probioticità (Fig. 2). Quindi utilizzando piastre di idrossiapatite e terreni di cultura *ad hoc*, i ceppi identificati sono sottoposti a prove fenotipiche per valutare la capacità adesiva e inibitoria nei confronti del biofilm cariogeno. I ceppi selezionati verranno, quindi, aggiunti ai prodotti lattiero-caseari. Questi prodotti che normalmente vengono proposti al bambino sia negli asili infantili che a casa verranno utilizzati come veicolo di somministrazione del probiotico. Una seconda fase del progetto sarà la validazione del prodotto attraverso un trial clinico randomizzato su un campione di bambini statisticamente significativo.

## MILK AS FUNCTIONAL FOOD: BIOPEPTIDES AND DENTAL CARIES PREVENTION

Dental caries is the most frequent oral pathology and Italian infant population should be all considered at risk of caries [1].

It's a multifactorial disease, although the presence of cariogenic bacteria in the biofilm is a key element in the etiology. *Streptococcus mutans*, is not the dominant species, but there is a complex bacterial community.

The etiological factors that contribute to develop caries are: the biofilm, the diet, the guest the time and the socio-economic status (Fig. 1).

The application of preventive measures is necessary to reduce the risk of new lesions and to stop the progression of lesions in the initial phase, developing innovative strategies for prevention including a proper education food hygiene.

Today, food is valued through the nutraceutical properties of particular components that characterize the functionality of the food itself. In this area are placed the caseinophosphopeptides (CPP) that originate from the hydrolysis of milk proteins, *in vivo*, during digestion and *in vitro* with proteolytic enzymes of microbial origin and during the production of cheese and fermented milks. The CPP counteract the effect of the demineralizing calcium release from the tooth enamel, following the lowering of pH stabilizing the amorphous calcium phosphate (ACP) in the solution, through formation of CPP-ACP complexes.

The CPP-ACP complexes significantly increase the availability of calcium in dental plaque [2], maintaining a state of supersaturation which inhibits demineralization, and at the same time favouring the remineralisation of tooth enamel [3].

The purpose of this work is to select probiotic strains able to colonize the oral cavity and to counter the cariogenic biofilm and develop a dairy product acceptable to the child population as a vehicle for administration of the probiotic selected.

Strains typing allowed to identify some strains able to contrast oral *Streptococcus* growth (*Lactobacillus rhamnosus* GG, *L. casei*, *Bifidobacterium*, *L. reuteri*); then, adopting test suitable for the purpose, the identified strains will undergo phenotypic tests to evaluate the inhibitory capacity against the cariogenic biofilm (Fig. 2). The selected strains are then added to dairy products suggested by industrial partners. These products which are usually offered to the child in nursery schools and at home will be used as a vehicle for administration of the probiotic. Then, the product will be validated through a randomized clinical trial.

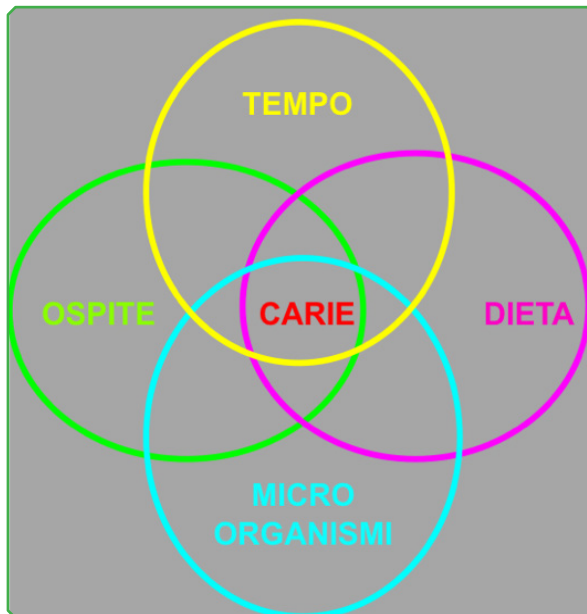


Fig. 1. Eziologia multifattoriale della patologia cariosa.

Fig. 1. Multifactorial etiology of dental caries: guest, time, diet, microorganisms.

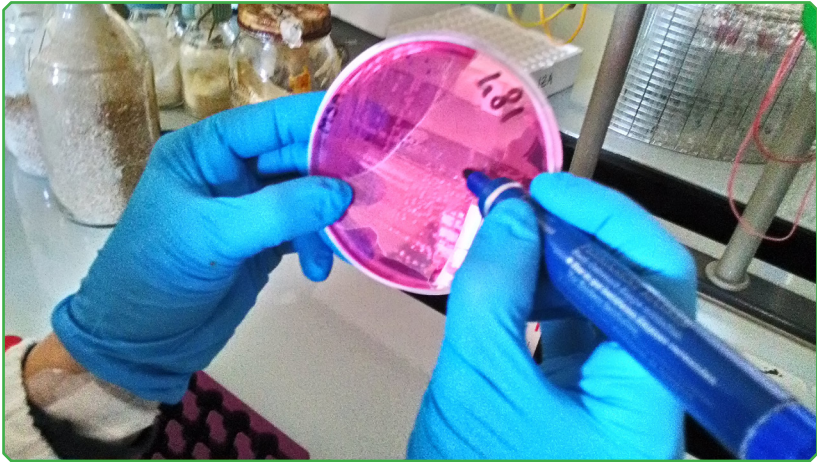


Fig. 2. Laboratorio dove viene sviluppata la selezione e l'analisi dei ceppi batterici.

Fig. 2. Laboratory where is developed the bacterial strains selection.

## References

- [1] Linee guida 2013
- [2] Margolis et al., 1992
- [3] Reynolds, 1997







## REFLUI: VALORIZZAZIONE ENERGETICA

DAVIDE GARDONI<sup>1</sup> E MARCELLA GUARINO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Milano, Dipartimento VESPA

L'intensivizzazione della zootecnia ha modificato il consolidato rapporto fra alimenti prodotti, animali allevati e deiezioni escrete. Le deiezioni animali sono così passate da fonte primaria di elementi nutritivi per le colture a materiali di scarso valore che, se non opportunamente gestiti, possono rappresentare una seria problematica ambientale per la loro capacità di contaminare il suolo, le acque superficiali e sotterranee, l'atmosfera, e di diffondere eventuali microrganismi patogeni. In passato, le deiezioni avevano come unica destinazione la valorizzazione agronomica, come fertilizzante, previo un periodo di stabilizzazione di 120-180 giorni per ridurre la pericolosità e migliorarne le caratteristiche. Con lo sviluppo e l'applicazione di nuove tecnologie e l'introduzione di politiche economiche a supporto delle energie verdi, lo scenario è progressivamente mutato. Oggi sono applicate soluzioni, alternative o complementari al riutilizzo agricolo, che permettono un importante recupero energetico. La digestione anaerobica rappresenta la tecnologia di punta per la conversione energetica delle deiezioni. All'interno di un digestore anaerobico si creano le condizioni ottimali di temperatura e umidità affinché i batteri naturalmente presenti nelle deiezioni demoliscano progressivamente la sostanza organica fino alla conversione in biogas. Il biogas è una miscela di gas costituiti principalmente da metano (50-70%) e anidride carbonica (30-50%) ed è un ottimo combustibile. Il biogas è utilizzato per produrre energia meccanica ed energia termica, bruciandolo all'interno di motori. Il calore viene recuperato, di norma, all'interno dell'azienda, per tutte le utenze che lo richiedono. L'energia meccanica viene invece ulteriormente convertita, tramite un generatore, in energia elettrica

che è poi immessa nella rete nazionale. L'energia prodotta grazie al biogas è energia "pulita": non si basa su combustibili fossili e la CO<sub>2</sub> prodotta è di origine biogenica, quindi il suo contributo all'effetto serra è nullo. Inoltre, si evita che le deiezioni animali, distribuite nell'ambiente, emettano spontaneamente metano e altri composti inquinanti che hanno un'incidenza sull'effetto serra molto alta. La digestione anaerobica produce infine dei residui che possono essere sfruttati in maggior sicurezza in agricoltura. Tuttavia, alcune normative (fra cui la cosiddetta "Direttiva Nitrati", 91/676/CEE) impongono dei limiti all'utilizzo in agricoltura di azoto derivante dalle deiezioni animali. In ampie zone risulta impossibile riutilizzare completamente le deiezioni in agricoltura. Per questi motivi, recentemente, sono state condotte specifiche ricerche (Progetto Ge.Di.S., condotto da importanti aziende del settore animale come Gruppo Unipeg assieme a Università di Milano) per studiare una nuova valorizzazione energetica dei residui della digestione anaerobica, mediante essiccazione e successiva combustione con rigoroso controllo delle emissioni.

## **SLURRIES: ENERGETIC CONVERSION**

Intensive livestock farming changed the traditional relationships among food produced, animals bred and excreta collected. Animal excreta, that were traditionally considered a primary source of nutrients in agriculture, are losing their value. In fact they can represent, if not properly managed, a risk for the environment due to their capability to pollute soil, surface and underground water, and atmosphere. Moreover, they can represent a source of pathogenic microorganisms that could enter the food chain. In the past, slurries were widely used as fertilizer due to their intrinsic agronomic potential, after a stabilisation period of 120-180 days in order to reduce the dangerousness and improve their characteristics. Due to the recent development and application of new

technologies and policies to support “green” energies, the scenario progressively evolved in the last years. Today new solutions are available in order to recover the energetic potential of slurries. Anaerobic digestion represents the most important technology in the market. In an anaerobic digester, temperature and humidity are set and controlled in order to allow the fast growth of the bacteria naturally present in the excreta. Bacteria can consume the organic matter to produce biogas. Biogas is a gas mixture, in which the main components are methane (50-70%) and carbon dioxide (30-50%). It is an excellent fuel. Biogas is burned into engines in order to produce both thermal and mechanical energy. Heat is recovered inside the farm, to fulfil all the thermal requests. Mechanical energy is further converted to electric energy, through a power generator. The electricity produced can be sold to the electric power distribution. Energy from biogas is considered “clean energy”: it is not based on fossil fuels and the CO<sub>2</sub> produced is biogenic, i.e. it does not contribute to greenhouse effect and global warming. Moreover, the conversion to biogas avoids the emission into the environment, from the untreated slurries, of methane and other harmful gases that have a much more relevant impact on the atmosphere and the climate change process. Finally, anaerobic digestion produces residues that can be safely used in agriculture. Nevertheless, some legal constrains (especially the so-called “Nitrate Directive”, 91/676/EC) limit the use in agriculture of nitrogen deriving from animal excreta. In wide areas it is not possible to fully re-utilize for agricultural purposes the slurries produced. For this reasons, researches were carried out (Ge.Di.S. project, coordinated by the University of Milan and market-leader companies, such as Gruppo Unipeg) in order to study a further energetic conversion of the residues of anaerobic digestion, through drying and combustion, with a rigorous control of the flue-gas emissions.





## REFLUI: DALLA GESTIONE SOSTENIBILE AI FERTILIZZANTI RINNOVABILI

FABRIZIO ADANI<sup>1</sup>, GIULIANA D'IMPORZANO<sup>1,2</sup>, CARLO RIVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Milano, Ricicla labs DISAA

<sup>2</sup>Parco Tecnologico Padano

I reflui zootecnici accompagnano da sempre la produzione alimentare. In Lombardia nel 2013 sono state prodotte più di 38 milioni di tonnellate di reflui per un totale di 140.000 tonnellate di azoto. Questa enorme quantità di materiale, se non è gestita correttamente, causa inquinamento ai corpi idrici, eutrofizzazione, emissioni di ammoniaca e metano in atmosfera. Trasformando una criticità in risorsa, i reflui possono essere valorizzati attraverso la digestione anaerobica con produzione di energia rinnovabile (biogas) e di fertilizzanti rinnovabili. I fertilizzanti che si possono ottenere dal digestato sono: separato solido, ammendante ricco in fosforo e frazioni stabilizzate (miglioramento della struttura del suolo, stoccaggio di carbonio), il separato liquido (fertilizzante ammoniacale a pronto effetto) e il solfato di ammonio (fertilizzante utilizzabile anche in copertura). Il valore della trasformazione da refluo (nel quale i nutrienti sono spesso mal gestiti e vengono dispersi nell'ambiente) a fertilizzante rinnovabile, è strategico, in quanto azoto e fosforo sono nutrienti la cui produzione determina forti impatti ambientali (emissioni di CO<sub>2</sub>) e per quanto riguarda il fosforo i giacimenti sono in via di esaurimento e concentrati in poche zone (Cina, USA, Marocco). I fertilizzanti rinnovabili hanno dato in campo risultati analoghi e talvolta superiori a quelli di sintesi in termini di produzione, e risultati sicuramente migliori in termini di performances ambientale rispetto all'utilizzo del refluo tal quale: in particolare sono state significativamente ridotte le emissioni di ammoniaca, le emissioni di metano e la percolazione di nitrati nelle acque superficiali. In parti-

colare le emissioni di ammoniaca sono significative per la produzione di PM10 e PM2.5 (i principali e pericolosi inquinanti dell'aria delle nostre città). Quindi ridurre le emissioni di ammoniaca significa migliorare la qualità dell'aria e in generale l'aspettativa di salute per la cittadinanza. Valutando il tutto attraverso gli strumenti più moderni di valutazione degli impatti (LCA, Life Cycle Assessment), la produzione di energia dalla filiera biogas in uno scenario virtuoso (copertura delle vasche che contengono il digestato in fase di stoccaggio, utilizzo corretto dei fertilizzanti rinnovabili, azzeramento della fertilizzazione di sintesi) consente di ridurre significativamente gli impatti sulle risorse, sull'ecosistema e sulla salute umana, quindi è una pratica che affianca la sostenibilità economica a un elevatissimo valore ambientale.

## **SLURRIES: FROM SUSTAINABLE MANAGEMENT TO RENEWABLE FERTILIZERS**

Slurry always accompanied food production. In Lombardy in 2013 were produced over 38 million tons of slurry for a total of 140,000 tons of nitrogen. This huge amount of material, if not properly managed, cause pollution to water bodies, eutrophication, emissions of ammonia and methane in the atmosphere. Turning a critical issue into a resource, the slurry can be exploited through anaerobic digestion with production of renewable energy (biogas) and fertilizers. The fertilizers that can be obtained from digestate are: separate solid fertilizer rich in phosphorus and stabilized fractions (improvement of soil structure, carbon storage) the separated liquid (ammonia fertilizer, short action) and ammonium sulfate (fertilizer suitable to be used in coverage). The transformation from slurry (in which nutrients are often poorly managed and are dispersed in the environment) into renewable fertilizer, is strategic, as nitrogen and phosphorus are nutrients whose production causes severe environmental impacts (CO<sub>2</sub> emission) and, about pho-

sphorus, deposits are running low and are concentrated in few areas (China, USA, Morocco). Renewable Fertilizers gave similar results and sometimes higher performances than synthetic ones, in terms of production, and definitely the best results in terms of environmental performance compared to the use of untreated slurry: i.e. ammonia emissions, methane emissions and leaching of nitrate in surface waters were significantly reduced. In particular ammonia emissions cause the production of PM10 and PM2.5 (the main and hazardous air pollutants of our cities). Then reduce ammonia emissions mean improved air quality and overall health expectancy for citizenship. Evaluating all the process by the most modern tools for impacts assessment (LCA, Life Cycle Assessment), the production of energy from biogas chain in a virtuous scenario (coverage of the tanks that contain digestate during storage, proper use of renewable fertilizers, zero synthetic fertilizer) can significantly reduce the impact on resources, on the ecosystem and on human health, so it is a practice that combines economic sustainability with a high environmental value.







# MODELLO PER LA VALUTAZIONE DELLE PRODUZIONI CASEARIE LOMBARDE DI ECCELLENZA

GIOVANNA BATELLI<sup>1</sup> E MADDALENA ZUCALI<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari*

*<sup>2</sup>Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali*

Negli ultimi decenni, sta crescendo il desiderio dei consumatori di veder garantito un alto livello di qualità dei prodotti di origine animale. Il consumatore è sempre più interessato non solo agli aspetti legati alla qualità del prodotto, alla sicurezza, alla salubrità, al valore nutrizionale e sensoriale dello stesso, ma anche agli aspetti etici legati al processo produttivo, come la sostenibilità ambientale e il benessere degli animali allevati.

L'obiettivo di questo studio è quello di sviluppare un sistema di valutazione delle aziende zootecniche da latte che dia la possibilità al consumatore di scegliere che prodotto acquistare sulla base della qualità del prodotto legata ad aspetti nutrizionali, nutraceutici, di rispetto per l'ambiente e per il benessere animale.

Siamo partiti da uno studio multidisciplinare effettuato su 29 aziende da latte lombarde, tutte conferenti della medesima cooperativa per la produzione di Grana Padano DOP. Le aziende erano caratterizzate da diversi sistemi produttivi. Sono stati valutati, tramite analisi di laboratorio, test e questionari, 6 aspetti qualitativi: benessere animale, sostenibilità ambientale, sostenibilità economica, qualità microbiologica, qualità nutrizionale e qualità nutraceutica.

Abbiamo quindi creato 6 indici tematici, uno per ciascuno degli aspetti approfonditi nel corso del progetto. Ciascun indice è stato costruito scegliendo 19 variabili, dalle 80 misurate, sulla base di studi fatti in

precedenza dai ricercatori coinvolti nel progetto e sulla base della loro prevalenza e variabilità nel campione studiato (Fig. 1). Per ogni ambito è stato attribuito un valore 'soglia', corrispondente al 25% dei valori migliori. In modo da fissare un obiettivo ambizioso che fosse però misurabile e verificabile.

Per definire la qualità legata al benessere degli animali allevati, aspetti che sono giustamente sempre più valutati da produttori e consumatori, sono stati selezionati alcuni indicatori particolarmente importanti e informativi tratti dal protocollo sviluppato dal progetto europeo Welfare Quality® (2009). Per la valutazione dell'impatto ambientale della produzione del latte è stata utilizzata la metodica Life Cycle Assessment, seguendo le indicazioni riportate da Bava et al. (2014). Diverse analisi di laboratorio hanno permesso di valutare aspetti legati alla qualità nutrizionale, nutraceutica e microbiologica.

Le variabili scelte per i 6 aspetti di qualità del prodotto e del processo sono state combinate in un modello di valutazione (Fig. 2), facile da usare e da leggere.

I destinatari/utilizzatori di questo sistema di valutazione e di autovalutazione sono diversi, a partire dall'allevatore, che in questo modo può aver presente quali sono i suoi punti di forza e quali i suoi punti critici e di conseguenza può operare dei cambiamenti. Ad esempio ci può essere una realtà aziendale che ha come punto di forza l'attenzione al benessere animale, la sostenibilità economica e ambientale, mentre deve migliorare su altri aspetti.

Il trasformatore o in generale la cooperativa che ritira il latte può essere interessata a valutare la qualità globale del prodotto che poi deve commercializzare e quindi può scegliere di premiare, anche economicamente, il produttore eccellente; infine anche il consumatore può essere interessato a conoscere, non solo aspetti della qualità intrinseca del prodotto, ma anche legati a quanto il processo produttivo ha rispettato l'ambiente e il benessere animale.

## **A MODEL FOR SCORING HIGH QUALITY LOMBARDY DAIRY PRODUCTIONS**

The request of the consumer for guarantee schemes of high quality animal products has been increasing over the last few decades. The consumer interest is not only in terms of product attributes (health, safety, nutrition, and sensory properties), but also of ethical aspects (environmental sustainability and animal welfare) that involve the whole production process.

The idea of the study is to develop an evaluating tool for dairy farms that could give consumers the chance to take into account nutritional, nutraceutical, environmental and animal welfare quality when making food choices.

The suggested quality scheme, for milk production at farm level, is based on objective data collected in 29 Italian dairy farms, members of a factory producing the PDO Italian cheese Grana Padano. Different types of measurements were carried out during farm visits, in order to delineate a new concept of milk quality, based on a multi-dimensional approach. For the evaluation of animal welfare, a selection of indicators set up in the European Project Welfare Quality® (2009) was used. Environmental sustainability of milk production was assessed throughout a cradle to farm gate Life Cycle Assessment, starting from personal interviews of farmers as suggested by Bava et al. (2014). Different laboratory analyses were carried out on milk to evaluate microbiological, nutritional and nutraceutical quality. Starting from about 80 variables, 19 were retained in order to define 6 quality attributes: animal welfare, environmental and economic sustainability of farms, microbiological, nutritional and nutraceutical quality of milk (Fig. 1). Each farm received a score between 1 and 3 on the base of the frequency distribution of each variable in the farm sample. The scored variables were combined in a farm-evaluating tool that includes quality aspects of the product and of the productive process (Fig. 2).

The tool can be advantageous for many beneficiaries. The proposed quality scheme can be a practical and easy-to-read tool for the farmer, in order to support decisions for improving the quality of the product and the productive process. Another beneficiary can be the company that produces and commercializes cheese or drinking milk, as the tool can help to evaluate and give a prize to the best farms, which produce the best milk in the best way. The consumer can be the last beneficiary of the proposed tool, which, properly simplified, could be a quality brand for dairy products; this new brand could certify the process and not only the nutritional characteristics of the product.

MODELLO DI VALUTAZIONE					SCORE
<b>BENESSERE ANIMALE</b>					
Assenza di diarrea % > 99,99	Assenza di zoppia % > 99,99	Assenza di animali troppo magri % > 99,99	Assenza di unghioni non conformi % = 72,2		100
<b>SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE</b>					
Effetto serra kg CO <sub>2</sub> -eq < 1,15	Acidificazione g SO <sub>2</sub> -eq < 13,5	Eutrofizzazione g PO <sub>4</sub> -eq < 6,14	Utilizzo di energia non rinnovabile MJ < 4,94	Uso del suolo m <sup>2</sup> < 0,88	0
<b>SOSTENIBILITÀ ECONOMICA</b>					
Reddito lordo al netto del costo alimentare €/ capo giorno > 7,39			Reddito lordo €/ capo giorno > 6,55		0
<b>QUALITÀ MICROBIOLOGICA DEL LATTE</b>					
Coliformi Log <sub>10</sub> CFU/mL < 1,78	Anaerobi sporigeni Log <sub>10</sub> MPN/L < 1,90		Batteri lattici/Carica batterica standard % > 94,5		33
<b>QUALITÀ NUTRIZIONALE DEL LATTE</b>					
Proteine % > 3,52			grasso % > 4,06		50
<b>QUALITÀ NUTRACEUTICA DEL LATTE</b>					
CLA % acidi grassi > 0,44	Acidi grassi ramificati % acidi grassi > 1,97		Omega-6/Omega-3 (rapporto) < 3,43		100

Fig. 1 Variabili e aspetti qualitativi  
Fig. 1 Variables and quality aspects

<b>Aspetti qualitativi</b>	<b>Variabili</b>
Benessere animale	Assenza di diarrea Assenza di zoppie Assenza di bovine troppo magre Assenza di unghioni non conformi
Sostenibilità ambientale	Effetto serra Acidificazione Eutrofizzazione Utilizzo di energia non rinnovabile Uso del suolo
Sostenibilità economica	Reddito lordo al netto del costo alimentare Reddito lordo
Qualità microbiologica	Coliformi Batteri lattici/Carica batterica standard Anaerobi sporigeni
Qualità nutrizionale	contenuto di grasso contenuto di proteine
Qualità nutraceutica	CLA Acidi grassi ramificati rapporto omega-6/omega-3

Fig. 2. Sistema di valutazione per aziende da latte  
 Fig. 2. Evaluating tool for dairy farm (example of scoring)

## References

- [1] Welfare Quality®. 2009. Welfare Quality® Assessment Protocol for cattle. Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands.
- [2] Bava, L., Sandrucci, A., Zucali, M., Guerci M., Tamburini A. 2014. How farming intensification can affect the environmental impact of milk production. *Journal of dairy science*, 97(7), 4579-4593



## PRESENTAZIONE DELLA DEMO FARM ZOOTECNICA

FRANCO GEREVINI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SIVAM S.p.A.

Il progresso tecnologico investe oramai tutti i settori produttivi e anche il settore primario comincia a sentirne i benefici.

Forse più di altri, proprio l'agricoltura, e la zootecnia in particolare, hanno oggi la necessità di ottimizzare al massimo le risorse disponibili cercando di aumentare il proprio profitto diminuendo i costi.

Diminuire i costi in zootecnia vuol dire utilizzare gli alimenti adeguati, avere animali sani ed efficienti e sfruttare quelle risorse una volta considerate marginali o non valorizzate in modo adeguato (e.g. biogas, fotovoltaico, latte di scarto, etc.). Un approccio di questo tipo va anche nella direzione della oramai tanto citata "zootecnia sostenibile", intesa come sistema produttivo dove una parte integra l'altra e la ottimizza, nel rispetto dell'ambiente e vantaggiosa dal punto di vista economico.

Tutto questo ha portato il Parco Tecnologico Padano, in collaborazione con altri Partner presenti sul territorio (SIVAM S.p.A.; Dinamica Generale S.p.A.; FIS S.r.l.; FRABES S.p.A.; Paver S.p.A., Sgariboldi; Sr.l.; Zoetis Italia S.r.l.; SCR Europe S.r.l.; Prince Agri Products, Inc.), a mettere a punto un progetto di "formazione e dimostrazione" con l'obiettivo di:

- presentare approcci e tecniche innovative per una zootecnia sostenibile
- promuovere un uso razionale ed efficiente delle risorse, illustrando tendenze e innovazioni per le varie fasi della produzione lattiero casearia
- focus sull'efficienza tecnica ed economica come elemento car-



dine per la sostenibilità della zootecnia da latte

La presentazione del progetto seguirà una logica sequenza che parte dal campo (con le scelte varietali e la semina), passa per il management di vitelli e manze (il futuro dell'azienda), si focalizza sulla gestione e la salute delle bovine da latte (la fonte di reddito dell'allevamento) e che si conclude con la produzione di formaggio.

Il progetto sarà strutturato in due fasi:

- **Formazione:** 4 seminari a tema distribuiti durante i 6 mesi di EXPO e che affronteranno argomenti attuali e importanti per la zootecnia moderna
- **Dimostrazione:** 10 visite guidate in 6 realtà zootecniche per conoscere dal vivo applicazioni e metodologie di avanguardia. L'azienda sperimentale Baroncina, di proprietà del Centro di ricerca per le produzioni foraggere e lattiero-casearie di Lodi (CRA-FLC) sarà la cosiddetta azienda "demo", nella quale i diversi Partners dell'iniziativa installeranno o metteranno a disposizione le loro tecnologie innovative relative al "Precision Farming", o comunque legate al progresso e all'efficienza del settore zootecnico. A questa si affiancheranno altre 5 realtà "commerciali": un'azienda con 150 vacche, dotata di impianto fotovoltaico (1.5 MW) e biogas (1 MW), un'altra azienda sempre con 150 vacche finalizzata alla produzione e vendita diretta del latte con proprio marchio, due aziende con 300 vacche ciascuna destinate alla produzione e vendita formaggio e infine una realtà di grandi dimensioni con 900 animali in lattazione.

Per maggiori informazioni: [www.dairyfarm.it](http://www.dairyfarm.it)

## ZOOTECNICAL DEMO FARM PRESENTATION

Technological progress is now affecting all production sectors and also the primary sector is beginning to feel its benefits. Among other sectors, agriculture, and animal husbandry in particular, have nowadays the need to optimize the available resources, trying to increase profit by reducing costs.

Decreasing costs in dairy herds means providing the proper feed/diet, having healthy and functional animals and exploiting resources which were once considered marginal or had been not properly improved (e.g., biogas, solar energy, wasted milk, etc.).

This kind of approach also follows the direction of the so called “sustainable agriculture”, which stands for efficient production of safe, high quality agricultural products, in a way that preserves and improves the environment and the social and economic conditions of farmers.

Accordingly to these assumptions, Parco Tecnologico Padano (PTP), in collaboration with other Partners (SIVAM S.p.A.; Dinamica Generale S.p.A.; FIS S.r.l.; FRABES S.p.A.; Paver S.p.A., Sgariboldi; S.r.l.; Zoetis Italia S.r.l.; SCR Europe S.r.l.; Prince Agri Products, Inc.) developed a “training and demonstration” project with the aim of:

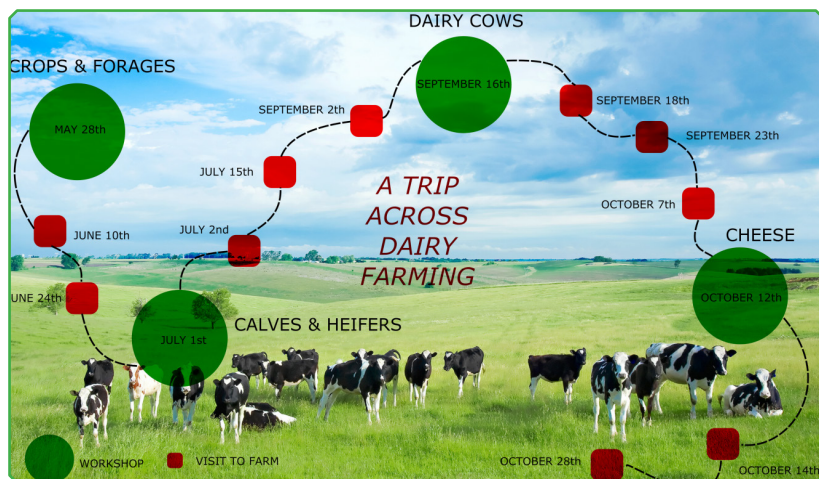
- presenting innovative approaches and techniques for sustainable animal husbandry
- promoting a rational and efficient use of different resources, thus illustrating trends and innovations across the various phases of the dairy production system
- focusing on technical efficiency and cost saving as key elements for the sustainability of dairy farming

The project’s exhibition will follow a logical sequence that from feeding (forage choice and sowing), goes through the management of calves and heifers (the future of a dairy farm), focuses on the management and health of dairy cows (the current farm income) and finally ends with cheese production.

The project will include two main activities:

- **training:** 4 workshops focused on “hot topics” about dairy farming;
- **demonstration:** 10 visits in 6 different dairy farms located in Lodi province. “Baroncina” extension farm, owned by the Lodi Research Centre for forage and dairy production (CRA – FLC), has been chosen as temporary “demo” farm for our Partners to install and present their innovative technologies related both to “Precision Farming” and to dairy production efficiency. Apart from Baroncina farm, other 5 “commercial” dairy herds will also be included: one farm owning 150 lactating cows plus a photovoltaic plant (1.5 MW) and a biogas system (1 MW) one farm with 150 lactating cows producing and selling milk for fresh consumption with its brand, two farm with 300 lactating cows each for cheese production and, the last but not the least, one 900 lactating–cows farm.

For more information: [www.dairyfarm.it](http://www.dairyfarm.it)









# PROFILES

## JÓZSEF BARANYI



József Baranyi, a mathematician, is the Head of the Computational Microbiology Research Group at the Institute of Food Research, Norwich, UK. He is also the Leader of the ComBase@IFR National Capability and a Visiting Professor at the Physics Department of Imperial College, London. His main research field is the mathematical modelling of microbial responses to food environments and the network analysis of food safety - and security - related complexities.

### Contacts

Mail: [jozsef.baranyi@ifr.ac.uk](mailto:jozsef.baranyi@ifr.ac.uk)

## **GIOVANNA BATTELLI**



Her interests cover: identification of markers for the characterization of traditional and PDO cheeses (fatty acids & terpenes); study of the production of volatile flavor compounds in fermented food, with the aim to identify defects or to improve flavor characteristics; study of nutraceutical value of cheeses and how to improve it feeding animals with diet containing high level n-3 fatty acids plants.

### **Contacts**

Mail: [giovanna.battelli@ispa.cnr.it](mailto:giovanna.battelli@ispa.cnr.it)

Ph: +39 0250316666



## FILIPPO BISCARINI



Filippo Biscarini is currently Principal Investigator at the Bioinformatics, Biostatistics and Biomedicine Unit of PTP-Science Park, Lodi. He obtained a PhD in Animal Breeding and Genetics at the University of Wageningen. During his career he worked as geneticist for the breeding industry in Italy and Ireland, and as researcher for a number of universities around the world (Canada, The Netherlands, Germany). His research topics span from breeding and genetics in livestock and crop plants to bioinformatics and biostatistics in plant and animal biology and, more recently, also in human medicine.

### Contacts

Mail: [filippo.biscarini@ptp.it](mailto:filippo.biscarini@ptp.it)

Ph: +39 03714662208

## MILENA BRASCA



Milena Brasca is research director of Milano Unit of the Institute of Sciences of Food Production, Italian National Research Council (CNR-ISPA).

Her research interests are focused on food microbiology; useful, beneficial, spoilage and pathogenic microbial populations involved in food products; production, isolation, and characterization of bio-molecules produced by bacteria of agro-food interest; selection and molecular characterization of lactic acid bacterial strains for traditional and functional foods.

She is author of more than 130 publications on national and international scientific journals and two book chapters.

### Contacts

Mail: [milena.brasca@ispa.cnr.it](mailto:milena.brasca@ispa.cnr.it)

Ph: +39 0250316685

## **DIEGO BREVIARIO**



1980 Graduated cum laude in Biological sciences at the University of Milan. 1982-1987 Scientist at the National Institutes of Health Bethesda USA and North Carolina State University, Raleigh USA.

1987-today National Research Council, Research Chief.

Scientific Leader for several Regional, National and International projects. Expert and evaluator for the European Community, National and International Agencies, Universities and Ministries. Editor and referee for several international scientific journals. Lecturer, story writer for scientific videos and chair and organizer of scientific meetings and exhibition stands. Inventor in four different filed patents and winner of a start-up competition. Awards from Ciba-Geigy, Academia dei Lincei-Rotary, National institutes of Health USA. Major expertise: genetics, genomics. Major area of interest: Agrifood

### **Contacts**

Mail: [breviario@ibba.cnr.it](mailto:breviario@ibba.cnr.it)

Ph: +39 0223699441

## **BIANCA CASTIGLIONI**



Graduated from University of Pavia where obtained BSc and MSc, she is currently a Research Scientist at Institute of Agricultural Biology and Biotechnology, National Research Council, in Lodi, Italy. The focus of her research is in the field of livestock genomics, to improve animal health and production.

### **Contacts**

Mail: [castiglioni@ibba.cnr.it](mailto:castiglioni@ibba.cnr.it)

Ph: +39 03714662504

## STEFANIA CHESSA



PhD in Animal Production in 2005. Research scientist at the National Research Council of Italy from 2009. Research interests: milk protein genetic variability in ruminants, candidate genes and genomic regions associated with production traits in different livestock species, agriculture sustainable development, application of molecular technologies for the genetic improvement of farm animals, divulgation of the research activities. Authorship of 45 papers published on ISI journals and h index 16 (Scopus).

### Contacts

Mail: [chessa@ibba.cnr.it](mailto:chessa@ibba.cnr.it)

Ph: +39 03714662507

## ROBERTO CONSONNI



Researcher at Institute for Macromolecular Studies (ISMAL) National Council of Research, Milan. Expert of Nuclear Magnetic Resonance (NMR) applied to the study of biomacromolecules, food matrices, plants extracts and synthetic polymers. Experienced in chemometrics and microimaging NMR. Authors of 90 publications in international peer reviewed journals, 7 book chapters and 2 patents.

### Contacts

Mail: [roberto.consonni@ismac.cnr.it](mailto:roberto.consonni@ismac.cnr.it)

Ph: +39 0223699578

## GIULIANA D'IMPORZANO



She graduated in Agricultural Science and got the Ph. Doctorate in the XIX section. She teach soil chemistry professor in Agriculture Faculty of Università degli Studi di Milano, Edolo site. Head of Laboratorio Biomasse e Agroenergie of Ricicla labs DiSAA in Lodi. She works on research issues relating to energy production from biomasses and wastes, waste management, soil quality, slurry management and environmental impacts, new fuel and third generation biomass for bioenergy. She works as process and rules consultant in anaerobic digestion plants (biogas), composting plants and waste biostabilization plants. She is author of 20 scientific papers published on international scientific journals.

### Contacts

Mail: [giuliana.dimporzano@unimi.it](mailto:giuliana.dimporzano@unimi.it)

Ph: +39 0250316546

## FABIO DAL BELLO



Fabio Dal Bello was born in Crespano del Grappa (TV) on July 30<sup>th</sup> 1976. He is the Scientific Director of Sacco Srl (Cadorago) since 2009, and also of CSL Srl (Zelo Buon Persico) since 2013. He is responsible for the QC and research activities of Sacco and CSL, including projects carried out in collaboration with Italian and International Research Institutes. After studying Agro-Industrial Biotechnology at the University of Verona, in 2005 Fabio was awarded the PhD degree at the University of Hohenheim (Stuttgart, Germany), and from 2005 till 2009 he worked as Post-doctoral scientist at the Department of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Ireland.

### Contacts

Mail: [f.dalbello@saccosrl.it](mailto:f.dalbello@saccosrl.it)

Ph: +39 0318866611



## ELENA DALZINI



After graduating in Food Science and Technology, Elena Dalzini attended at the University of Parma to work in the field of food microbiology with the research group of Prof. Neviani. Since 2011, she worked in the microbiological area of the IZSLER (Veterinary Public Health Institute). Her research interests include microbiological safety of fresh and processed food products, especially the typical Italian products. Since 2013, she has published over 20 research papers.

### Contacts

Mail: [elena.dalzini@izsler.it](mailto:elena.dalzini@izsler.it)  
Ph: +39 0302290533

## DAVIDE GARDONI



He graduated in Environmental Engineering at the Politecnico di Milano, and got the Ph.D. in Sanitary-Environmental Engineering. He studies the treatment of water and wastewater, and the anaerobic process management. He is also teacher assistant in university courses discussing environmental issues.

### Contacts

Mail: [davide.gardoni@unimi.it](mailto:davide.gardoni@unimi.it)

## FRANCO GEREVINI



Franco Gerevini, 48, earned a degree in agricultural science. After graduating he worked for 10 years in multinational companies leader in the production of feed and vitamins. For over 20 years he has been working in the dairy cows feed sector. Since 2007 he has also developed nutritional strategies aimed at improving the efficiency and sustainability of the breeding of dairy cows. He currently works in SIVAM SpA as head of zootechnical business unit.

### Contacts

Mail: [franco.gerevini@sivamspa.it](mailto:franco.gerevini@sivamspa.it)

Ph: +39 3471445950

## **MIKE GOODING**



Mike Gooding is Managing Director of FAI Farms (Oxford) and is responsible for the companies' farming operations, client services and is leading new initiatives in education, communications and food retailing. Mike Gooding has extensive experience in agriculture marketing, abattoir operations and food processing. He has worked with farmer co-operative businesses and in European wide livestock marketing.

### **Contacts**

Mail: [mike.gooding@faifarms.co.uk](mailto:mike.gooding@faifarms.co.uk)

## MARCELLA GUARINO



Researcher and teacher at the Faculty of Veterinary Medicine of the University of Milan. She is author of more than 160 national and international publications, including presentations in national and international conferences. She works with several international partners and she is part of an excellence research network within the themes of PLF.

### Contacts

Mail: [marcella.guarino@unimi.it](mailto:marcella.guarino@unimi.it)

**BEN  
HAYES**

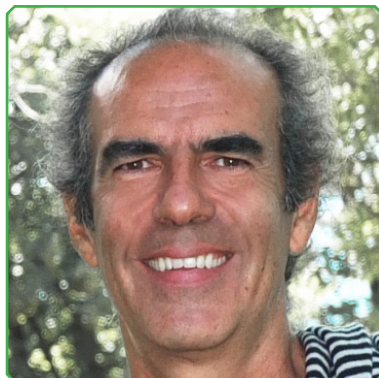


Expertise in genetic improvement of livestock and aquaculture species, with a focus on integration of molecular information into breeding programs, and breeding program design. More recently development of bioinformatic pipelines for sequence analysis. Author and co-author of book chapters and papers contributing to knowledge of genetic mechanisms underlying quantitative traits, linkage and linkage disequilibrium mapping and marker assisted selection in livestock and aquaculture species.

**Contacts**

Mail: [ben.hayes@depi.vic.gov.au](mailto:ben.hayes@depi.vic.gov.au)

## MARIO LUINI



Mario Luini, DVM, is currently director of the Lodi section of the Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia ed Emilia Romagna. His main research topics are *S. aureus* bovine mastitis and bovine zoonotic agents such as MRSA, verotoxigenic *E. coli* (VTEC) and *Campylobacter jejuni*. Overall his research is focused on molecular methods for the diagnosis of cattle and pig diseases.

### Contacts

Mail: [mariovittorio.luini@izsler.it](mailto:mariovittorio.luini@izsler.it)

Ph: +39 0371439354

## ALESSANDRA MAJORANA



Full Professor of Pediatric Dentistry and Oral Medicine in School of Dentistry of the University of Brescia

1985 Medicine and Surgery Degree (MD)

1990 Odontostomatology Specialization Diploma (DDS)

From 1993 Dean of the Department of Oral Medicine and Pediatric Dentistry of Dental Clinic of the Spedali Civili of Brescia

from 1995 Professor of Pediatric Dentistry in School of dentistry of University of Brescia

from 2001 Full Professor of Pediatric Dentistry and Oral Medicine in School of Dentistry of the University of Brescia

2014 Orthodontics Specialization Diploma

Professor of dentistry in Medicine Degree Course of University of Brescia

### Contacts

Mail: [alessandra.majorana@unibs.it](mailto:alessandra.majorana@unibs.it)

Ph: +39 03039957802



## **DIEGO MORA**



Diego Mora was born in Vercelli on April 28th 1970. He is assistant professor since November 2010 in the Faculty of Agronomy and Food Sciences of the University of Milan. Since January 2014 he has the habilitation for a Full Professor Position. He is member of the council of the PhD course in Food Biotechnology since 2010. He is the head of the teaching board of the bachelor and master degree in Food Science and Technology of the University of Milan since October 2014. Mora D. was involved in several projects as research unit scientific leader. Mora D. is author of more than 90 publications dealing on agro-food microbiology.

### **Contacts**

Mail: [diego.mora@unimi.it](mailto:diego.mora@unimi.it)  
Ph: +39 0250319133/237

## MARIA LUISA CALLEGARI



Dr. Maria Luisa Callegari is Senior researcher at the Istituto di Microbiologia of Università Cattolica del Sacro Cuore of Piacenza (Italy) with a research focus on molecular analysis of human and animal intestinal microflora. At present her research is focused on probiotics and prebiotic effects on the intestinal microflora in human and animals. The variations of dominant microflora are analysed by molecular techniques such as the Temperature Gradient Gel Electrophoresis (TGGE), the Denaturing Gradient Gel Electrophoresis (DGGE), real time PCR and deep sequencing. She studied gut microbiota composition in patients affected by cystic fibrosis and Crohn's disease in order to identify inflammation biomarkers. Moreover, she investigated diet impact on human and animals gut microbiota composition.

### Contacts

Mail: [marialuisa.callegari@unicatt.it](mailto:marialuisa.callegari@unicatt.it)

## **VALENTINA PIZZAMIGLIO**



Valentina Pizzamiglio holds a degree in veterinary biotechnologies and a PhD in feed and food safety. She is working in the Technical Service of Consortium of Parmigiano Reggiano cheese as food safety expert. She is also involved in HACCP management and feed safety.

### **Contacts**

Mail: [pizzamiglio@parmigianoreggiano.it](mailto:pizzamiglio@parmigianoreggiano.it)

Ph: +39 0522307741

## ALESSANDRA STELLA



She leads the Statistical Genomics and Bioinformatics group at Institute of Agricultural Biology and Biotechnology and PTP-Science Park in Lodi, Italy. Her research is focused on statistical and bioinformatics methods for analysis of genomic data of quantitative and disease traits in livestock and plants.

### Contacts

Mail: [stella@ibba.cnr.it](mailto:stella@ibba.cnr.it)

Ph: +39 03714662690

## **MADDALENA ZUCALI**



In 2005 I was graduated in Agricultural Science and Technology at University of Milan with a thesis about nutrition of dairy goats. From 2005 until now I have been working, at University of Milan, on the design, planning and leading of a number of research projects about milk quality, udder health and milk safety. I have been working also on the evaluation of environmental impact of livestock productions. I supervised the work of many students during field studies, I was the co-tutor of 26 thesis.

### **Contacts**

Mail: [maddalena.zucali@unimi.it](mailto:maddalena.zucali@unimi.it)

Ph: +39 0250316455

Progetto editoriale a cura di:  
*Riccardo Simi & Martina Zilioli*



Consiglio Nazionale  
delle Ricerche

CNR  EXPO





CNR EXPO



ISBN: 978-88-940869-1-1