

LINEA DI RICERCA SETTORE LATTE E PRODOTTI LATTIERO-CASEARI

INTRODUZIONE

La filiera lattiero-casearia rappresenta uno dei settori più rilevanti nell'ambito agroalimentare, sia dal punto di vista economico che nutrizionale. In Italia, negli ultimi anni, questo settore ha visto una produzione di circa 14 milioni di tonnellate di latte (fonte: CLAL.it, 2023), con un fatturato di circa 5 miliardi di euro (Fonte: ISMEA, 2022). Circa la metà del latte vaccino prodotto viene destinato alla filiera di produzione di formaggi DOP e IGP, garantendo al consumatore la sicurezza di acquistare alimenti di alta qualità e al produttore la protezione contro imitazioni e usi impropri di questi prodotti. L'attività di ricerca svolta dai ricercatori della S.C. Sicurezza Alimentare mira ad analizzare il latte e i suoi derivati in modo multidisciplinare, valutando contemporaneamente gli aspetti nutrizionali e microbiologici.

Aspetti nutrizionali

Latte e derivati svolgono un ruolo importante nell'alimentazione della popolazione: le Linee Guida Italiane per una Sana Alimentazione elaborate dal Centro di Ricerca Alimenti e Nutrizione (CREA) raccomandano di consumare tre porzioni al giorno da 125 gr tra latte e yogurt e tre porzioni a settimana di formaggio, preferendo quelli a ridotto tenore di grassi (100 gr per i formaggi <25% di grassi e 50 gr per quelli con contenuto maggiore). Questi prodotti forniscono, infatti, proteine ad alto valore biologico, vitamine e minerali necessari per il corretto sviluppo delle ossa e lipidi di importanza nutrizionale come gli acidi grassi essenziali della serie omega-3 ed omega-6. Per quanto riguarda la valutazione della qualità e delle caratteristiche nutrizionali dei prodotti lattiero caseari, le principali strumentazioni analitiche utilizzate sono lo Spettrometro NIRFlex 500 solids ed il MilkoScan^{TM7} RM (FTIR) FOSS, entrambi basati sulla spettroscopia ad infrarossi. La tecnologia alla base delle strumentazioni si fonda sulla capacità delle molecole che compongono gli alimenti di interagire con la luce. Attraverso l'utilizzo dello Spettrometro NIRFlex 500 solids è possibile determinare i parametri nutrizionali (grassi, di cui acidi grassi saturi, carboidrati, di cui zuccheri, proteine, sale, ceneri, umidità) ed il valore energetico di prodotti lattiero caseari solidi, come formaggi e cagliate. L'analizzatore MilkoScan^{TM7} RM (FTIR) FOSS, invece, si utilizza per la matrice latte, e permette di valutare il profilo nutrizionale, lipidico e le caratteristiche chimiche.

Qualità microbiologica: ruolo dei clostridi nel latte

I batteri appartenenti al genere *Clostridium* rappresentano una sfida significativa nel settore lattiero-caseario, in particolare per i formaggi a media e lunga stagionatura. In condizioni sfavorevoli, sono in grado di produrre spore, un processo che permette loro di sopravvivere a lungo anche in ambienti ostili. Per i clostridi, tali ambienti sono caratterizzati da un'alta concentrazione di ossigeno. Quando le condizioni diventano favorevoli queste spore possono germinare, come durante il processo di stagionatura, in cui si instaurano le ideali condizioni di anaerobiosi, temperatura adeguata e pH. Una volta attive, le forme vegetative dei clostridi possono provocare fermentazioni indesiderate, causando difetti di consistenza e sapore nei prodotti caseari e abbassandone il valore commerciale.

Le specie più problematiche in ambito lattiero-caseario includono *Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium butyricum* e *Clostridium sporogenes*. Queste sono note per causare un difetto chiamato gonfiore tardivo, che si manifesta in particolare nei formaggi semiduri e stagionati. Questo fenomeno è dovuto alla produzione di gas, come l'idrogeno e il diossido di carbonio, risultato della fermentazione di acidi grassi da parte dei clostridi butirrici.

Dal punto di vista analitico, l'identificazione dei batteri del genere *Clostridium* si basa principalmente su metodi di microbiologia classica, che però richiedono lunghi tempi di analisi e non consentono di distinguere tra le diverse specie. È stata ottimizzata una metodica di tipo Multiple PCR, in grado di rilevare simultaneamente *C. tyrobutyricum*, *C. butyricum* e *C. sporogenes*. Questo approccio consente

di destinare il latte a produzioni differenziate, ottimizzare il processo produttivo e prevenire alterazioni nei formaggi a lunga stagionatura.

Caratterizzazione del Microbiota in latte, cagliata e formaggio

Il microbiota rappresenta l'insieme di microrganismi (virus, batteri, archea e eucarioti monocellulari come lieviti e protozoi) che vivono e colonizzano una specifica nicchia biologica in un determinato lasso di tempo in simbiosi tra di loro. Di fatto, il microbiota si organizza in gruppi funzionali o trofici ed è stata dimostrata una certa correlazione tra ambiente e microbiota: l'ambiente seleziona il microbiota, le specie che lo compongono a loro volta modellano l'ambiente e la struttura del microbiota stesso. Da ciò ne consegue che le strutture e le dinamiche del microbiota nel sistema alimentare possono avere un impatto sulla qualità e sulla sicurezza degli alimenti: approfondirne la conoscenza è di fondamentale importanza per affrontare e prevenire potenziali problemi legati alla sicurezza alimentare.

L'ecologia microbica dei prodotti lattiero-caseari è composta da una ricca e complessa rete di microrganismi come fermenti lattici starter e fermenti lattici non starter provenienti principalmente dal latte crudo e/o dall'ambiente di lavorazione che contribuiscono alle caratteristiche del prodotto finito. Lo studio del microbiota è operato con approccio genomico di Next Generation Sequencing (NGS), basato sul sequenziamento del tratto di DNA che codifica per l'RNA 16S che permette, attraverso il confronto dei dati di sequenza con database condivisi, di determinare la composizione relativa della popolazione microbica. Analizzando diverse produzioni casearie si possono caratterizzare diversi momenti del processo produttivo, a partire dalla materia prima fino al prodotto finito. La raccolta dei dati del microbiota permette di definire il profilo della popolazione microbica specifica di ciascuna produzione anche in ottica di monitoraggio per la prevenzione di episodi di contaminazione da agenti patogeni per la tutela del consumatore.

PROGETTI DI RICERCA IN MATERIA DEL SETTORE LATTE E PRODOTTI LATTIERO-CASEARI

Negli ultimi anni la S.C. Sicurezza Alimentare ha partecipato a numerosi progetti aventi come protagonisti il latte ed i prodotti lattiero-caseari e finalizzati a:

- Valutare le caratteristiche nutrizionali distintive di latte e prodotti lattiero-caseari ottenuti da bovine alimentate con metodi innovativi, quali i foraggi polifiti, con particolare riferimento ai composti di interesse nutraceutico (es. acidi grassi della serie omega-3 ed omega-6)
- Valutare il benessere animale attraverso indici specifici rilevati attraverso metodiche di laboratorio sulla matrice latte
- Elaborare schede prodotto contenenti informazioni sulle caratteristiche nutrizionali dei prodotti lattiero-caseari, sulla loro filiera di produzione e sui processi produttivi
- Ottimizzare metodi rapidi e specifici per l'identificazione di *C. tyrobutyricum*, *C. butyricum* e *C. sporogenes* nel latte destinato alla caseificazione
- Caratterizzare il microbiota di produzioni lattiero casearie tipiche regionali

Tipologia	Titolo	Periodo di attività	Ente finanziatore
Fondi europei di sviluppo regionale	TECH4MILK - Tecnologie e soluzioni innovative al servizio della filiera latte piemontese per promuoverne la competitività e la sostenibilità	2019-2022	Unione Europea - POR F.E.S.R. 2014/2020
Regionale	BOVILAT – Monitoraggio della qualità del latte	2015-2023	Regione

	bovino prodotto nel territorio regionale	Piemonte
Ricerca Corrente	NewTox: Protocolli analitici per la rilevazione delle tossine stafilococciche emetiche non tradizionali 2020-2023	Ministero della Salute
Fondi europei di sviluppo rurale – Regione Piemonte	FILIERBA - Sviluppo di filiere zootecniche basate su foraggi polifiti per superare le difficoltà dei comparti carne e latte e migliorare la sostenibilità degli allevamenti 2020-2024	Regione Piemonte nell'ambito del PSR 2014-2020, Misura 16.1.1.
Ricerca Corrente	L'ecosistema delle produzioni lattiero-casearie DOP: microbiota e flora lattica al servizio della sicurezza e della qualità 2021-oggi	Ministero della Salute
Regionale	LaBoR - Monitoraggio della qualità del latte bovino prodotto nel territorio regionale 2024 - oggi	Regione Piemonte

PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

A partire dai risultati dei progetti e delle attività svolte nel corso degli anni è stato possibile predisporre numerose pubblicazioni, presentazioni a corsi e convegni; si riportano qui di seguito i principali report pubblicati negli ultimi anni:

Riviste scientifiche internazionali

► “Multiplex-PCR Detection of *Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium butyricum*, and *Clostridium sporogenes* in Raw Milk for Cheesemaking”

Floris I, Martucci F, Romano A, Marellò G, Ligotti C, Bianchi DM.

Life (Basel). 2024;14(9):1093. Published 2024 Aug 30. doi: 10.3390/life14091093

Presentazioni a corsi e convegni

► “Valutazione dell’antimicrobicoresistenza in ceppi di batteri lattici isolati da prodotti lattiero-caseari”. Scardino G, Floris I, Musolino N, Battistini R, Masotti C, Pitti M, Martucci F, Bianchi DM, Decastelli L. XXXII Convegno Nazionale Associazione Italiana Veterinari Igienisti – AIVI. Maierato (VV), 13-15 settembre 2023

► "Microbiota characterization of Italian traditional artisan cheeses: a new certification level"

Romano A, Floris I, Battistini R, Martucci F, Bianchi DM, Decastelli L

7th International Conference on Microbial Diversity. Parma ITA, September 26-29, 2023

► "Insegnare la filiera lattiero casearia: un progetto didattico per le scuole secondarie"

Bianchi DM, Ferraris C, Martucci F, Floris I, Paparella M, Dalmasso L, Avena C, Lombardi G, Decastelli L. VII Congresso Lattiero-Caseario - Associazione Italiana Tecnici del Latte. Cremona, 7 settembre 2023

► "Miglioramento della qualità nutrizionale di latte e formaggi mediante l'utilizzo di foraggi polifiti"

Ferraris C, Bianchi DM, Fornasiero M, Martucci F, Floris I, Gamba V, Fusi F, Chisari S, Lombardi G, Decastelli L. VII Congresso Lattiero-Caseario - Associazione Italiana Tecnici del Latte. Cremona, 7 settembre 2023

► "Valutazione dell’antimicrobicoresistenza in ceppi di batteri lattici isolati da prodotti lattiero-caseari"

Scardino G, Floris I, Musolino N, Battistini R, Masotti C, Pitti M, Martucci F, Bianchi DM, Decastelli L. XXXII Convegno Nazionale Associazione Italiana Veterinari Igienisti – AIVI. Maierato (VV), 13-15 settembre 2023

► "Identificazione rapida e simultanea di *C. tyrobutyricum*, *C. butyricum* e *C. sporogenes* nel latte mediante PCR di tipo multiplex". Floris I, Ligotti C, Romano A, Marellò G, Martucci F, Bianchi DM,

Decastelli L. XXII Congresso Nazionale della Società Italiana di Diagnostica di Laboratorio Veterinaria – SIDiLV. Brescia, 11-13 ottobre 2023