



UNIVERSITÀ DI PARMA

Dipartimento di Scienze Medico – Veterinarie

Corso di Laurea Magistrale in

Produzioni Animali Innovative e Sostenibili

**PRODUZIONE DI FORMAGGI A LATTE CRUDO: RISCHI PER IL
CONSUMATORE E INDICAZIONI IN ETICHETTA**

**RAW MILK CHEESE PRODUCTION: CONSUMER RISKS AND
LABELING REQUIREMENTS**

Relatore:

Chiar.mo Prof. Mauro CONTER

Laureanda:

Giulia SGAMBELLONE

ANNO ACCADEMICO 2025/2026

Sommario

ABSTRACT.....	
INTRODUZIONE E OBIETTIVI.....	
1. FORMAGGI A LATTE CRUDO: IDENTITÀ E TECNOLOGIA	1
1.1 Definizione e caratteristiche distintive.....	1
1.2 Tecnologia di produzione	3
1.3 Classificazione dei formaggi a latte crudo e dinamiche di rischio	5
2. RISCHIO MICROBIOLOGICO NEI FORMAGGI A LATTE CRUDO	7
2.1 STEC (<i>Escherichia Coli</i> produttori di Shiga-tossine)	7
2.1.1 Caratteristiche del patogeno e meccanismi di virulenza	10
2.1.2 Epidemiologia e analisi dei focolai correlati al settore caseario	13
2.1.3 Valutazione del rischio per l'infanzia e le categorie vulnerabili	15
2.2 Altri patogeni di rilevanza normativa	18
2.2.1 <i>Salmonella</i> spp.....	18
2.2.2 <i>Listeria monocytogenes</i>	19
2.2.3 <i>Brucella</i> spp.....	21
2.2.4 <i>Mycobacterium bovis</i>	23
3. QUADRO NORMATIVO E REGOLAMENTAZIONE	25
3.1 Il Regolamento (CE) n. 853/2004: igiene degli alimenti di origine animale	25
3.1.1 Requisiti igienico-sanitari per la produzione di latte crudo	25
3.1.2 Requisiti specifici per la produzione di formaggi a latte crudo	28
3.2 Disciplina dell'etichettatura e informazione al consumatore	29
3.2.1 Il Regolamento (UE) n. 1169/2011 e l'obbligo della dicitura "Fabbricato con latte crudo"	31
3.2.2 Nuove Linee Guida del Ministero della Salute: rafforzamento della tutela e proposte legislative.....	33
4. LINEE GUIDA MINISTERIALI E MISURE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO	35
4.1 Misure igienico-sanitarie in allevamento e trasformazione	35
4.2 Validazione del processo e ruolo dell'etichettatura informativa.....	38
5. PARTE SPERIMENTALE: VALUTAZIONE DELLE INFORMAZIONI AL CONSUMATORE	43
5.1 Materiali e metodi.....	43
5.1.1 Descrizione dei campioni raccolti (>50 formaggi a latte crudo)	43

5.1.2 Criteri di inclusione e raccolta dati	44
6. RISULTATI	46
6.1 Analisi delle informazioni	46
6.1.1 Esempi pratici di etichette e cartelli, con valutazione delle conformità e chiarezza comunicativa	47
6.2 Analisi descrittiva	55
7. DISCUSSIONE	60
8. CONCLUSIONE	65
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	66

ABSTRACT

The production of raw milk cheese represents a fundamental testimony to traditional cheesemaking culture, expressing the profound bond between the raw material and its territory of origin. However, the absence of heat treatment, while preserving the original enzymatic and microbial complexity, exposes the product to significant hygienic and sanitary vulnerabilities. Among the primary microbiological risks, Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) stands out as a serious threat to public health, particularly for vulnerable individuals (YOPI: Young, Old, Pregnant, Immunocompromised), in whom infection can progress to Hemolytic Uremic Syndrome (HUS), a condition of particular severity, especially in pediatric patients. In response to these risks, European legislation has elevated food labeling from a mere formal requirement to a crucial instrument of health communication. Regulations (CE) n. 853/2004 and (UE) n. 1169/2011 mandate the clear inclusion of the "made with raw milk" claim to ensure informed purchasing decisions by consumers.

This thesis aims to analyze the microbiological risk dynamics associated with these matrices and to evaluate, through an observational field study, the level of regulatory compliance and the effectiveness of health warnings in common retail environments. The experimental investigation was based on the sampling of 100 raw milk cheese references, selected from both large-scale retail (GDO) and specialized retail outlets. The methodology distinguished between originally pre-packaged products and those sold in bulk or sliced at the delicatessen counter. Specific assessments were conducted regarding the presence, objective legibility, and practical accessibility of mandatory labeling and secondary information tools (such as the "Ingredients Book"). The results highlight a marked operational divergence. While pre-packaged cheeses demonstrate a high degree of legislative compliance and adequate transparency, products sold at the counter exhibit systemic shortcomings. Frequent issues include the omission of health warnings on price tags, limited access to the "Ingredients Book," and logistical anomalies, such as the concealment of health alerts due to over-labeling practices by distribution centers.

In conclusion, this study demonstrates that although the regulatory framework provides solid theoretical guarantees, its practical implementation is deficient in specific commercial contexts. This highlights an urgent need to improve operational protocols at the retail level to effectively protect the most vulnerable consumers.

INTRODUZIONE E OBIETTIVI

La produzione di formaggi a latte crudo rappresenta un patrimonio agronomico, culturale e gastronomico preziosissimo, capace di esprimere il profondo legame tra la materia prima, le tradizioni casearie e il territorio d'origine. L'assenza di trattamenti termici preventivi garantisce l'assoluta integrità della matrice biologica e del corredo enzimatico nativo, affidando la maturazione all'esclusiva azione sinergica del microbiota autoctono, conferendo al prodotto finito proprietà organolettiche ineguagliabili. A fronte di tale ricchezza biologica, emergono tuttavia importanti criticità sul piano della sicurezza igienico-sanitaria. La rinuncia a processi di risanamento standardizzati, quali la pastorizzazione o la termizzazione, rende questi prodotti dei potenziali veicoli per la sopravvivenza e la diffusione di microrganismi patogeni lungo l'intera filiera alimentare. Tra gli agenti eziologici che destano maggiore allarme per il consumo di formaggi a latte crudo emergono gli *Escherichia coli* produttori di Shiga-tossine (STEC), a cui si associano patogeni a trasmissione alimentare di elevata criticità quali *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Brucella* spp., e *Mycobacterium bovis*. Come attestato dai dati epidemiologici, la spiccata virulenza e la ridottissima soglia infettante rende gli STEC un pericolo tangibile per la salute pubblica. L'esposizione a tali microrganismi risulta particolarmente critica per le fasce di popolazione più fragili, noti con l'acronimo YOPI (*Young, Old, Pregnant, Immunocompromised*). In questi soggetti, l'infezione può innescare complicanze sistemiche potenzialmente letali come la Sindrome Emolitico-Uremica (SEU), riconosciuta come il fattore primario di insufficienza renale acuta nei pazienti pediatrici.

Per far fronte a tali sfide, la tutela della salute del consumatore è affidata a una politica di prevenzione delineata dalle istituzioni europee e statali. Il quadro giuridico, fondato sui Regolamenti (CE) n. 853/2004 e (UE) n. 1169/2011 e aggiornato dalle Linee Guida ministeriali, definisce una rigorosa rete di sorveglianza e detta precise disposizioni in materia di trasparenza informativa. In questa prospettiva, l'etichettatura alimentare cessa di essere un mero strumento di valorizzazione commerciale per divenire il pilastro fondamentale della comunicazione del rischio. L'obbligo di riportare in modo chiaro e visibile la dicitura "fabbricato con latte crudo" funge da dispositivo di allerta sanitaria, il cui scopo è quello di responsabilizzare il consumatore, trasformandolo da soggetto passivo a gestore attivo e consapevole del rischio nella prevenzione delle tossinfezioni.

Sulla base di queste premesse, il presente elaborato si pone il duplice obiettivo di analizzare le complesse dinamiche del rischio microbiologico associate alle produzioni casearie a latte crudo e di verificare sul campo l'effettiva applicazione delle misure di comunicazione preventiva destinate al

consumatore. Il percorso di ricerca è stato strutturato attraverso un approccio deduttivo, estendendo l'indagine dall'analisi del quadro normativo all'osservazione diretta delle dinamiche commerciali sul territorio.

La sezione iniziale dell'elaborato approfondisce il profilo biotecnologico dei prodotti caseari a latte crudo, analizzando l'influenza esercitata dalle diverse fasi di lavorazione e maturazione sulle cinetiche di persistenza o inattivazione dei patogeni. Segue poi uno studio approfondito sugli aspetti epidemiologici e clinici delle tossinfezioni di riferimento, con un focus monografico dedicato agli STEC. Il lavoro analizza poi lo sviluppo della normativa comunitaria e delle disposizioni ministeriali, evidenziando come la vigilanza sanitaria si sia evoluta da una logica prettamente ispettiva verso un modello di prevenzione basato sulla biosicurezza integrata e sul diritto all'informazione del consumatore. La sezione sperimentale del lavoro si concretizza in un'indagine sul campo mirata a verificare la reale accessibilità e chiarezza delle informazioni destinate al consumatore nei punti di vendita al dettaglio. Attraverso il campionamento di 100 referenze distribuite in modo eterogeneo tra i canali della Grande Distribuzione Organizzata (GDO) e le reti di vendita al dettaglio tradizionale, lo studio si propone di quantificare il livello di conformità normativa sia delle etichette dei prodotti preimballati all'origine, sia della cartellonistica espositiva dedicata agli alimenti commercializzati sfusi o frazionati al banco taglio.

L'obiettivo fondamentale di questa ricerca è documentare l'impatto visivo, la leggibilità e la reperibilità delle diciture obbligatorie e delle avvertenze sanitarie cautelative.

L'analisi si estende alla valutazione critica dei supporti informativi complementari previsti dalla normativa vigente, con particolare riferimento al Registro degli Ingredienti, consultabile nei punti vendita esaminati attraverso i dispositivi digitali messi a disposizione nei reparti, con l'intento di evidenziare le *best practices* comunicative del settore ma, soprattutto, di rilevare le criticità operative più silenti. Tra queste, una specifica attenzione è riservata all'omissione formale delle diciture di legge, alla complessa consultazione dei supporti informativi per i prodotti non preimballati e agli errori operativi di sovra-etichettatura al dettaglio. Tali fenomeni finiscono per vanificare lo sforzo di trasparenza attuato dal produttore alla fonte e di rendere inefficace il sistema di tutela strutturato a salvaguardia delle fasce di popolazione più sensibili.

1. FORMAGGI A LATTE CRUDO: IDENTITÀ E TECNOLOGIA

1.1 Definizione e caratteristiche distintive

Il formaggio è il prodotto derivante dalla destabilizzazione controllata della sospensione colloidale delle caseine presenti nel latte; tale trasformazione può avvenire attraverso tre meccanismi principali, la cui selezione determina le caratteristiche strutturali del prodotto finito (Cocolin et al., 2022). Il primo di questi processi è la coagulazione enzimatica, o presamica, mediata dall'azione di enzimi proteolitici contenuti nel caglio che agiscono selettivamente sulla k-caseina, responsabile della stabilità colloidale del latte, rimuovendo il macropeptide idrofilo e permettendo l'aggregazione delle micelle (Cocolin et al., 2022). La coagulazione acida avviene attraverso la progressiva riduzione del pH fino al raggiungimento del punto isoelettrico delle caseine. La terza opzione è rappresentata dalla coagulazione mista, derivante dall'azione combinata dell'attività enzimatica e dallo sviluppo di acidità organica (Cocolin et al., 2022). La destabilizzazione micellare determina la coagulazione e la formazione della cagliata che si separa dalla componente acquosa, rappresentata dal siero; la cagliata diventerà formaggio e il siero potrà trovare differenti impieghi nel settore alimentare, come per la produzione della ricotta (Cocolin et al., 2022).

Il formaggio prodotto con latte crudo rappresenta la massima espressione del legame tra ambiente e prodotto finito. Da un punto di vista normativo, il Regolamento (CE) n. 853/2004 definisce il latte crudo come il prodotto della secrezione della ghiandola mammaria di animali allevati, che non è stato riscaldato a una temperatura superiore ai 40 °C né sottoposto a trattamenti aventi effetto equivalente. La scelta di questa soglia termica risiede nella necessità di preservare la natura termolabile delle componenti native del latte. Superare i 40-42 °C comporterebbe infatti l'innescio di processi irreversibili, quali la parziale denaturazione delle sieroproteine e la degradazione dei complessi enzimatici endogeni che guidano la maturazione. In questo contesto, l'enzima fosfatasi alcalina (ALP) assume un ruolo tecnico e legale fondamentale: avendo una termoresistenza leggermente superiore a quella dei principali patogeni non sporigeni (come *Mycobacterium tuberculosis* e *Coxiella burnetii*), la sua integrità è considerata il principale indicatore biochimico della mancata esposizione a stress termici. Al contrario, la sua inattivazione viene utilizzata a livello ispettivo come marker per confermare l'avvenuta pastorizzazione (Rankin et al., 2010).

Nel latte crudo, l'integrità di sistemi enzimatici complessi quali la lattoperossidasi e il lisozima, garantisce il mantenimento di una barriera batteriostatica naturale. Tali componenti esercitano un'azione protettiva primaria contrastando la proliferazione della flora opportunistica e alterativa nelle prime fasi post-mungitura (Seifu et al., 2005).

La distinzione tra latte crudo e latte trattato termicamente non risiede esclusivamente in una differenza di temperatura, ma si riflette nella conservazione della conformazione biochimica nativa della materia prima. Mentre il latte crudo preserva l'integrità della propria matrice biologica e il relativo potenziale enzimatico, i trattamenti termici operano una semplificazione del profilo microbiologico e biochimico del latte (Melini et al., 2017). Sebbene il riscaldamento costituisca la strategia industriale più diffusa per garantire la sicurezza igienico-sanitaria, il perseguimento di tali obiettivi – quali l'abbattimento dei patogeni e l'inattivazione degli agenti alterativi – comporta effetti collaterali significativi sulla qualità della matrice (Melini et al., 2017). L'inattivazione dei sistemi enzimatici e della microflora autoctona determina una vera e propria standardizzazione biologica, che compromette l'attitudine alla caseificazione naturale e rende indispensabile il ricorso a colture starter per ripristinare le cinetiche fermentative (Quigley et al., 2013). Al contrario, nel formaggio a latte crudo, l'assenza di tali interventi preserva una maturazione enzimatica spontanea; il patrimonio batterico indigeno e il corredo enzimatico nativo, operano in sinergia nella trasformazione della cagliata, garantendo un profilo aromatico complesso che si configura come l'espressione sensoriale autentica del territorio d'origine.

Il latte crudo ospita una popolazione microbica diversificata e complessa; sebbene in passato si ritenesse che il latte all'interno della ghiandola mammaria sana fosse sterile, evidenze scientifiche recenti suggeriscono l'esistenza di un microbiota endogeno che viene successivamente integrato da microrganismi provenienti da fonti ambientali, quali le attrezzature per la mungitura, l'aria, l'acqua e il suolo (Quigley et al., 2013).

La composizione specifica di questo ecosistema microbico esercita un impatto diretto e determinante sull'evoluzione dei prodotti lattiero-caseari. In particolare, i microrganismi indigeni – principalmente batteri lattici (LAB) – innescano la fermentazione della matrice attraverso la produzione di acido lattico, influenzando il profilo organolettico del formaggio (Wouters et al., 2002a). Tuttavia, all'azione tecnologica delle popolazioni fermentative, si contrappone l'attività di specie pro-alterative, capaci di compromettere le proprietà sensoriali e la *shelf-life* del prodotto. È il caso dei batteri psicotolleranti (come *Pseudomonas* spp.) i quali, proliferando durante le fasi di refrigerazione, secernono enzimi extracellulari termoresistenti che inducono fenomeni di proteolisi e lipolisi, determinando alterazioni sgradevoli della componente lipidica e proteica (Hantsis-Zacharov & Halpern, 2007).

Oltre alle implicazioni di carattere biochimico e tecnologico, la composizione microbica del latte crudo determina risvolti cruciali anche per la salute umana. La persistenza di microrganismi patogeni può trasformare la matrice in un potenziale veicolo di tossinfezioni alimentari, rendendo la sicurezza igienica un prerequisito fondamentale. Dall'altro lato emerge l'azione protettiva esercitata dal microbiota naturale; alcuni microrganismi presenti nel latte crudo possono favorire i processi digestivi o contribuire alla modulazione del sistema immunitario, riducendo l'incidenza di allergie e malattie atopiche (Quigley et al., 2013).

Tale complessità microbiologica può essere ricondotta a tre macro-categorie funzionali che interagiscono dinamicamente all'interno della matrice (Quigley et al., 2013). La prima è rappresentata dai Batteri Lattici (LAB), comprendenti generi quali *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* e *Leuconostoc*; sono i principali responsabili della fermentazione e della biosintesi dei composti aromatici che definiscono l'identità del formaggio (Wouters et al., 2002b). A questi si contrappone il microbiota alterante, costituito da organismi come *Pseudomonas* e *Clostridium*, la cui attività metabolica è spesso causa di difetti strutturali (come i gonfiori) o sensoriali. Infine, vi sono i microrganismi patogeni, rappresentati da *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. ed *Escherichia coli* (STEC). La presenza di quest'ultimi è influenzata direttamente dalle pratiche igieniche adottate durante la mungitura e nelle fasi successive (Oliver et al., 2005).

1.2 Tecnologia di produzione

La produzione di formaggi a latte crudo richiede una gestione della materia prima diversa rispetto ai protocolli industriali. Poiché il latte non subisce trattamenti termici di risanamento, la tecnologia di produzione si focalizza sulla valorizzazione del microbiota autoctono e sul controllo rigoroso delle variabili fisiche e biochimiche durante l'intero processo di trasformazione. In questo contesto, è fondamentale preservare l'equilibrio tra la flora protettiva, responsabile delle caratteristiche sensoriali e della conservabilità, e i microrganismi alterativi e patogeni che potrebbero compromettere la qualità e la sicurezza alimentare.

La composizione microbiologica della materia prima dipende da molteplici fattori, tra cui lo stato sanitario degli animali, le procedure di mungitura, la pulizia delle attrezzature, le condizioni di trasporto e la gestione aziendale, con particolare riferimento all'alimentazione. Solitamente, per la produzione di formaggio a latte crudo, la materia prima viene lavorata entro 18 ore dalla mungitura; qualora ciò non avvenga, il latte deve essere refrigerato a una temperatura compresa tra 4 °C e 12 °C (Montel et al., 2014). Tuttavia, la refrigerazione prolungata favorisce la proliferazione di batteri psicrotrofi i quali, pur non essendo patogeni, secernono enzimi

extracellulari (lipasi e proteasi) termoresistenti, in grado di indurre difetti sensoriali nel prodotto finito (Yuan et al., 2019).

Sebbene le Buone Pratiche Agricole (GAP) e di Fabbricazione (GMP) costituiscano la base della produzione lattiero-casearia, i requisiti per il latte crudo sono più restrittivi. Per bilanciare sicurezza e qualità, una pratica comune in alcune tecnologie prevede la termizzazione (57 – 68 °C per 15 secondi) del solo latte della mungitura serale, lasciando il latte del mattino privo di trattamenti termici (Arias-Roth et al., 2022). Ciononostante, l'impiego del calore, pur mitigando la carica microbica iniziale, riduce la biodiversità del microbiota del formaggio (Arias-Roth et al., 2022). Come evidenziato da Montel et al. (2014), la flora complessa del latte crudo agisce da barriera biologica. I formaggi pastorizzati, infatti, mostrano una maggiore suscettibilità alle ricontaminazioni da *E. coli* e *L. monocytogenes* nelle fasi di maturazione o post-produzione, proprio a causa dell'assenza di una microflora antagonista competitiva.

L'assenza di trattamenti termici preliminari determina una gestione tecnologica orientata ad assecondare le proprietà native del latte sin dalla fase di coagulazione. Le proteine, infatti, mantengono una conformazione naturale e una reattività ottimale al caglio, evitando le interferenze causate dalla denaturazione delle sieroproteine (Grappin & Beuvier, 1997). Il reticolo di paracaseina che ne deriva presenta un'elevata elasticità, permettendo di trattenere più efficacemente i globuli di grasso e i sali minerali, favorendo così una sineresi naturale e graduale (Lau et al., 1991).

Un pilastro fondamentale di questa tecnologia è l'impiego di innesti naturali, quali il sieroinnesto e il latteinnesto. Si tratta di ecosistemi microbici complessi e dinamici, ottenuti direttamente in caseificio attraverso un processo di selezione termica della microflora autoctona presente nel latte o nel siero residuo della lavorazione precedente (Cocolin et al., 2022). La preparazione dell'innesto prevede una fase di incubazione che agisce come “setaccio biologico”, favorendo la proliferazione di batteri lattici termofili o mesofili e inibendo al contempo le specie alteranti o potenzialmente patogene. Questo processo garantisce che l'innesto sia dominato da ceppi di estremo interesse tecnologico, caratterizzati da una cinetica di acidificazione rapida (Rossetti et al., 2008)

Tali sistemi microbiologici fungono da collegamento tra il latte e la cagliata, assolvendo funzioni che vanno oltre la semplice fermentazione. Oltre all'acidificazione, la microflora degli innesti naturali esercita un'azione di bioprotezione attiva: i batteri lattici autoctoni competono direttamente con la flora antagonista per i nutrienti e i siti di adesione nella matrice, sintetizzando batteriocine e altri metaboliti antimicrobici che contrastano lo sviluppo di patogeni come *Listeria monocytogenes* o *Staphylococcus aureus* (Montel et al., 2014). L'innesto naturale

rappresenta quindi una barriera di sicurezza biologica che compensa efficacemente l'assenza di risanamento termico.

Nelle tecnologie che prevedono la cottura della cagliata, il controllo termico risulta determinante per preservare la vitalità della flora lattica autoctona e l'integrità degli enzimi endogeni. Durante la maturazione, l'evoluzione del profilo sensoriale è regolata dai processi di proteolisi e lipolisi (McSweeney, 2004). Nel latte crudo, un ruolo cardine è svolto dalla lipasi lipoproteica (LPL) nativa; si tratta di un enzima termosensibile che viene inattivato dalla pastorizzazione, il quale scinde i trigliceridi in acidi grassi liberi, precursori dei composti volatili responsabili degli aromi distintivi (Collins et al., 2003). La natura spontanea ed eterogenea di questi processi genera una differenziazione organolettica, in cui ogni forma diventa testimonianza del binomio tra microbiota d'origine e ambiente di stagionatura (Montel et al., 2014).

1.3 Classificazione dei formaggi a latte crudo e dinamiche di rischio

Il valore distintivo dei formaggi a latte crudo risiede nella loro natura di autentici serbatoi di biodiversità microbica (Cocolin et al., 2022). Tuttavia, questa ricchezza biologica pone una sfida sul piano della biosicurezza; la rinuncia ai trattamenti termici preventivi richiede una gestione igienica della filiera estremamente rigorosa. La salubrità dei prodotti a latte crudo viene perseguita mediante una strategia multi-ostacolo (*hurdle technology*), in cui diverse variabili intrinseche ed estrinseche interagiscono per limitare la crescita microbica. Il processo sfrutta la combinazione sinergica di fattori quali il potenziale di ossidoriduzione, l'attività dell'acqua legata alla salatura, l'acidificazione e il controllo termico, che agiscono come barriere selettive contro la proliferazione dei microrganismi indesiderati (Leistner, 2000).

Il rischio microbiologico varia in relazione alla tecnologia produttiva applicata, poiché ogni categoria di formaggio configura una nicchia ecologica specifica. Il profilo di rischio si delinea con chiarezza analizzando la transizione dalle matrici ad alta umidità a quelle a lunga stagionatura. Nei formaggi freschi e a pasta filata, come mozzarelle, robiole o crescenze a latte crudo, la protezione della matrice è affidata alla rapidità della fermentazione lattica primaria; l'elevata attività dell'acqua ($a_w > 0,98$) e i valori di pH superiori a 5,0 nelle fasi iniziali rendono questi prodotti particolarmente suscettibili alla colonizzazione da parte di *E. coli* Shiga-tossigeni (STEC) e *Salmonella* spp; in questo caso, in assenza di una fase di maturazione prolungata che permetterebbe un naturale decremento della vitalità dei patogeni, la sicurezza dipende dalla qualità microbiologica del latte alla mungitura e dalla prevenzione delle ricontaminazioni post-processo (Cocolin et al., 2022).

Dinamiche differenti caratterizzano i formaggi a pasta molle o erborinati, in cui la stabilità igienico-sanitaria è governata principalmente da fenomeni di antagonismo microbico ed esclusione competitiva. In questi ecosistemi, l'interazione sinergica tra le popolazioni fungine e batteriche della crosta, esercita un'azione inibitoria verso i contaminanti esogeni. Il rischio critico in questa categoria è rappresentato da *Listeria monocytogenes*, la cui capacità di persistere in ambienti umidi è favorita dal metabolismo fungino il quale, inducendo un innalzamento del pH della crosta verso la neutralità, agevola la ricolonizzazione da parte di specie patogene potenzialmente presenti nell'ambiente di stagionatura; l'utilizzo di spugne e spazzole per il trattamento della crosta dei formaggi è uno dei punti a maggior rischio per la contaminazione di *L. monocytogenes* mediante trascinamento (Cocolin et al., 2022).

La massima espressione della sicurezza tecnologica nelle produzioni a latte crudo è rappresentata dai formaggi a pasta dura e a lunga stagionatura. In queste tipologie, la salubrità è garantita dalla sovrapposizione di molteplici ostacoli: la cottura della cagliata (spesso ≥ 55 °C), la rapida acidificazione indotta dagli innesti termofili e la drastica riduzione dell'attività dell'acqua ($a_w \leq 0,92$) derivante dalla sineresi e dalla prolungata salatura per immersione. In questo ambiente ipertonico, le eventuali cellule patogene subiscono uno stress osmotico che ne compromette l'omeostasi, portando a una progressiva inattivazione durante i mesi di maturazione (Cocolin et al., 2022).

L'importanza cruciale della gestione del rischio residuo si manifesta attraverso l'adozione di una strategia di comunicazione trasparente verso il consumatore finale. Data l'assenza di trattamenti termici preventivi, l'etichettatura rappresenta il pilastro fondamentale per la gestione della sicurezza. L'obbligo di riportare la dicitura "latte crudo" in etichetta, sancito dal Regolamento (CE) n. 853/2004, costituisce uno strumento indispensabile di tutela della salute pubblica e di comunicazione del rischio. Tale trasparenza informativa è finalizzata a garantire una protezione specifica per le fasce di popolazione più vulnerabili, identificate dall'acronimo YOPI (*Young, Old, Pregnant, Immunocompromised*). È necessario, inoltre, che il produttore adotti sistemi di autocontrollo (HACCP) integrando il monitoraggio del prodotto con uno screening sistematico dell'ambiente di lavorazione, volto a neutralizzare le fonti di contaminazione lungo l'intero percorso di trasformazione.

2. RISCHIO MICROBIOLOGICO NEI FORMAGGI A LATTE CRUDO

2.1 STEC (*Escherichia Coli* produttori di Shiga-tossine)

Escherichia coli è un microrganismo appartenente alla famiglia delle *Enterobacteriaceae*; si presenta come un bacillo Gram-negativo che cresce in condizioni di aerobiosi ed anaerobiosi, a una temperatura ottimale di 37 °C. Tipicamente dotato di flagelli peritrichi, risiede come commensale nell'intestino crasso degli umani e degli animali a sangue caldo (Quigley et al., 2013).

La specie *E. coli* è caratterizzata da una grande eterogeneità intraspecifica, che ne permette la classificazione in sottogruppi basati su caratteristiche fisiologiche, morfologiche e antigeniche. Inizialmente gli isolati di *E. coli* erano differenziati l'uno dall'altro da biotipi, basati sulla capacità di fermentazione di diversi substrati glucidici; tuttavia, la metodica si rivelò inefficace per condurre analisi epidemiologiche di precisione. Pertanto, la ricerca si è spostata verso le analisi di immunogenicità delle strutture superficiali batteriche, portando allo sviluppo del sistema di sierotipizzazione O:K:H per i ceppi di *E.coli* (Cheng et al., 2016). Il protocollo prevede l'identificazione combinata dell'antigene somatico O – una parte del lipopolisaccaride (LPS) – dell'antigene flagellare H di natura proteica e termolabile, e dell'antigene capsulare K, costituito da polisaccaridi acidi (Cheng et al., 2016). La caratterizzazione sistematica dell'antigene K, tuttavia, ha incontrato ostacoli operativi di notevole importanza derivanti in particolare dalla ridotta capacità dei laboratori nel tipizzare l'antigene (Cheng et al., 2016). Di conseguenza, la sierotipizzazione focalizzata sugli antigeni O e H è stata adottata a livello globale come “*gold standard*”, permettendo tutt'oggi di identificare in modo univoco i sierotipi di rilevanza sanitaria, descrivere i focolai epidemici e condurre la sorveglianza dei ceppi associati a malattie enteriche, con particolare riferimento al sierotipo O157:H7 17/06/2026 10:05:00.

Sebbene la maggior parte dei ceppi risiede in modo innocuo nel colon, manifestando raramente un'attitudine patogenetica in soggetti immunocompetenti, esiste una frazione di ceppi virulenti capaci di causare patologie intestinali ed extraintestinali, colpendo sia soggetti sani che individui immunocompromessi (Gomes et al., 2016). La loro divergenza evolutiva verso forme patogene è avvenuta mediante l'acquisizione di specifici determinanti di virulenza attraverso meccanismi di trasferimento genico orizzontale. Su questa base, sono stati identificati diversi patotipi, collettivamente definiti come *E. coli* diarrogenici (DEC), i quali si distinguono per le strategie di

colonizzazione, i meccanismi molecolari di virulenza e la conseguente sintomatologia clinica (Gomes et al., 2016). Sono classificati nelle seguenti categorie principali:

- *E. coli* enteropatogeni (EPEC): rappresentano la principale causa di diarrea infantile nei paesi in via di sviluppo e inducono lesioni intestinali tramite un meccanismo, noto come “*attaching and effacing*” (A/E; attacco ed eliminazione). Le proteine associate a tali lesioni sono codificate da un’isola di patogenicità cromosomica denominata *Locus of Enterocyte Effacement* (LEE) (Farfan & Torres, 2012);
- *E. coli* entero-aggregativi (EAEC): sono caratterizzati dalla loro abilità nel produrre un pattern di adesione aggregativo definito “a mattoni impilati”, sulle cellule epiteliali. La loro virulenza risiede nella capacità di formare biofilm e nella secrezione di citotossine ed enterotossine che inducono una risposta infiammatoria della mucosa, causando talvolta diarree acute o persistenti (Navarro-Garcia & Elias, 2011);
- *E. coli* entero-tossigeni (ETEC): principali agenti eziologici della “diarrea del viaggiatore”, agiscono tramite la secrezione di enterotossine termolabili (LT) e/o termostabili (ST) e fattori di colonizzazione che consentono l’adesione del microorganismo nell’intestino tenue, causando diarrea (Qadri et al., 2005);
- *E. coli* entero-invasivi (EIEC): geneticamente e patologicamente affini a *Shigella* spp., penetrano nelle cellule epiteliali e distruggono l’epitelio del colon, determinando sindromi dissenteriche caratterizzate da feci contenenti sangue e muco (Kaper et al., 2004);
- *E. coli* entero-emorragici o produttori di Shiga-tossine (EHEC / STEC): rappresentano il focus principale del presente elaborato. Si distinguono per la produzione di Shiga-tossine (Stx1 e Stx2) e, nel caso del sottogruppo EHEC, per la capacità di indurre lesioni A/E. La loro patogenicità è associata alla dose infettiva estremamente bassa e alla gravità di quadri clinici sistemici, come la colite emorragica e la Sindrome Emolitico-Uremica;
- *E. coli* diffusamente aderenti (DAEC): a differenza dei gruppi descritti in precedenza, sono caratterizzati da un pattern di adesione diffusa su tutta la superficie delle colture cellulari HEP-2. Clinicamente, è ritenuto l’agente dell’insorgenza di diarrea nei bambini oltre i dodici mesi di età (Cheng et al., 2016).

Sebbene ciascuno dei patotipi illustrati contribuisca in modo significativo all’incidenza globale delle infezioni enteriche, un interesse scientifico e clinico è rivolto soprattutto ai ceppi STEC. Entrando nel dettaglio, questo gruppo si distingue per l’elevato potenziale patogeno e per la capacità di innescare complicanze sistemiche gravi.

Gli *Escherichia coli* produttori di Shiga-tossine (STEC) costituiscono un gruppo eterogeneo di ceppi batterici caratterizzati dalla capacità di sintetizzare potenti citotossine denominate Shiga-tossine (Stx). Storicamente noti con l'acronimo VTEC (*Escherichia coli* produttori di verocitotossine), i ceppi STEC traggono tale denominazione dalla spiccata capacità delle loro tossine di indurre un effetto citotossico sulle linee cellulari Vero (rene di scimmia verde africana) (Konowalchuk et al., 1977). Rappresentano il prototipo dei patogeni trasmessi per via alimentare ad alto impatto sanitario, essendo responsabili dell'insorgenza di quadri clinici estremamente gravi nell'uomo; tra questi si distinguono la Colite Emorragica (CE), un'inflammatione acuta della mucosa intestinale, e la Sindrome Emolitico-Uremica (SEU) (EFSA, 2025). Quest'ultima coinvolge in modo sinergico il sistema nervoso centrale (SNC), il sistema renale e il sistema ematico, configurandosi a livello internazionale come il fattore determinante dell'insufficienza renale acuta in età pediatrica (Tarr et al., 2005).

Gli STEC sono considerati importanti agenti di zoonosi poiché i ruminanti - in particolare i bovini - rappresentano il loro *reservoir* naturale primario; nell'ospite animale, il batterio si comporta come un simbionte commensale, risiedendo nel tratto gastrointestinale senza causare alcuna patologia evidente (Tossinfezioni alimentari - Istituto Superiore di Sanità). Questo stato patologico di portatore asintomatico ne favorisce la persistenza e la diffusione negli ambienti zootecnici.

La successiva eliminazione fecale nell'ambiente costituisce la fase cruciale del passaggio del batterio dal suo serbatoio naturale alla catena di produzione del latte crudo, verificandosi prevalentemente durante le operazioni di mungitura, fase in cui le condizioni igieniche della stalla e il contatto involontario con il materiale fecale possono compromettere la sterilità della materia prima (Farrokh et al., 2013).

Il particolare interesse degli STEC nel settore lattiero-caseario è dato soprattutto dal loro specifico assetto di virulenza. A differenza degli altri patogeni enterici, per risultare pericolosi nell'uomo non hanno bisogno di una crescita esponenziale; la loro pericolosità è determinata dalla capacità di causare l'infezione con una dose infettante molto bassa. È stato dimostrato che sono sufficienti meno di 100 unità cellulari per superare la barriera gastrica – grazie a meccanismi di resistenza acida - e scatenare l'infezione, configurandoli come uno dei rischi microbiologici più gravi per il consumatore di prodotti a latte crudo (Hunt, 2010).

2.1.1 Caratteristiche del patogeno e meccanismi di virulenza

La patogenicità degli STEC è il risultato di un'azione combinata di fattori di virulenza, la cui espressione dipende dall'interazione tra il cromosoma batterico e i geni acquisiti tramite elementi genetici mobili, quali plasmidi e batteriofagi; il potenziale di virulenza degli STEC dipende soprattutto dalla capacità del microrganismo di adattarsi all'ambiente intestinale e invadere le barriere immunitarie dell'ospite (Denamur et al., 2021). L'elemento che definisce l'identità e il potenziale patogeno degli STEC, risiede nella capacità di sintetizzare le Shiga-tossine (Stx), le quali agiscono come inibitori della sintesi proteica nelle cellule bersaglio e, la presenza di geni che codificano per le Stx sono veicolati da un profago integrato nel cromosoma batterico (Denamur et al., 2021).

Le Shiga-tossine, denominate così dal microbiologo giapponese Kiyoshi Shiga che identificò *Shigella dysenteriae* nel 1897, vengono classificate in due tipologie sulla base della somiglianza proteica: Stx1 (quasi identico a Stx di *S. dysenteriae*) e Stx2. Dal punto di vista strutturale, le Stx sono citotossine proteiche appartenenti alla famiglia delle tossine AB5 (Melton-Celsa, 2014).

Il principale fattore di virulenza degli STEC è la produzione di tossine capaci di distruggere le cellule bersaglio (come le cellule Vero). La fase iniziale della patogenesi prevede il legame della porzione pentamerica B della tossina al recettore glicolipidico globotriaosilceramide (Gb3), che si ritrova sulla membrana plasmatica degli enterociti e di altre cellule; la subunità A monomerica della tossina Shiga entra nell'enterocita e viene trasportata al reticolo endoplasmatico ruvido, la quale subisce una scissione proteolitica che ne attiva la porzione N-terminale (frammento A1); tale frammento esercita un'attività di N-glicosidasi sull'RNA ribosomiale 28S, provocando il blocco irreversibile della sintesi proteica e la conseguente morte della cellula (Hunt, 2010).

Oltre alla produzione di citotossine, sono stati rilevati ulteriori fattori di virulenza, tra cui la capacità di indurre lesioni istopatologiche di tipo A/E (*attaching and effacing*) sulla mucosa intestinale. Questo meccanismo è mediato dall'espressione della proteina di membrana "intimina", un'adesina codificata dal gene *eae* e localizzata nell'isola di patogenicità LEE (*Locus for Enterocyte Effacement*), la quale permette un'adesione del batterio all'enterocita e la conseguente colonizzazione dell'epitelio, facilitando il successivo assorbimento sistemico delle Shiga-tossine prodotte (Farfan & Torres, 2012). Inoltre, gli STEC secernono un'enteroemolisina plasmide-mediata (EhxA) che svolge un ruolo metabolico importante durante l'infezione: tale tossina poro-formante, induce la lisi degli enterociti, permettendo al batterio di acquisire il gruppo eme e il ferro necessari alla sopravvivenza nell'intestino (Sidorczuk et al., 2023). Questo meccanismo di sopravvivenza è supportato dalla produzione di enzimi plasmidici specifici, la cui funzione primaria è di eludere e neutralizzare le difese immunitarie dell'ospite.

La classificazione delle Shiga-tossine ha subito un cambiamento dal punto di vista della nomenclatura grazie alle nuove tecniche di sequenziamento genomico. Inizialmente si limitava all'identificazione di tre varianti per il gruppo Stx1 (Stx1a, Stx1c e Stx1d) e cinque per Stx2 (Stx2a e Stx2e), distinguendole a seconda delle differenze presenti nella struttura delle proteine che compongono la tossina (Scheutz et al., 2012). Ad oggi, sono stati identificati e caratterizzati numerosi sottotipi della tossina Stx2, i quali differiscono per affinità recettoriale, stabilità termica e potenziale patogeno. L'identificazione di tali varianti è possibile tramite l'utilizzo di protocolli molecolari altamente specifici, quali la PCR, che dimostrano come la presenza di specifici sottotipi (ad esempio Stx2a) incrementi la probabilità di causare la Sindrome Emolitica-Uremica nell'uomo (Scheutz et al., 2012).

La grande varietà degli STEC dipende anche dalla capacità di un singolo ceppo di produrre molteplici varianti della tossina Stx contemporaneamente; questo avviene poiché nel loro DNA si inseriscono spesso diversi batteriofagi temperati (profagi), portatori dei geni *stx* i quali, diffondendosi da un batterio all'altro tramite trasferimento genico orizzontale, favoriscono uno scambio continuo di materiale genetico tra diversi ceppi di *E. coli*, creando così nuove varianti patogene (Krüger & Lucchesi, 2015). La continua evoluzione genetica contribuisce allo sviluppo di problematiche maggiori dal punto di vista clinico-terapeutico poiché, l'estrema eterogeneità strutturale delle Shiga-tossine, ostacola gli anticorpi neutralizzanti faticando a riconoscerle e a bloccarle, rendendo difficile lo sviluppo di terapie mirate che siano valide per ogni tipologia di infezione.

Per quanto riguarda la patogenicità di questi batteri, le evidenze scientifiche confermano che la gravità dell'infezione è correlata alla tipologia di tossina che viene prodotta. Le varianti Stx2a, Stx2c e Stx2d sono le più aggressive per l'uomo, mostrando un'affinità per i recettori Gb3 presenti sulle cellule endoteliali dei vasi sanguigni, causando casi clinici più gravi; al contrario, le varianti Stx2b, Stx2e, Stx2f e Stx2g sono tipicamente associate a infezioni confinate alle specie animali (Efsa Biohaz Panel et al., 2020). Nonostante le differenze di virulenza osservate, la comunità scientifica e l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) sottolineano che qualsiasi tipo di tossina Stx è in grado di causare gravi patologie nell'uomo, tra cui diarrea emorragica e complicanze sistemiche come la SEU.

È importante dunque la massima prudenza, poiché la presenza di qualunque variante di STEC, specialmente nei prodotti a latte crudo, rappresenta un'allarme per la salute dei consumatori.

Per riconoscere e classificare gli STEC, l'indagine microbiologica si basa sull'analisi dei determinanti antigenici di superficie, suddividendo i ceppi in sierogruppi e sierotipi. Il sierogruppo è definito dalla reattività dell'antigene somatico "O" (componente della membrana

esterna del batterio), che presenta oltre 180 varianti, come nel caso di O157 o O26; il sierotipo, invece, determina un'identificazione più precisa, combinando la specificità dell'antigene "O" con quella dell'antigene flagellare "H", situato sui flagelli del batterio (Fratamico et al., 2016). Un esempio è rappresentato dai sierotipi O157:H7 o O26:H11.

La valutazione del rischio clinico ed epidemiologico degli STEC, si basa su sistema di classificazione in cinque classi o sieropatotipi (dalla A alla E). Questo sistema, permette di inquadrare la gravità di ciascun sierotipo basandosi sulla frequenza delle infezioni, sulle epidemie e sul corredo di geni di virulenza (Karmali et al., 2003):

- Sierotipi di Gruppo A: include gli STEC del sierogruppo O157. Causano un numero elevato di infezioni ed epidemie e sono associati a patologie come la SEU e la Colite Emorragica;
- Sierotipi di Gruppo B: comprende ceppi ad alta virulenza, come O26:H11, O103:H2, O111:H8 e O145:H28. Sebbene provochino un numero di contagi inferiore, la loro pericolosità rimane altissima specialmente per i bambini, responsabili di casi di Sindrome Emolitica-Uremica;
- Sierotipi di Gruppo C: ne fanno parte sierogruppi come O91, O104 e O113, causano poche infezioni umane ma hanno la capacità di sviluppare la SEU;
- Sierotipi di Gruppo D ed E: raggruppano i ceppi meno pericolosi per la salute. La categoria D è legata a infezioni lievi e sporadiche nell'uomo, il gruppo E include batteri che si ritrovano soprattutto nell'ambiente o come ospiti commensali in animali non ruminanti.

Tra i batteri zoonosici che rappresentano un rischio principale per la salute pubblica, *Escherichia coli* enteroemorragica O157:H7 costituisce il prototipo più noto del gruppo STEC. È stato riconosciuto per la prima volta nel 1982 come agente patogeno umano associato a focolai di diarrea emorragica negli Stati Uniti, è stato successivamente correlato a casi sporadici di SEU nel 1983 e da allora è diventato uno dei più rilevanti patogeni di origine alimentare (Tarr et al., 2005).

Sebbene le infezioni da *E. coli* O157:H7 siano meno frequenti rispetto a quelle provocate da patogeni intestinali, quali *Salmonella* o *Campylobacter* spp., la severità dei quadri clinici è maggiore, richiedendo più frequentemente il ricovero ospedaliero e presentando un tasso di mortalità nettamente superiore (Karmali et al., 2003). Le conseguenze cliniche sono strettamente variabili: si va da decorsi asintomatici a esiti letali. Inizialmente l'infezione può manifestarsi con

una semplice diarrea autolimitante, ma in alcuni soggetti può evolvere in Colite Emorragica (CE). Nei casi più gravi può sfociare in complicanze sistemiche come la Sindrome Emolitica-Uremica e la Porpora Trombotica Trombocitopenica (PTT) (Karmali et al., 2003), colpendo soprattutto le categorie più a rischio, in particolare bambini e anziani.

Il batterio, nella maggior parte delle specie animali, risiede come commensale e si può diffondere senza alcuna sintomatologia clinica evidente. I bovini sono stati identificati come il principale serbatoio per l'uomo, rilasciando nell'ambiente e negli alimenti ceppi di *E. coli* O157:H7 geneticamente identici a quelli isolati nelle infezioni umane. È stato osservato che il patogeno risiede temporaneamente nell'intestino dei bovini, tuttavia l'infezione a livello della mandria segue un andamento dinamico; l'eliminazione del batterio tramite le feci avviene con episodi massivi e di breve durata (*super-shedding*) in cui colpisce un gran numero di animali, seguiti da periodi lunghi in cui è quasi assente, presentandosi più frequentemente in animali giovani o caratterizzati da una flora batterica compromessa da eventi stressanti, come il trasporto o i bruschi cambi di alimentazione (Wasteson, 2002).

La contaminazione fecale rappresenta uno dei principali fattori che contribuiscono alla persistenza di STEC nell'ambiente e alla loro trasmissione all'uomo, che può avvenire attraverso la contaminazione di colture alimentari e fonti di acqua, o per contatto diretto. Considerando la bassissima dose infettante (inferiore a 100 UFC), ogni capacità di sopravvivenza o crescita costituisce un grave pericolo per la sicurezza alimentare (Wasteson, 2002). Inoltre, è stato dimostrato che il patogeno sopravvive perfettamente nelle feci, specialmente in condizioni di elevata umidità e basse temperature (Wasteson, 2002). Risulta quindi fondamentale comprendere le dinamiche di sopravvivenza del patogeno lungo l'intera filiera – dalla stalla fino alla lavorazione e conservazione - per implementare strategie di controllo efficaci.

2.1.2 Epidemiologia e analisi dei focolai correlati al settore caseario

Il settore lattiero-caseario, con particolare riferimento alle produzioni a base di latte crudo, è da sempre identificato come uno dei principali veicoli di trasmissione degli STEC. Il latte, essendo un prodotto di origine animale ottenuto in contesti ambientali non sterili, costituisce un substrato ideale per la crescita dei microrganismi provenienti sia dal serbatoio animale che dall'ambiente di mungitura.

In ambito europeo, le infezioni da parte di *Escherichia coli* produttori di Shiga-tossine si confermano come la terza zoonosi gastrointestinale di origine alimentare più segnalata, preceduta esclusivamente da campilobatteriosi e salmonellosi (EFSA-ECDC, 2025). L'analisi dei

dati epidemiologici relativi al periodo 2020-2024 evidenzia un aumento significativo per le infezioni da STEC. Secondo gli ultimi report pubblicati dall'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) e del Centro Europeo per la Prevenzione e il Controllo delle Malattie (ECDC), nel 2024 sono stati documentati 11.738 casi confermati; questo valore corrisponde a un tasso di notifica pari a 3,5 casi per 100.000 abitanti, riflettendo un incremento del 12,9% rispetto al 2023, in cui l'incidenza era stata quantificata in 3,1 casi per 100.000 unità. Di estrema rilevanza clinica appare il monitoraggio delle complicanze sistemiche: nel 2024, sono stati segnalati 417 casi di Sindrome Emolitico-Uremica (SEU) in 23 Stati Membri, confermando l'impatto sanitario di questo batterio (EFSA-ECDC, 2025).

Il contenimento del rischio STEC si basa su un'efficace rete di sorveglianza condivisa a livello europeo. I risultati ottenuti da più di 18.352 test condotti su campioni alimentari nel 2024 hanno focalizzato l'attenzione su tre filiere, considerate ad alto rischio sanitario: carne bovina e derivati (storicamente considerati il veicolo primario di infezione), prodotti ortofrutticoli e latte e prodotti lattiero-caseari. I numerosi test positivi ottenuti in quest'ultimo settore confermano che la gestione degli STEC nella filiera del latte rimane una delle sfide più complesse per le Autorità Veterinarie e per gli Operatori del Settore Alimentare (OSA).

Un aspetto particolarmente critico è rappresentato dalla presenza di STEC negli alimenti pronti al consumo (RTE – *Ready – to – Eat*), ovvero quei prodotti che vengono consumati senza essere sottoposti ad ulteriori trattamenti termici prima dell'ingestione. I dati europei indicano una prevalenza di circa lo 0,63% su questa tipologia di alimenti; in particolare, i prodotti lattiero-caseari risultano i più contaminati, con una positività dello 0,84% (EFSA- ECDC, 2025). La frequente positività del formaggio ai test, dimostra che i processi tecnologici di caseificazione, come l'acidificazione e la salatura della cagliata, non garantiscono l'eliminazione del microrganismo, soprattutto in presenza di una contaminazione iniziale del latte crudo. A differenza della carne bovina, sottoposta generalmente a cottura, i formaggi sono destinati al consumo diretto: la mancanza di un trattamento termico finale, unita alla bassa dose infettante degli STEC, determina un rischio immediato per il consumatore.

Un fattore determinante nei meccanismi di diffusione degli STEC è rappresentato da una categoria specifica di bovini definiti “*super-shedders*” (super-escretori); pur non presentando alcuna sintomatologia clinica, sono in grado di espellere il patogeno con cariche batteriche elevate, superiori a 10^4 UFC (Unità Formanti Colonia) per grammo di feci (Chase-Topping et al., 2008). Sebbene rappresentino tipicamente meno del 10% della mandria, questi animali possono causare più dell'80% della contaminazione ambientale dell'intero allevamento; la

presenza di un solo *super-shedder* è sufficiente ad aumentare la carica batterica del latte di massa a livelli critici (Matthews et al., 2006).

La sopravvivenza del batterio nel prodotto finito è determinata da alcuni parametri che lavorano in sinergia come il pH, l'attività dell'acqua (a_w) e la concentrazione di sale. Tuttavia, l'analisi dei focolai rivela che non tutti i formaggi sono ugualmente sicuri: nei formaggi a pasta molle (come Camembert o Reblochon), l'elevata umidità e la deacidificazione superficiale delle muffe e dei batteri che innalzano il pH durante la maturazione, creano un'ambiente perfetto per la persistenza e la proliferazione batterica (Farrokh et al., 2013). Al contrario, nei formaggi a pasta dura, il rischio diminuisce o si azzerava completamente, grazie alla cottura della cagliata ad alte temperature, la sineresi e la stagionatura prolungata (oltre i 60-90 giorni), le quali garantiscono l'eliminazione del patogeno (Farrokh et al., 2013).

Infine, la sorveglianza epidemiologica conferma che le infezioni da STEC seguono una stagionalità, con picchi di focolai durante i mesi estivi. Questo dipende sia da fattori ambientali, poiché le temperature elevate favoriscono la sopravvivenza e la moltiplicazione del batterio, ma anche dalla fisiologia dell'animale (Sapountzis et al., 2020). Lo stress da caldo, infatti, altera il microbiota intestinale dei ruminanti, aumentando la frequenza di soggetti *shedders*.

2.1.3 Valutazione del rischio per l'infanzia e le categorie vulnerabili

Il rischio di infezione da STEC è legato alla capacità del batterio di sopravvivere in alimenti destinati al consumo, senza alcun trattamento termico preliminare. Questa criticità è aggravata dalla bassissima dose infettante sufficiente a innescare la patologia. Tuttavia, l'evoluzione clinica, non dipende esclusivamente dalla carica microbica presente nell'alimento, ma è influenzata dalla suscettibilità immunologica dei soggetti. Il quadro clinico dell'infezione è estremamente variabile: da forme del tutto asintomatiche o disturbi intestinali lievi, si può giungere a forme più gravi quali Colite Emorragica (CE), caratterizzata da dolori addominali acuti e diarrea ematica, fino alla Sindrome Emolitica-Uremica (SEU) la quale richiede ospedalizzazione immediata (Karmali et al., 2010).

Il bersaglio più fragile dell'infezione è rappresentato dalla popolazione pediatrica di età inferiore ai 5 anni. L'incidenza della SEU, in questa fascia di età, risulta nettamente superiore rispetto a quella adulta, affermandosi come la principale causa di insufficienza renale acuta (Y. Liu et al., 2021).

Dopo l'infezione da *E. coli*, diversi fattori determinano la progressione della malattia verso la SEU, quali:

- L'età del paziente: la suscettibilità clinica aumenta nei bambini di età inferiore ai cinque anni (Rausch-Phung et al., 2025);
- Fattori genetici e ambientali: il rischio di sviluppare complicanze sistemiche è influenzato dal patrimonio genetico dell'ospite e dall'interazione di quest'ultimo con l'ambiente (Rausch-Phung et al., 2025);
- Profilo di virulenza: il sierotipo O157:H7 viene associato maggiormente allo sviluppo della sindrome (Rausch-Phung et al., 2025);
- La terapia antibiotica: l'utilizzo di antibiotici, in particolare beta-lattamici, è controindicato, poiché la lisi delle cellule batteriche da parte del farmaco porta a un rilascio di Shiga-tossine nel torrente circolatorio (Rausch-Phung et al., 2025).

A differenza degli adulti, nei quali l'infezione si risolve senza lasciare danni permanenti, nei bambini il quadro clinico è più severo. Una grande percentuale di questi non riesce a recuperare appieno la funzionalità renale, rendendo indispensabile il ricorso a terapie sostitutive a lungo termine, come il trapianto renale. Inoltre, anche per i soggetti che riescono a superare con successo la fase acuta dell'infezione, permane un rischio maggiore di sviluppare negli anni successivi nefropatie croniche (Spinale et al., 2013). A livello molecolare, questa suscettibilità è riconducibile all'elevata densità dei recettori globotriaosilceramide (Gb3) a livello dell'endotelio glomerulare e tubulare; una volta raggiunto il torrente circolatorio, la Shiga-tossina si lega selettivamente a questi recettori e l'alta densità recettoriale nei soggetti pediatrici facilita il legame della tossina, scatenando una cascata infiammatoria e pro-trombotica che sfocia nella microangiopatia trombotica (Michael et al., 2022).

La SEU, oltre a configurarsi come una patologia renale, determina un quadro clinico sistemico che può coinvolgere:

- Sistema Nervoso Centrale (SNC): le complicanze neurologiche rappresentano la causa primaria di mortalità, con quadri clinici quali convulsioni ed edema cerebrale (Khalid & Andreoli, 2019);
- Apparato Endocrino: è stato documentato lo sviluppo di diabete mellito insulino-dipendente, a seguito di danni necrotici da parte delle isole pancreatiche (Khalid & Andreoli, 2019);
- Apparato Gastrointestinale: il danno a livello enterico può portare all'insorgenza di ischemia, causando necrosi intestinale e perforazioni (Khalid & Andreoli, 2019).

Un ulteriore fattore di rischio è la somministrazione di terapie antibiotiche durante la fase acuta dell'infezione. Le attuali linee guida internazionali controindicano l'utilizzo di questi farmaci poiché, molte classi di antibiotici innescano la cosiddetta "risposta SOS" nel batterio, con una maggiore sintesi di Shiga-tossine (Kimmitt et al., 2000). La lisi delle cellule batteriche indotta dal trattamento, scatena un rilascio di tossine nel lume intestinale e il loro passaggio nel torrente circolatorio, incrementando in modo drastico il rischio di sviluppare la SEU (Tarr & Freedman, 2022).

Sul territorio nazionale, il monitoraggio della patologia è garantito dal Registro Italiano SEU (coordinato dall'Istituto Superiore di Sanità) tramite il database ISSEU (Sistema Informativo del registro SEU) che raccoglie le segnalazioni provenienti dalla rete dei centri di nefrologia pediatrica (EpiCentro, s.d.). L'epidemiologia italiana mostra un'incidenza di circa 60-70 casi all'anno; tuttavia, il 2022 è stato l'anno più critico, con 91 casi, di cui 89 erano pazienti in età pediatrica. Gran parte di questi eventi risulta strettamente correlata al consumo di alimenti contaminati, con una prevalenza nei formaggi a latte crudo, in particolare formaggi artigianali o di malga non sottoposti a pastorizzazione (EpiCentro, s.d.). È importante specificare che questi dati non rappresentano la situazione reale poiché molte infezioni diarroiche autolimitanti non giungono a diagnosi eziologica, impedendo di tracciare con precisione la diffusione effettiva degli STEC nelle filiere lattiero-casearie.

Pur essendo i bambini il principale gruppo a rischio nel sviluppare complicanze severe, l'impatto clinico può coinvolgere tutte le fasce di popolazione racchiuse nell'acronimo YOPI (*Young, Old, Pregnant, Immunocompromised*) (Cook et al., 2024). Negli individui anziani, sebbene i casi siano inferiori, la malattia presenta un tasso di mortalità superiore, determinato dalla limitata riserva funzionale degli organi bersaglio. Nelle donne in gravidanza, l'infezione costituisce un rischio sia per la madre che per il feto: la risposta infiammatoria sistemica materna può infatti alterare l'omeostasi placentare, compromettendo il feto (Sacerdoti et al., 2018).

Per far fronte a tali problematiche, le Linee Guida del Ministero della Salute impongono l'importanza di un'etichettatura rigorosa per i formaggi a latte crudo; si sconsiglia l'assunzione di tali alimenti da parte delle fasce a rischio, vista l'impossibilità di garantire l'assoluta assenza del patogeno in alimenti non sottoposti a trattamenti termici finali.

2.2 Altri patogeni di rilevanza normativa

Sebbene gli STEC costituiscano un pericolo primario, la sicurezza dei formaggi a latte crudo è condizionata anche dall'assenza di altri batteri patogeni, sottoposti a monitoraggio continuo dalle normative comunitarie vigenti. In generale, la contaminazione da parte dei microrganismi può avvenire attraverso due vie principali: endogena, a seguito di processo infettivo localizzato della ghiandola mammaria (come la mastite); esogena, a seguito di una contaminazione crociata del latte derivante dal contatto con feci, operatori o attrezzature (Verraes et al., 2015). Questi batteri possono essere suddivisi in base alla loro provenienza: patogeni ambientali, i quali persistono negli ambienti di trasformazione e stagionatura, quali *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes*; patogeni zoonosici, dipendenti dalle condizioni sanitarie degli animali da allevamento, quali *Brucella* spp. e *Mycobacterium bovis* (Verraes et al., 2015). In assenza di un trattamento termico di abbattimento (pastorizzazione o termizzazione), la sicurezza microbiologica dei formaggi a latte crudo dipende in particolare dalla qualità igienico-sanitaria della materia prima, dalla capacità della microflora lattica autoctona nell'inibire la flora patogena, e nel rispetto delle Buone Pratiche di Lavorazione (GMP) e di Igiene (GHP) (Yoon et al., 2016).

Nei paragrafi successivi verranno esaminati nel dettaglio i tratti microbiologici e i profili di rischio associati a ciascuno di questi determinanti.

2.2.1 *Salmonella* spp.

Il genere *Salmonella* deve il suo nome al veterinario statunitense Daniel Elmer Salmon, che nel 1885 identificò il batterio per la prima volta nel tratto intestinale di suini affetti da colera (Eng et al., 2015). La nomenclatura di questo genere ha subito delle evoluzioni: inizialmente venivano classificati utilizzando lo schema Kauffman-White, basato sugli antigeni somatici O e flagellari H, riconoscendo ogni variante come una specie a sé stante; oggi, sono individuate due specie ufficiali: *Salmonella enterica*, che comprende sei sottospecie (*enterica*, *salamae*, *arizonae*, *diarizonae*, *houtenae* e *indica*) e *Salmonella bongori* (Popa & Papa, 2021). In queste specie sono stati identificati oltre 2500 sierotipi. Il serbatoio primario del patogeno è rappresentato dal tratto gastrointestinale degli animali a sangue caldo e degli uccelli, ma può essere ritrovato anche in rettili e insetti; le principali vie di diffusione coinvolgono il commercio di animali e prodotti alimentari di origine animale non cotti (Popa & Papa, 2021).

Dal punto di vista tassonomico, *Salmonella* è un bacillo Gram-negativo, asporigeno e anaerobio facoltativo, appartenente alla famiglia delle *Enterobacteriaceae*, con dimensioni comprese tra 2 e

3 μm (Andino & Hanning, 2015). Si adattano a condizioni ambientali diverse dalla loro normale gamma di crescita e per tale ragione rappresentano una minaccia significativa per l'industria alimentare. Sebbene l'intervallo termico ideale per la moltiplicazione sia tra i 35 e i 43 °C, alcuni ceppi mostrano una notevole termoresistenza, sopravvivendo fino a temperature di 54 °C (Andino & Hanning, 2015).

Nel settore lattiero-caseario, questo patogeno rappresenta un pericolo primario per la sicurezza alimentare; in assenza di un trattamento termico di risanamento come la pastorizzazione, se la materia prima è contaminata, a seguito di contatto con materiale fecale o con l'ambiente di stalla, il microrganismo può trasferirsi integro in caldaia (Kousta et al., 2010).

Secondo l'ultimo “*European Union One Health Zoonoses Report*” da parte dell'EFSA ed EDCC (2025), la salmonellosi si conferma come la seconda zoonosi più segnalata in Europa e la prima causa in assoluto di focolai epidemici a trasmissione alimentare (foodborne outbreaks). Nonostante sia tradizionalmente collegata a problematiche provenienti dal consumo di uova e carni di pollame, i dati correnti evidenziano una criticità anche nei prodotti lattiero-caseari, in particolare le produzioni a latte crudo. Vengono rilevati numerosi focolai accertati, i quali si distinguono per un impatto clinico severo, con decine di ospedalizzazioni ogni anno. Le autorità sanitarie europee ribadiscono come i formaggi a latte crudo rappresentino un rischio soprattutto per le fasce vulnerabili della popolazione, con esiti clinici gravi.

A causa della gravità delle infezioni correlata a *Salmonella* spp., la normativa europea ha adottato un approccio a tolleranza zero. Il Regolamento (CE) n. 2073/2005 (Unione Europea, 2005) impone un criterio di sicurezza alimentare per i prodotti immessi sul mercato. Per i prodotti a base di latte crudo, l'Allegato I (Capitolo 1, riga 1.11) stabilisce l'assenza totale del microrganismo in 25 grammi di prodotto ($n = 5$, $c = 0$) e qualora una sola delle unità campionarie risultasse positiva, il lotto viene considerato non conforme ai sensi dell'Articolo 14 del Regolamento (CE) 178/2002 (Regolamento (CE) n. 178/2002 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 28 gennaio 2002, che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare, 2002).

2.2.2 *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes è un batterio Gram-positivo, anaerobio facoltativo, asporigeno. Viene definito come un patogeno ubiquitario, colonizza il suolo e in particolare i terreni più umidi e ad alto contenuto organico, garantendo una sopravvivenza più lunga rispetto a quelli secchi. È

ampiamente distribuito negli ambienti di lavorazione degli alimenti, il suo ingresso può avvenire tramite le materie prime, le attrezzature o le persone e può permanere a seguito di scarsa igiene negli ambienti di lavorazione (Buchanan et al., 2017). Molti ceppi mostrano una notevole tolleranza a parametri chimico-fisici avversi, sopravvivendo a bassi valori di pH, a concentrazioni di sale fino al 10-12% e ad ambienti caratterizzati da una ridotta attività dell'acqua (A_w); per tali caratteristiche è riconosciuto come un patogeno osmotollerante (Buchanan et al., 2017). È un microrganismo psicrotrofo, ovvero capace di moltiplicarsi anche a temperature di refrigerazione tra 0 e 4 °C, ma il suo optimum di crescita è compreso tra 30 e 37 °C (Wiedemann et al., 2015).

La criticità principale del batterio risiede nella sua spiccata attitudine alla formazione di biofilm. Si tratta di una comunità microbica complessa, incorporata in una matrice protettiva di sostanze polimeriche extracellulari (EPS) (Colagiorgi et al., 2017). Questa strategia consente al batterio di aderire e sopravvivere su diverse superfici, in particolare acciaio inossidabile, polistirene e vetro (Colagiorgi et al., 2017). La notevole flessibilità adattativa rende possibile la colonizzazione da parte di nicchie ecologiche negli stabilimenti di trasformazione alimentare, costituendo una fonte continua di contaminazione crociata (Colagiorgi et al., 2017). I flagelli svolgono un ruolo predominante nelle prime fasi di formazione del biofilm; la temperatura è un fattore che influenza il processo in quanto regola la flagellazione delle cellule. L'agente patogeno è mobile a temperature ≤ 30 °C e perde tale motilità a temperature superiori; tuttavia, conserva la capacità di colonizzare le superfici attraverso processi di legame passivo, indipendentemente dalla presenza dei flagelli (Mazaheri et al., 2021). L'importanza di questo fenomeno risiede nella resistenza fenotipica conferita al patogeno; è stato dimostrato come le cellule sessili, inglobate nel biofilm, risultino essere molto più resistenti anche ai comuni disinfettanti (composti del cloro e Sali di ammonio quaternario), consentendo a *L. monocytogenes* di annidarsi in punti critici dell'impianto come guarnizioni, giunzioni di valvole e sistemi di drenaggio, dove può persistere per mesi o anni (Mazaheri et al., 2021).

La contaminazione di *Listeria* nei prodotti trasformati pronti al consumo, deriva soprattutto da una contaminazione crociata originata dall'ambiente dello stabilimento di lavorazione. Sebbene il contatto diretto con animali infetti o con l'ambiente zootecnico causi l'insorgenza della patologia nell'uomo, il consumo di alimenti crudi (es. latte crudo) contaminati rappresenta il principale vettore diretto di trasmissione tra il serbatoio animale originario e l'infezione umana (Nightingale et al., 2004).

La reale criticità di questo batterio emerge durante le fasi di maturazione e stoccaggio. A differenza di altri patogeni come *Salmonella*, la quale può essere inattivata grazie ai trattamenti

tecnologici del processo caseario, *Listeria* possiede una straordinaria resilienza metabolica. La crescita post-processo avviene grazie al potere del microrganismo di modulare il proprio metabolismo in risposta a variazioni di pH e attività dell'acqua tipiche della maturazione (Bucur et al., 2018).

La listeriosi rappresenta un grave rischio per la salute di alcuni gruppi specifici di popolazione come gli anziani, gli individui immunocompromessi e le donne in gravidanza; generalmente ha una bassa incidenza, ma il tasso di mortalità è elevato (Lomonaco et al., 2015). Secondo l'ultimo European Union On Health Zoonoses Report (EFSA-ECDC) è il patogeno alimentare che registra in assoluto i più alti tassi di ospedalizzazione in Europa. Il quadro clinico nei soggetti più sensibili è severo, possono presentare meningiti, setticemie e, nelle donne in gravidanza, aborti (European Food Safety Authority (EFSA), European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), 2025). Sotto il profilo normativo, il Regolamento (CE) n. 2073/2005 (Unione Europea, 2005) classifica i prodotti lattiero-caseari pronti al consumo (RTE) in base alla capacità nel favorire lo sviluppo del patogeno. Per i formaggi freschi o a pasta molle, i quali costituiscono un terreno favorevole alla crescita di *Listeria*, vige un criterio di tolleranza zero (assenza in 25 g), prima che il prodotto lasci il controllo dell'OSA. Al contrario, per i formaggi a pasta dura o stagionata, con bassi valori di attività dell'acqua o pH, il limite massimo è fissato a 100 UFC/g per l'intera durata della shelf-life.

2.2.3 *Brucella* spp.

La brucellosi è una malattia zoonotica causata dall'infezione di batteri appartenenti al genere *Brucella*; la malattia può colpire bovini, pecore, suini ed esseri umani (Massis et al., 2019). Sono riconosciute undici specie, le quali differiscono tra loro per specificità d'ospite, potenziale patogeno e tratti epidemiologici (Massis et al., 2019). Le specie di assoluto interesse zoonosico sono *B. abortus*, il cui ospite principale è il bovino, e *B. melitensis* che infetta principalmente piccoli ruminanti; gli animali infetti mostrano segni clinici di notevole importanza anche dal punto di vista economico, quali ridotta fertilità, aborto, scarso aumento di peso e diminuzione della produzione di latte (Franc et al., 2018). Negli esseri umani, la brucellosi si manifesta tramite dei segni clinici non specifici tra cui malessere, affaticamento e febbre (Franc et al., 2018).

Dal punto di vista microbiologico *Brucella* spp. comprende piccoli coccobacilli Gram-negativi, immobili e strettamente aerobi (Khairullah et al., 2024). A differenza dei patogeni enterici precedentemente descritti, questi vengono definiti come patogeni intracellulari facoltativi; la

spiccata selettività tissutale rappresenta un tratto distintivo della biologia di questo genere, che ne caratterizza il ciclo infettivo (Figueiredo et al., 2015). Nell'ospite umano il patogeno riesce a evadere la risposta immunitaria insediandosi all'interno del sistema reticolo-endoteliale. Nei ruminanti, invece, il tropismo si esplica in modo elettivo a carico dell'apparato riproduttivo e della ghiandola mammaria; questa affinità è mediata dall'eritriolo, un poliolio che stimola la crescita batterica nei tessuti fetali, con conseguente aborto ed escrezione del patogeno nel latte (Figueiredo et al., 2015).

Le infezioni umane si verificano attraverso il consumo di latte non pastorizzato e prodotti lattiero-caseari provenienti da animali infetti (Byndloss & Tsolis, 2016). *Brucella* spp. comunemente contamina il latte crudo tramite due vie: endogena (o primaria), conseguente alla disseminazione ematogena del patogeno da parte di animali infetti e alla sua successiva escrezione diretta nel secreto mammario; esogena (o secondaria), a seguito di contaminazione ambientale che si verifica durante o dopo la mungitura (Dadar et al., 2020). La sopravvivenza delle specie di *Brucella* spp. nel latte dipende da vari fattori come la temperatura, il pH e la presenza di disinfettanti; i programmi di prevenzione e controllo riguardano principalmente la pastorizzazione del latte e dei prodotti lattiero-caseari e la vaccinazione dei bovini è particolarmente efficace nel prevenire la diffusione (Journal of Food Quality, 2023).

La resistenza del patogeno alle barriere tecnologiche è stata confermata da studi sperimentali, i quali hanno messo a confronto il ceppo virulento *B. abortus* 2308 e quelli attenuati ad uso vaccinale (RB51 e S19). Monitorando i processi di caseificazione e di stoccaggio sia di formaggi freschi che stagionati, è emerso come tutti i ceppi siano in grado di mantenere vitali le popolazioni per tutta la shelf-life, indipendentemente dai cambiamenti di temperatura e pH, anche se la sopravvivenza del ceppo RB51 è risultata 10 volte inferiore (Benítez-Serrano et al., 2022).

Secondo i dati dell'ultimo report European Union One Health Zoonoses (EFSA-ECDC), sebbene i piani di eradicazione abbiano ridotto l'incidenza della brucellosi in Europa, la patologia rimane endemica in alcune aree del Mediterraneo. Il report evidenzia come il consumo di formaggi a latte crudo rappresenti il veicolo primario di infezione per la popolazione generale, causando focolai con tassi di ospedalizzazione severi (European Food Safety Authority (EFSA), European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), 2025). Considerando il rischio igienico-sanitario associato alla patologia e l'incapacità delle tecnologie tradizionali nel garantire l'inattivazione del microrganismo, l'Unione Europea ha adottato un sistema di controllo intervenendo direttamente in produzione primaria. Il Regolamento (CE) n. 853/2004 (Unione Europea, 2004b) stabilisce i requisiti igienico-sanitari per la produzione primaria: il latte crudo destinato alla trasformazione casearia deve provenire esclusivamente da allevamenti

“ufficialmente indenni da brucellosi”; in assenza di questa qualifica, la materia prima deve essere sottoposta a un trattamento termico preventivo (es. pastorizzazione) per garantire l’inattivazione del patogeno e garantire la salubrità del prodotto finito.

2.2.4 *Mycobacterium bovis*

Responsabile della tubercolosi bovina, *M. bovis* è un bacillo Gram-positivo, aerobio stretto, asporigeno e immobile; identificato per la prima volta nel 1898, rappresenta una delle zoonosi storicamente più rilevanti a livello globale (Sawyer et al., 2023). Pur essendo affine ai Gram-positivi, si distingue per la sua spiccata acido-alcol resistenza, grazie alla struttura della parete cellulare ricca di lipidi che, una volta assorbito il colorante primario, resiste alla successiva decolorazione, consentendo il rilevamento del patogeno mediante l’utilizzo di microscopia ottica (Sawyer et al., 2023). Questa peculiarità conferisce al batterio una straordinaria idrofobicità e una resistenza a stress ambientali, variazioni di pH e a molti disinfettanti comuni.

Già in passato *M. bovis* è stato associato alla tubercolosi extrapolmonare nei neonati o nei bambini, a seguito di consumo di latte crudo non bollito, proveniente da bovini infetti (Thoen et al., 2006).

Nelle produzioni a latte crudo, la via di contaminazione primaria è di natura endogena. Il patogeno viene escreto direttamente nel secreto mammario, a seguito di una mastite tubercolare o di una disseminazione ematogena sistemica (Bolaños et al., 2017). Il processo di caseificazione non è in grado di eliminare il batterio; studi sperimentali hanno dimostrato come la sua persistenza all’interno della matrice casearia possa protrarsi fino a 305 giorni (Cezar et al., 2016). Le dinamiche di sopravvivenza del patogeno durante la stagionatura rappresentano una delle maggiori sfide per la sicurezza alimentare: grazie alla complessa barriera protettiva fornita dagli acidi micolici, *M. bovis* si dimostra in grado di resistere all’abbassamento del pH, all’aumento della concentrazione saline e alla competizione con i batteri lattici (Forgrave et al., 2016). Di conseguenza, l’utilizzo del trattamento termico come la pastorizzazione, si conferma come la misura preventiva fondamentale per ridurre drasticamente l’incidenza della tubercolosi zoonotica a trasmissione alimentare.

Secondo l’ultimo report dell’EFSA ed ECDC (2025), i tassi di tubercolosi di origine zoonotica causata principalmente da *M. bovis* nell’Unione Europea rimangono tra i più bassi al mondo. Tuttavia, continua a rappresentare un pericolo per la salute pubblica. Attualmente l’Europa viene divisa in due grandi blocchi: 17 stati membri ufficialmente indenni da tubercolosi bovina; 10 Stati Membri hanno ancora attivi dei rigidi programmi di eradicazione obbligatori. La prevalenza

delle mandrie infette ha mostrato un aumento negli ultimi 5 anni, raggiungendo l'1,9% nel 2024. Tali evidenze attestano che il batterio non è stato ancora del tutto eradicato, rendendo indispensabile il mantenimento di un sistema di sorveglianza igienico-sanitario su tutta la filiera delle produzioni a latte crudo.

Il Regolamento (CE) n. 853/2004 (Unione Europea, 2004), come per *Brucella* spp., stabilisce che il latte crudo destinato alla produzione di formaggi non sottoposti a trattamento termico deve provenire obbligatoriamente da allevamenti che possiedono lo status sanitario “ufficialmente indenni da tubercolosi”. La sospensione o la revoca di tale qualifica comporta il divieto assoluto di caseificazione a crudo, rendendo obbligatorio un trattamento termico di bonifica a tutela della salute pubblica.

3. QUADRO NORMATIVO E REGOLAMENTAZIONE

3.1 Il Regolamento (CE) n. 853/2004: igiene degli alimenti di origine animale

La sicurezza alimentare si configura come l'elemento cardine per la tutela della salute pubblica, garantendo il mantenimento di elevati standard igienici-sanitari in ogni fase della catena produttiva. Il raggiungimento di tale obiettivo richiede un approccio sistemico che monitori il prodotto dalla produzione primaria fino alla commercializzazione e al consumo finale (EUROPEE, 2000). L'efficacia del sistema di sorveglianza si basa su un quadro normativo armonizzato a livello europeo, noto come "Pacchetto Igiene": un insieme di regolamenti volto a definire requisiti comuni per garantire la salubrità degli alimenti. Tale corpus legislativo si articola nei seguenti regolamenti:

- Regolamento (CE) n. 852/2004, stabilisce le norme generali di igiene per tutti i prodotti alimentari e impone l'obbligo del sistema HACCP (Unione Europea, 2004);
- Regolamento (CE) n. 853/2004, definisce norme specifiche per gli alimenti di origine animale (Unione Europea, 2004);
- Regolamento (UE) 625/2017, disciplina l'attività di controllo ufficiale lungo l'intera filiera (Unione Europea, 2017).

In questo scenario, il Reg. (CE) n. 853/2004 assume una rilevanza centrale per la filiera lattiero-casearia a latte crudo, poiché stabilisce i requisiti minimi di sicurezza che la materia prima deve avere prima della trasformazione. Mentre il Reg. (CE) n. 852/2004 si concentra sui requisiti generali, l'853/2004 integra tali disposizioni soffermandosi sulle responsabilità specifiche dell'Operatore del Settore Alimentare (OSA), il quale deve garantire che sia la materia prima sia i processi prevengano efficacemente i pericoli microbiologici.

3.1.1 Requisiti igienico-sanitari per la produzione di latte crudo

L'Allegato III, Sezione IX rappresenta il fulcro tecnico della norma, definendo i requisiti sanitari per gli animali e la qualità del latte destinato al consumo umano (Unione Europea, 2004).

L'obiettivo è preservare l'integrità microbiologica all'origine, riducendo la probabilità di introduzione di patogeni nella catena produttiva. Il latte crudo deve provenire da animali che:

- a) non mostrano alcun sintomo di malattie infettive trasmissibili all'uomo attraverso il latte;
- b) si presentano in un buono stato di salute generale;
- c) non presentano ferite alla mammella che possano influenzare il latte;
- d) non sono stati sottoposti a trattamenti con sostanze non autorizzate o, qualora trattati, hanno rispettato i periodi di sospensione prescritti.

Per quanto riguarda brucellosi e tubercolosi, il latte deve provenire esclusivamente da allevamenti "ufficialmente indenni", in conformità con i piani di eradicazione nazionali.

Il latte proveniente da soggetti che manifestano infezioni dell'apparato genitale, enteriti accompagnate da diarrea e febbre o infiammazioni visibili della mammella deve essere escluso dalla trasformazione. Queste condizioni cliniche rappresentano una via di escrezione primaria per patogeni ambientali, compromettendo la salubrità della materia prima.

Il Regolamento impone inoltre standard rigorosi per le strutture e le attrezzature dedicate alla mungitura e alla gestione della materia prima. I locali per la conservazione del latte devono essere costruiti in modo tale da limitare il rischio di contaminazione, devono essere fisicamente separati dalle stalle e disporre di impianti di refrigerazione idonei a mantenere i parametri termici previsti dalla legge (non più di 6 °C fino alla lavorazione entro 4 ore dall'accettazione presso lo stabilimento di lavorazione).

Le superfici di contatto come utensili, contenitori e serbatoi destinati alla mungitura, alla raccolta e al trasporto devono essere realizzate con materiali lisci e lavabili e sottoposte a cicli di sanificazione dopo ogni utilizzo. Prima dell'inizio della mungitura, l'igiene deve essere garantita tramite la pulizia sistematica della mammella e delle parti adiacenti.

Relativamente ai parametri microbiologici, la gestione della temperatura è di notevole importanza. Subito dopo la mungitura, il latte deve essere stoccato in ambienti protetti e raffreddato immediatamente a 8 °C (raccolta giornaliera) o a 6 °C (raccolta non quotidiana); tale catena del freddo deve essere preservata durante il trasporto, garantendo che al momento della ricezione in caseificio la temperatura non superi i 10 °C. Questi limiti possono essere derogati solo se la trasformazione avviene entro 2 ore dalla mungitura o per specifiche ragioni tecnologiche autorizzate.

Un ruolo cruciale nella prevenzione delle contaminazioni della materia prima è costituito dal profilo igienico del personale. Il regolamento impone che gli addetti alla mungitura e

manipolazione del latte mantengano un elevato grado di pulizia e indossino abiti idonei; i luoghi di produzione devono essere dotati di strutture adeguate che consentano il lavaggio frequente delle mani e delle braccia, minimizzando così il rischio di contaminazione crociata tra operatore e alimento.

La verifica della conformità avviene tramite campionamenti casuali. Per il latte vaccino i parametri vengono valutati tramite medie geometriche a rotazione su periodi definiti, con almeno due campioni al mese, per garantire una valutazione oggettiva della costanza igienica dell'azienda. I criteri microbiologici e i requisiti sanitari per il latte crudo, secondo quanto previsto dall'Allegato III del Reg. (CE) n.853/2004, sono sintetizzati nella **Tabella 1**:

Tabella 1. Parametri di conformità microbiologica per la produzione di latte crudo.

**Nota: il limite di 500.000 UFC/ml per la specie ovina e caprina si applica specificatamente al latte destinato alla produzione di formaggi a latte crudo che non prevede alcun trattamento termico.*

PARAMETRO	SPECIE ANIMALE	LIMITE REGOLAMENTARE	METODO DI CALCOLO
CARICA BATTERICA TOTALE (A 30 °C)	Vaccino	≤ 100.000 UFC/ml	Media geometrica (2 mesi, min. 2 prelievi/mese)
CARICA BATTERICA TOTALE (A 30 °C)	Altre specie*	≤ 500.000 UFC/ml	Media geometrica (2 mesi, min. 2 prelievi/mese)
TENORE DI CELLULE SOMATICHE (SCC)	Vaccino	≤ 400.000 /ml	Media geometrica (3 mesi, min. 1 prelievo/mese)
RESIDUI DI ANTIBIOTICI	Tutte	Inferiori ai limiti autorizzati	Controllo sistematico / campionamento
STATO SANITARIO	Tutte	Ufficialmente indenne	Qualifica sanitaria per tubercolosi e brucellosi

In definitiva, l'adempimento alle prescrizioni igienico-sanitarie nella produzione primaria rappresenta il fondamento della sicurezza alimentare. Nel caso di superamento delle soglie critiche, l'OSA deve procedere alla sospensione della commercializzazione e alla notifica dell'Autorità Competente, in modo tale da poter ristabilire le condizioni di sicurezza necessarie.

3.1.2 Requisiti specifici per la produzione di formaggi a latte crudo

In assenza di un trattamento termico di risanamento, la sicurezza dei formaggi a latte crudo si affida alla gestione della microflora indigena e al controllo rigoroso dell'ambiente di trasformazione.

Il Regolamento (CE) n. 853/2004 stabilisce una serie di requisiti che l'OSA deve integrare nel proprio piano di autocontrollo. Mentre i requisiti per la materia prima sono dettati nel Capitolo I, le prescrizioni per la trasformazione e la sicurezza dei prodotti finiti sono delineate nei Capitoli II e IV della sezione IX (Unione Europea, 2004). Vengono definiti i requisiti obbligatori per la corretta gestione dei processi di caseificazione e trasparenza verso il consumatore tramite l'etichettatura.

Al momento dell'accettazione in caseificio, il latte deve essere rapidamente refrigerato e mantenuto a una temperatura non superiore a 6 °C fino all'inizio della lavorazione. La refrigerazione non è obbligatoria se la trasformazione ha inizio subito dopo la mungitura o entro 4 ore dall'accettazione in caseificio; l'Autorità Competente autorizza per ragioni tecnologiche una temperatura superiore per determinati prodotti lattiero-caseari.

Il Regolamento fissa inoltre limiti microbiologici precisi prima della trasformazione:

- Latte crudo vaccino: deve presentare un tenore di microrganismi a 30 °C inferiore a 300.000 per ml;
- Latte sottoposto a trattamento termico: deve presentare un tenore inferiore a 100.000 per ml prima di essere lavorato.

Qualora tali soglie siano superate, l'OSA ha l'obbligo di informare l'Autorità Competente e attuare misure correttive volte a risanare il processo produttivo.

Un ulteriore elemento di sicurezza riguarda la maturazione minima. Qualora il processo produttivo non preveda alcun trattamento termico di risanamento, la stabilità microbiologica è garantita dal naturale processo di stagionatura; in conformità con quanto previsto dai criteri di sicurezza del Reg. (CE) n. 2073/2005, un periodo di maturazione adeguato (solitamente un minimo di 60 giorni) favorisce la riduzione dell'attività dell'acqua (a_w) e la stabilizzazione del profilo biochimico della pasta, fattori che agiscono come barriera naturale contro la sopravvivenza dei microrganismi patogeni.

I Capitoli che vanno dal III a V riguardano la protezione del prodotto finito, soffermandosi sulla prevenzione delle contaminazioni post-processo e sulla trasparenza. Il confezionamento dei prodotti liquidi deve avvenire immediatamente dopo il riempimento con sistemi che garantiscano

l'integrità del prodotto e permettano di identificare facilmente eventuali difetti o aperture accidentali. Per il latte crudo destinato al consumo umano, deve essere riportata la dicitura "latte crudo". Tale indicazioni devono essere presenti sia sull'etichetta fisica che su qualsiasi documento che accompagni il prodotto destinato al commercio al dettaglio.

In deroga alle norme generali, il marchio d'identificazione può rimandare al punto dell'imballaggio dove è indicato il numero di riconoscimento, facilitando le operazioni logistiche senza compromettere la tracciabilità. Nel caso di bottiglie riutilizzabili, il marchio può essere semplificato riportando soltanto la sigla del paese di spedizione e il numero di riconoscimento dello stabilimento.

3.2 Disciplina dell'etichettatura e informazione al consumatore

L'etichettatura dei prodotti alimentari non è solo un obbligo commerciale, ma uno strumento importante per la tutela della salute pubblica e rappresenta il principale veicolo di trasparenza tra produttore e consumatore. Permette di comunicare non solo le caratteristiche organolettiche e nutrizionali, ma anche la natura tecnologica e il relativo profilo di rischio del prodotto.

Storicamente l'etichettatura veniva utilizzata per informare l'acquirente sulla natura del prodotto e proteggerlo da eventuali frodi; oggi rappresenta la risposta normativa alla crescente domanda di trasparenza dalle autorità di controllo, dal settore industriale e dalle organizzazioni dei consumatori, garantendo la tracciabilità e la sicurezza lungo l'intera filiera (Cheftel, 2005). Emerge così il concetto di "diritto del consumatore all'informazione", che mira a garantire una scelta d'acquisto consapevole e sicura. Le crisi alimentari degli ultimi decenni hanno enfatizzato ulteriormente la necessità di migliorare la sicurezza alimentare per massimizzare la protezione del consumatore (Cheftel, 2005). Tale diritto si esplica attraverso molteplici dimensioni informative che includono l'elenco degli ingredienti, la dichiarazione degli allergeni e le informazioni nutrizionali - essenziali per la prevenzione di patologie correlate alla dieta – nonché dettagli sulle modalità di produzione o sulla presenza di OGM, rispondendo così anche a preoccupazioni etiche del consumatore (Cheftel, 2005).

Oltre ai vincoli di legge, l'etichettatura assume una valenza strategica sul piano del marketing imprenditoriale. Essa permette all'azienda di distinguersi nel panorama competitivo, valorizzando le caratteristiche intrinseche ed estrinseche del prodotto, come l'origine della materia prima o l'artigianalità del processo, consolidando il legame di fiducia con il consumatore finale (Grunert, 2005).

Evidenze scientifiche recenti sottolineano quanto sia importante l'utilizzo di un'etichettatura chiara ed esaustiva; la consapevolezza del consumatore risulta essere lo strumento più efficace per ridurre le tossinfezioni legate al consumo di latte crudo (Fagnani et al., 2021). Esiste, infatti, una correlazione diretta tra l'istruzione del consumatore e la riduzione delle emergenze sanitarie: soggetti adeguatamente informati su rischi specifici hanno una probabilità significativamente inferiore di contrarre malattie a trasmissione alimentare rispetto a chi ne ignora il profilo di rischio (Fagnani et al., 2021). L'etichetta, nel caso specifico dei prodotti a latte crudo, svolge funzioni cruciali:

- Consente di distinguere il mercato formale e controllato da quello clandestino, privo di ispezioni ufficiali e maggiormente soggetto a contaminazioni;
- Fornisce indicazioni sulle modalità di conservazione e sull'eventuale necessità di trattamenti termici domestici (es. bollitura);
- Previene le contaminazioni incrociate promuovendo corrette pratiche igieniche in ambito domestico (Fagnani et al., 2021).

In questo modo, il consumatore diventa un gestore attivo del rischio alimentare, capace di integrare le indicazioni di sicurezza nelle proprie abitudini quotidiane.

L'esigenza di un'etichettatura chiara è fondamentale anche per la tutela dei soggetti YOPI (*Young, Old, Pregnant, Immunocompromised*). Secondo la Fondazione Umberto Veronesi (2025), il consumo di latte crudo e dei derivati non sottoposti a bonifica termica, espone queste categorie a rischi elevati di infezioni sistemiche. Particolare rilevanza assume la Sindrome Emolitica-Uremica (SEU), che colpisce prevalentemente la popolazione pediatrica con esiti che possono includere insufficienza renale cronica o gravi danni neurologici. Come riportato dalla Fondazione, il sistema di comunicazione del rischio deve essere potenziato tramite indicazioni chiare, come l'avvertenza "Prodotto da consumarsi previa bollitura", la cui efficacia dipende dalla leggibilità grafica sul *packaging*. L'etichettatura deve dunque fungere da barriera informativa per i genitori, sconsigliando la somministrazione di formaggi freschi o a breve stagionatura ai bambini. La comunicazione istituzionale ribadisce che la pastorizzazione rimane l'unico metodo validato per l'eliminazione sistematica di patogeni quali *Listeria* e *Salmonella*, garantendo la sicurezza senza alterare le proprietà nutrizionali dell'alimento (Fazion, 2025).

3.2.1 Il Regolamento (UE) n. 1169/2011 e l'obbligo della dicitura “Fabbricato con latte crudo”

Il principale riferimento normativo in materia di informazione ai consumatori è il Regolamento (UE) n. 1169/2011 (noto come Regolamento FIC - *Food Information to Consumers*). Tale provvedimento, oltre a elencare obblighi formali, sancisce il principio secondo cui l'informazione deve garantire «un elevato livello di protezione della salute e degli interessi dei consumatori» (Reg. (UE) 1169/2011, Art. 3)

In riferimento ai prodotti lattiero-caseari non sottoposti a pastorizzazione, la normativa assume un carattere di estremo rigore, integrandosi con i requisiti di igiene e sicurezza definiti dal Regolamento (CE) n. 853/2004. In particolare, l'Allegato III, Sezione IX, Capitolo IV di quest'ultimo stabilisce che per i prodotti lattiero-caseari per i quali non è previsto alcun trattamento termico (o trattamento fisico/chimico equivalente alla pastorizzazione), è obbligatoria l'apposizione della dicitura “Fabbricato con latte crudo”. Questa indicazione non costituisce una semplice nota tecnologica, ma rappresenta un elemento cardine della trasparenza informativa. Sotto il profilo della valorizzazione, permette di evidenziare come l'assenza di trattamenti termici preservi il patrimonio microbiologico ed enzimatico originario, conferendo al prodotto un profilo sensoriale distintivo. La dicitura funge da vero e proprio “alert” sanitario; come evidenziato da Fagnani et al. (2021), la consapevolezza della natura del prodotto è, infatti, lo strumento più efficace per prevenire rischi nelle fasce vulnerabili della popolazione, evitando il contatto con patogeni quali *Listeria monocytogenes* o *Escherichia coli* STEC.

Per garantire che tale indicazione risulti realmente fruibile, il Regolamento 1169/2011 impone rigidi criteri di leggibilità oggettiva (Art.13). La dicitura deve essere apposta in un punto evidente, risultando chiaramente leggibile, indelebile e non nascosta da altri elementi grafici o scritte pubblicitarie. È previsto un requisito minimo di altezza dei caratteri (altezza della “x”) pari ad almeno 1,2 mm (ridotto a 0,9 mm solo per confezioni con superficie inferiore a 80 cm²). Tale rigore prescrittivo è fondamentale per contrastare il rischio di “oscuramento informativo”, garantendo che il consumatore possa identificare la natura del prodotto al primo sguardo, preferibilmente nello stesso campo visivo della denominazione dell'alimento. Ai sensi dell'Articolo 44, tale obbligo non si limita ai soli prodotti preconfezionati ma anche per i prodotti venduti sfusi o preincartati (ad esempio al banco taglio). In questi casi, la dicitura “Fabbricato con latte crudo” deve essere chiaramente riportata sul cartellino di vendita o nel registro degli ingredienti. Nel contesto italiano, tale quadro normativo è integrato dal D.M. 9 dicembre 2016, che impone l'indicazione obbligatoria dell'origine del latte, specificando il paese

di mungitura e quello di trasformazione, rafforzando il legame tra sicurezza, tracciabilità e territorio.

Il rigore informativo prosegue con l'Articolo 9, che definisce il nucleo informativo essenziale comprensivo della denominazione legale, dell'elenco degli ingredienti con evidenza grafica degli allergeni (grassetto o maiuscolo), della quantità netta e delle specifiche condizioni di conservazione. In questo ambito, assume un rilievo critico la distinzione tra il Termine Minimo di Conservazione (TMC), preceduto dalla dicitura "da consumarsi preferibilmente entro il", che indica la data fino alla quale il prodotto conserva le sue proprietà specifiche, e la Data di Scadenza espressa con la dicitura "da consumarsi entro il". Quest'ultima definisce il limite oltre il quale un alimento non è più considerato idoneo per il consumo umano. Tale indicazione si applica esclusivamente ad alimenti ad elevata deperibilità dal punto di vista microbiologico, come latte fresco e formaggi freschi a pasta molle, oltre la quale il prodotto è considerato legalmente dannoso ai sensi dell'Art. 14 del Regolamento (CE) n. 178/2002, configurando il divieto assoluto di commercializzazione e somministrazione.

Un ulteriore pilastro informativo è rappresentato dalla dichiarazione nutrizionale prevista dall'Articolo 30, obbligatoria per quasi tutti i prodotti confezionati; deve riportare in una tabella il valore energetico e le quantità di grassi, carboidrati, proteine e sale, riferiti standardizzatamente a 100 g o 100 ml di prodotto.

L'Articolo 7 sancisce il principio di "Lealtà dell'Informazione" specificando che le indicazioni fornite non devono indurre in errore il consumatore, specialmente per quanto riguarda le caratteristiche essenziali del prodotto come la natura, l'identità e il metodo di fabbricazione. Nel contesto dei formaggi a latte crudo, ciò implica che l'etichetta non deve limitarsi alla valorizzazione delle proprietà organolettiche, ma riflettere la reale natura biotecnologica.

In conclusione, l'Articolo 8 attribuisce all'Operatore del Settore Alimentare (OSA) la responsabilità primaria dell'informazione. In particolare, il soggetto responsabile è «l'operatore con il cui nome o con la cui ragione sociale è commercializzato il prodotto» o, in sua assenza, l'importatore nel mercato. L'OSA ha il compito di assicurare sia la presenza che la conformità delle diciture rispetto alla normativa vigente. Tale responsabilità coinvolge tutti gli operatori della filiera, sui quali pende il divieto assoluto di modificare le informazioni originali che accompagnano un alimento, qualora tale variazione possa compromettere il livello di protezione della salute o indurre in errore il consumatore finale.

3.2.2 Nuove Linee Guida del Ministero della Salute: rafforzamento della tutela e proposte legislative

Il panorama legislativo nazionale ha subito un'evoluzione, orientandosi progressivamente verso una sorveglianza mirata dei rischi microbiologici emergenti, individuando negli *Escherichia coli* Shiga-tossigeni (STEC) una criticità microbiologica prioritaria, in particolare si fa riferimento ai prodotti ottenuti con latte non pastorizzato. Questa definizione, adottata dalle recenti linee guida (Ministero della Salute, 2025), include non solo il latte crudo ma anche quello sottoposto a trattamenti termici blandi (come la termizzazione) che, pur mitigando il profilo igienico, non garantiscono l'eliminazione totale del pericolo come la pastorizzazione. Gli STEC, pur rappresentando una frazione minoritaria della microflora ambientale, possiedono una virulenza estrema dovuta alla sintesi delle citotossine (Stx1 e Stx2) capaci di indurre quadri clinici severi. Le nuove disposizioni del Ministero della Salute hanno dunque l'obiettivo di salvaguardare le produzioni artigianali e garantire standard sanitari d'eccellenza per le fasce più sensibili della popolazione, note come YOPI (bambini, anziani, donne in gravidanza e immunodepressi).

In base ai nuovi orientamenti, l'OSA è tenuto a integrare il proprio sistema di gestione della sicurezza alimentare con standard di autocontrollo rafforzati, estendendo la ricerca di STEC dalle matrici alimentari all'intera filiera ambientale, attraverso l'uso di tecniche di biologia molecolare (PCR). L'impiego di quest'ultima per la ricerca di geni di virulenza (Stx1, Stx2, eae) permette una sorveglianza rapida e sensibile, riconoscendo i limiti delle analisi sul solo prodotto finito e prediligendo un monitoraggio dei punti critici di persistenza come misura di prevenzione avanzata.

Un punto importante delle recenti linee guida riguarda il rafforzamento della comunicazione istituzionale in merito al consumo di formaggi freschi o a breve stagionatura da parte dei bambini. In conformità con le evidenze della comunità pediatrica istituzionale, il Ministero della Salute ha promosso campagne di sensibilizzazione volte a informare i consumatori sulla gravità della Sindrome Emolitico-Uremica (SEU); le nuove indicazioni suggeriscono agli Operatori del Settore Alimentare non solo gli obblighi di etichettatura previsti dal Regolamento (CE) n. 853/2004, ma anche l'integrazione di avvertenze specifiche nei punti vendita e nelle mense scolastiche, sconsigliando la somministrazione di prodotti non pastorizzati ai soggetti di età inferiore ai 6-10 anni. Tale misura mira a prevenire focolai epidemici che potrebbero determinare esiti letali o gravi patologie invalidanti.

Sul piano legislativo, sono state valutate diverse proposte per trasformare le attuali raccomandazioni sull'etichettatura in norme rigide e obbligatorie, affinché le avvertenze siano indicate in modo evidente da non lasciare alcun dubbio al consumatore al momento

dell'acquisto. Alcune proposte suggeriscono di rendere obbligatorio l'uso di simboli grafici (pittogrammi) o messaggi di allerta con colori visibili sulle confezioni; l'idea è quella di seguire modelli già adottati per altri rischi, come i messaggi sulle bevande alcoliche per le donne in gravidanza.

Le nuove tendenze normative mirano a standardizzare le analisi e a sfruttare la microbiologia predittiva per rendere l'autocontrollo più efficace, controllando il prodotto lungo tutta la filiera e monitorando i punti critici dove il patogeno potrebbe insediarsi. Per garantire la massima sicurezza, i produttori devono sottoporre i propri protocolli a una validazione tramite *Challenge Test* specifici per STEC. Tale procedura serve a dimostrare che l'azione sinergica di fattori come l'acidificazione, il calore e la salatura, siano effettivamente in grado di garantire almeno 5 riduzioni decimali della carica batterica e inibire lo sviluppo del patogeno lungo l'intera *shelf-life* del prodotto.

Insieme ai controlli sui prodotti, il piano di autocontrollo si amplia ai filtri di mungitura, ai tombini di scarico e alle attrezzature di stagionatura, identificati come serbatoi primari di biofilm persistenti. Questo approccio trasforma le raccomandazioni tecniche in requisiti di biosicurezza integrata, in cui la ricerca del patogeno nell'ambiente funge da indicatore di rischio precoce, rivelandosi più efficace rispetto alla tradizionale analisi retrospettiva sul lotto di formaggio, poiché permette di intercettare la circolazione del patogeno prima ancora che avvenga la contaminazione della matrice alimentare. L'orientamento delle nuove politiche sanitarie non persegue una finalità del tutto burocratica, ma serve a tutelare l'intero comparto lattiero-caseario da eventuali crisi di fiducia dei consumatori legate a focolai epidemici. La gestione del rischio STEC richiede una collaborazione tra l'operatore (OSA) e le autorità, in cui la condivisione dei dati e dei protocolli aziendali risulta essere un vantaggio competitivo (Ministero della Salute, 2025).

4. LINEE GUIDA MINISTERIALI E MISURE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

4.1 Misure igienico-sanitarie in allevamento e trasformazione

L'efficacia della lotta agli *Escherichia coli* Shiga-tossigeni (STEC) nella filiera casearia risiede in una strategia multi-ostacolo che accompagna il prodotto lungo ogni fase della trasformazione. Le Linee Guida ministeriali sottolineano come la protezione della salute pubblica deve necessariamente iniziare nell'allevamento, poiché esso rappresenta il principale serbatoio naturale e punto di ingresso del patogeno nel sistema lattiero-caseario (Ministero della Salute, 2025). La produzione di formaggi a base di latte non pastorizzato richiede, infatti, un livello di attenzione igienica superiore rispetto alle produzioni industriali standard, non essendoci alcun trattamento termico di bonifica.

La colonizzazione da STEC nei ruminanti è spesso asintomatica e l'escrezione attraverso le feci non è costante, ma può essere sporadica o persistente per mesi, con picchi significativi nei periodi più caldi (Efsa Biohaz Panel et al., 2020). I principali fattori che ne influenzano i livelli di escrezione includono l'età, lo stato di salute e lo stress, oltre alla dieta e all'area geografica. La trasmissione per via oro-fecale rappresenta il principale vettore di diffusione dei ceppi STEC all'interno della mandria (Ministero della Salute, 2025). Risulta pertanto cruciale implementare protocolli di biosicurezza interna, volti a limitare la contaminazione crociata mantenendo separati gli animali appena nati dai soggetti maturi.

In produzione primaria, le misure di controllo puntano alla riduzione della prevalenza del patogeno e alla salubrità degli input zootecnici, prevenendo la contaminazione delle colture durante le fasi di produzione e stoccaggio per evitare il ricircolo del batterio per via alimentare. L'obiettivo ultimo risiede nella protezione della materia prima, attraverso protocolli volti a escludere la contaminazione del latte in fase di mungitura e a preservarne l'integrità microbiologica fino alla trasformazione.

In un'azienda zootecnica il sistema di autocontrollo è rappresentato dall'applicazione dei Programmi di Prerequisito (PRP- *Prerequisite programme*), i quali costituiscono l'insieme delle condizioni e delle procedure operative necessarie per mantenere un ambiente igienico lungo l'intera catena alimentare e per garantire la salubrità del latte prodotto.

I PRP si articolano in due pilastri fondamentali:

- Buone Pratiche di Allevamento (BPA): consistono in protocolli di gestione dell'allevamento volti a ottimizzare le condizioni degli animali e a mitigare i rischi per la salute pubblica;
- Buone Prassi di Igiene (GHP): comprendono l'insieme delle misure e delle condizioni igienico-sanitarie indispensabili per garantire la sicurezza del latte prodotto.

Nello specifico, le BPA si focalizzano sul management aziendale complessivo e mirano a ridurre la circolazione di STEC nelle matrici ambientali e animali, minimizzando i rischi di ricontaminazione ciclica all'interno dell'allevamento.

Sotto il profilo della biosicurezza, le aree di stabulazione devono garantire superfici di riposo costantemente asciutte e pulite; la rimozione regolare degli effluenti e il rinnovo delle lettiere sono essenziali per ridurre l'imbrattamento fecale degli animali, limitando così il rischio di infezioni o di contaminazione del latte. L'acqua utilizzata per la mungitura e l'abbeverata deve essere pulita e potabile, con manutenzione periodica degli impianti. Per il controllo degli agenti infestanti (roditori e insetti), le Linee Guida impongono una strategia integrata che privilegi la prevenzione strutturale all'uso di sostanze chimiche, qualora le misure preventive non fossero sufficienti, a condizione che i prodotti siano ufficialmente approvati per l'uso in ambito alimentare; l'applicazione deve essere rigorosa per evitare la presenza di residui inaccettabili nel latte. Poiché le scorte alimentari rappresentano il principale fattore di attrazione per ratti e topi, i mangimi devono essere stoccati in luoghi idonei e all'interno di contenitori protetti. Il latte deve provenire da soggetti sani, è fondamentale l'esclusione dal ciclo produttivo di animali con infezioni mammarie clinicamente riconoscibili.

La letteratura scientifica evidenzia come elevati standard di benessere riducano lo stress cronico, fattore fisiologico direttamente correlato all'incremento della suscettibilità alle infezioni da STEC (Efsa Biohaz Panel et al., 2020). La corretta gestione dei liquami e del letame è cruciale, poiché gli STEC possono sopravvivere a lungo nelle feci; si raccomanda di evitare lo spandimento dei reflui in prossimità delle aree di pascolo o di stabulazione per prevenire fenomeni di ricircolo ambientale.

Le BPA definiscono, inoltre, i requisiti e la gestione delle attrezzature di mungitura, specificando che il corretto funzionamento meccanico dell'impianto è un prerequisito per la salute della mammella. Ogni componente destinata al contatto con il latte deve essere realizzata con materiali resistenti alla corrosione e devono essere facili da pulire e disinfettare. Particolare attenzione deve essere rivolta alle parti in gomma, che devono essere sostituite periodicamente per evitare fessurazioni. Al termine di ogni sessione di mungitura, è obbligatorio procedere alla

detersione e disinfezione sistematica dell'intero circuito. Le attrezzature e i locali di conservazione del latte crudo devono rispettare criteri di integrità e lavabilità; in particolare, i sistemi di stoccaggio devono essere progettati per garantire un drenaggio completo del latte e dei reflui di lavaggio, evitando ristagni che favorirebbero la formazione di nicchie microbiche. Le Linee Guida impongono una verifica funzionale annuale per garantire l'integrità delle superfici e l'efficienza dei sistemi di refrigerazione. L'area dedicata allo stoccaggio deve essere fisicamente isolata dalle zone di stabulazione degli animali per evitare il trasporto di polveri contaminate.

Se le BPA definiscono il contesto strutturale, le Buone Prassi di Igiene (GHP) costituiscono l'insieme delle procedure operative volte a prevenire la contaminazione diretta del latte durante la fase di mungitura. Quest'ultima rappresenta il momento di massimo rischio per la contaminazione del latte, poiché il patogeno può passare accidentalmente dalle feci o dalla pelle dell'animale alla materia prima. La prevenzione inizia con la pulizia di mammelle e capezzoli i quali devono essere asciutti prima dell'inizio della mungitura. Il massaggio della mammella favorisce la liberazione dell'ossitocina e una corretta eiezione del latte e, inoltre, permette di effettuare una prima ispezione visiva per escludere segni di mastite. Importante la fase di *pre-dipping*, ovvero l'immersione dei capezzoli in soluzioni disinfettanti prima della mungitura per abbattere la carica microbica ambientale. Durante la mungitura, è necessario monitorare il corretto posizionamento dei gruppi al fine di evitare ingressi d'aria che potrebbero fungere da vettori di polveri. Al termine della sessione si procede con il *post-dipping* che consiste nell'applicazione di una soluzione filmante e disinfettante che protegge il canale del capezzolo dall'ingresso di batteri ambientali, riducendo drasticamente il rischio di infezioni intramammarie. I disinfettanti impiegati nel *pre* e *post-dipping* devono possedere un'efficacia validata contro i batteri Gram-negativi, come *E. coli*; attualmente, i comuni disinfettanti utilizzati sono a base di iodio, cloro, acido lattico e perossido di idrogeno, e sono capaci di agire rapidamente sulla carica microbica superficiale senza lasciare residui chimici nel latte che potrebbero interferire con le successive fasi di acidificazione casearia (J. Liu et al., 2026).

Il personale addetto alla mungitura rappresenta un potenziale vettore di contaminazione crociata; devono indossare indumenti protettivi puliti e i soggetti affetti da patologie trasmissibili o lesioni cutanee devono essere allontanati dalle operazioni di mungitura.

Una fase critica per il contenimento del rischio STEC, è rappresentata dalla gestione del latte nel passaggio dall'allevamento al sito di trasformazione. Secondo le Linee Guida, subito dopo la mungitura, se il latte non viene lavorato entro due ore deve essere refrigerato e mantenuto a una temperatura pari o inferiore a 8 °C in caso di raccolta giornaliera, oppure a 6 °C qualora la

raccolta avvenga con frequenza durante la giornata. Tale processo costituisce il principale Programma di Prerequisito (PRP) per garantire l' idoneità della materia prima.

Nel caso in cui non sia possibile refrigerare il latte in azienda agricola, è necessario consegnarlo a un centro di raccolta entro determinati limiti di tempo.

Durante le operazioni di carico e scarico del latte crudo, deve essere posta particolare attenzione alla gestione delle attrezzature mobili e, in particolare, il personale addetto è tenuto a impedire che le estremità dei tubi e raccordi tocchino terra. Gli operatori dei centri di raccolta devono possedere una formazione sulla manipolazione igienica del latte crudo, assicurando che il prelievo dei campioni avvenga senza alcuna contaminazione. È prevista una separazione tra le diverse aree operative: l'autista dell'autocisterna non deve avere accesso alle stalle, alle zone di stabulazione o ai siti di stoccaggio degli effluenti. Dunque, è necessario stabilire delle aree di sosta che consentano lo scambio di documenti e campioni senza contatto diretto con le zone pulite. La materia prima deve essere raccolta separatamente; è vietata qualsiasi forma di miscelazione con latte non conforme agli standard microbiologici previsti per i prodotti non pastorizzati, predisponendo l'utilizzo di cisterne per il trasporto che ne consentano la separazione. Le attrezzature per il trasporto del latte devono essere sempre pulite e disinfettate.

Il Regolamento (CE) n. 853/2004 stabilisce una temperatura massima per il trasporto di 10 °C, tuttavia le specifiche Linee Guida raccomandano di non superare gli 8 °C, a meno che il latte non sia stato raccolto entro 2 ore dalla mungitura.

La gestione delle strutture deve prevedere una separazione tra i locali di ricevimento e quelli di trasformazione; particolare attenzione deve essere posta alla sanificazione delle superfici a contatto con l'alimento, con l'obiettivo di evitare la formazione di biofilm.

La sicurezza alimentare è strettamente correlata alla corretta determinazione della *shelf-life*, la cui responsabilità ricade sul produttore. La durata di conservazione è influenzata da fattori che riguardano il tipo di confezionamento, le misure di controllo microbiologiche applicate, il metodo di raffreddamento e la probabilità di contaminazione post-processo. Nel caso specifico dei prodotti a base di latte non pastorizzato, la durata deve includere la valutazione del ragionevole abuso termico che l'alimento potrebbe subire durante la distribuzione.

4.2 Validazione del processo e ruolo dell'etichettatura informativa

Nei sistemi di gestione per la sicurezza alimentare, la distinzione tra “validazione” e “verifica” rappresenta un presupposto fondamentale per un autocontrollo efficace. Secondo i principi del

Codex Alimentarius, tali concetti assumono significati distinti. Nello specifico, “validare” una misura di controllo implica l’ottenimento di evidenze scientifiche che ne dimostrino la capacità di gestire il pericolo fino al raggiungimento di un obiettivo di sicurezza prestabilito. La “verifica” consiste nell’applicazione di test e valutazioni tecniche, volte ad accertare che le misure di controllo stiano effettivamente funzionando secondo i protocolli previsti (Ministero della Salute, 2025). Tale architettura deve essere completata dal “riesame del sistema di autocontrollo”, un’analisi interdisciplinare finalizzata a valutare l’adeguatezza complessiva del Sistema di Gestione della Sicurezza Alimentare nei confronti del pericolo microbiologico.

La validazione delle misure di controllo è una responsabilità primaria dell’Operatore del Settore Alimentare (OSA), il quale deve comprovare scientificamente la validità dei protocolli adottati sia in fase di progettazione, sia in occasione di variazioni strutturali del processo. Una prima modalità consiste nel ricorso alla letteratura scientifica o a conoscenze storiche riguardanti le misure di controllo; in questo caso, l’operatore deve garantire che le condizioni operative del proprio stabilimento siano coerenti con i parametri identificati negli studi esaminati. Tuttavia, la letteratura può rappresentare un limite per determinati processi, risulta dunque necessario ricorrere alla sperimentazione diretta in grado di dimostrare che il processo può impedire la crescita e la moltiplicazione di patogeni come *E. coli*. Lo studio sperimentale raccomandato è il *Challenge Test*, poiché permette di simulare le reali condizioni di processo per determinare il comportamento di *Escherichia coli* spp. in funzione delle variabili ambientali. Lo studio deve essere progettato simulando lo “scenario peggiore”, attraverso l’utilizzo di condizioni favorevoli alla crescita del microrganismo, ricavate dai parametri reali del caseificio o dai disciplinari di produzione dei prodotti regolamentati (DOP e IGP).

Sotto il profilo normativo e procedurale, la validazione sperimentale deve conformarsi agli standard internazionali: ISO 20976-1:2019 per la valutazione del potenziale di crescita, del tempo di latenza e del tasso massimo di crescita e ISO 20976-2:2022 focalizzata sullo studio del potenziale di inattivazione e dei parametri cinetici.

È importante selezionare i ceppi batterici a maggiore impatto clinico da utilizzare nel test, come il sierogruppo O26, e quelli caratterizzati da fattori di virulenza associati a patologie gravi, come la presenza del gene Stx2a. Data la complessità analitica, il *Challenge Test* deve essere affidato a laboratori specializzati, il cui supporto tecnico è essenziale affinché l’OSA possa disporre di una corretta interpretazione dei risultati.

La verifica, invece, si configura come un’attività programmata e sistematica, volta a confermare che le misure di controllo previste dal piano di autocontrollo risultino efficaci. Questa fase si esplica tramite un monitoraggio dello svolgimento di attività, l’esecuzione di audit interni e le

analisi delle cause di eventuali non conformità o reclami. In questo ambito, l'OSA ha il compito di registrare i parametri tecnologici che influenzano, direttamente o indirettamente, la sopravvivenza del patogeno, quali i cambiamenti di pH, la temperatura di cottura e le condizioni di salagione (Ministero della Salute, 2025).

Un elemento centrale della verifica è rappresentato dal campionamento microbiologico. Nelle produzioni a rischio più elevato, come i formaggi a latte crudo prodotti senza l'utilizzo di starter, è necessario effettuare controlli specifici sul prodotto per il rilevamento STEC, in quanto l'assenza di microrganismi indicatori non implica automaticamente l'assenza del patogeno. Un approccio strategico consiste nell'effettuare analisi nelle fasi di produzione in cui si prevede la massima concentrazione o il picco di crescita del microrganismo, ad esempio nelle ore successive alla coagulazione; effettuare campionamenti precoci sulla cagliata o sul formaggio fresco permette di identificare subito eventuali non conformità, rispetto ai test condotti sul prodotto finito.

Per prevenire le ricontaminazioni post-processo, il monitoraggio deve estendersi all'efficacia dei protocolli di sanificazione che avvengono tramite sistemi meccanizzati di *Cleaning In Place* (CIP) o *Cleaning Out Place* (COP) e, inoltre, alla ricerca di nicchie di persistenza ambientale (scarichi, pavimentazioni). Questi siti possono ospitare biofilm microbici in cui gli STEC sopravvivono a lungo; la loro identificazione agisce quindi come un indicatore precoce di rischio. Qualora si riscontri la presenza di STEC, è indispensabile attivare un monitoraggio rafforzato e fare ricorso alle procedure di rintracciabilità ai sensi del Regolamento (CE) n. 178/2002. Il sistema di rintracciabilità rappresenta un requisito imprescindibile della sicurezza alimentare che attraversa ogni parte della filiera, garantendo trasparenza del prodotto dalla fase di produzione fino alla commercializzazione. Alla base di un efficace sistema di rintracciabilità risiede l'identificazione delle unità logistiche e commerciali, conformemente ai requisiti definiti dal Regolamento (UE) n. 1169/2011.

Nello specifico, per gli alimenti di origine animale, il quadro normativo impone che la documentazione di accompagnamento riporti i seguenti parametri minimi:

- Descrizione dettagliata dell'alimento, comprensiva della natura del prodotto e della denominazione di vendita;
- Dati quantitativi;
- Identificazione del lotto o della partita;
- Data di spedizione

Gli operatori devono garantire una rintracciabilità costante dei flussi tramite dei protocolli operativi che permettano l'identificazione di tutti i fornitori di materie prime e di tutti i destinatari commerciali del prodotto finito. In caso di rischio per la salute pubblica, l'OSA deve attivare tempestivamente il ritiro immediato dal mercato per tutti i lotti che non soddisfano i requisiti di sicurezza previsti. Qualora la non conformità venga accertata su prodotti che hanno già raggiunto il consumatore finale, sarà necessario attuare una procedura di richiamo dei lotti. L'efficacia di tali misure è subordinata alla formazione continua del personale, il cui operato rimane la variabile critica nella prevenzione della contaminazione crociata. In particolare, gli addetti devono acquisire competenze adeguate soprattutto nelle Buone Prassi di Igiene - comprensive delle norme comportamentali, della sanificazione e della manutenzione delle attrezzature – fino alla corretta gestione dei sistemi di identificazione e rintracciabilità. Inoltre, è indispensabile che il personale possieda una solida conoscenza del sistema HACCP e delle singole fasi del processo produttivo, al fine di identificare e mitigare i potenziali pericoli di natura microbiologica, chimica e fisica.

In ultima analisi, l'etichettatura dei prodotti lattiero-caseari rappresenta l'obiettivo finale nella strategia di controllo del rischio STEC. In conformità al Regolamento (CE) n. 853/2004, i prodotti a base di latte crudo devono riportare tale origine in etichetta, specificando le condizioni di refrigerazione necessarie per garantirne la stabilità microbiologica. L'etichettatura informativa funge da ulteriore strumento di precauzione a tutela della salute pubblica; le Linee Guida specificano che la semplice dicitura “prodotto con latte crudo” non risulta sufficiente, poiché spesso viene interpretata dal consumatore esclusivamente come un indice di valore gastronomico. Per questo motivo, viene suggerita l'integrazione di avvertenze specifiche per le categorie vulnerabili (YOPI), quali: *“il consumo di questo prodotto non è consigliato per le categorie fragili (bambini, anziani, donne in gravidanza, persone immunodepresse)”*. Tale avvertenza, deve essere apposta direttamente sulle confezioni o, in caso di vendita di prodotti sfusi, deve essere comunicata tramite cartellonistica (Ministero della Salute, 2025). È fondamentale specificare che l'introduzione di tali messaggi non esonera l'Operatore del Settore Alimentare dall'applicazione delle misure di biosicurezza, al contrario, funge da ulteriore strumento di precauzione e tutela della salute pubblica.

La necessità di un'etichettatura informativa non è solo un requisito formale, ma si configura come una risposta necessaria a un'evidenza sanitaria critica. I dati sulla Sindrome Emolitico-Uremica (SEU) confermano come in Italia tali prodotti rappresentino uno dei principali veicoli di infezione pediatrica. Tra il 2024 e il 2025 sono stati identificati diversi focolai infettivi che hanno visto il coinvolgimento di pazienti in età pediatrica costretti a lunghi ricoveri in terapia intensiva

dopo l'ingestione di formaggi a latte crudo (Tossinfezioni alimentari - Istituto Superiore di Sanità). In particolare, a seguito del riscontro di una grave infezione da *Escherichia coli* presso le strutture ospedaliere di Bolzano e Brunico, è stata avviata un'indagine epidemiologica tra l'Azienda Sanitaria di Trento e di Belluno. L'evento clinico ha coinvolto un paziente di un anno e, a causa dell'aggravamento delle condizioni cliniche, si è resa necessaria la centralizzazione presso l'Azienda Ospedaliera di Padova, centro specializzato in nefrologia pediatrica. L'indagine epidemiologica ha identificato una correlazione diretta tra l'insorgenza della patologia e il consumo di un "formaggio saporito di montagna" a latte crudo, prodotto in un caseificio trentino. L'intervento dei Servizi Veterinari di Igiene degli Alimenti ha consentito di avviare il protocollo di campionamento ufficiale delle matrici sospette, i cui risultati hanno confermato la contaminazione da STEC nei campioni di formaggio, determinando l'attivazione delle procedure di emergenza previste dal Sistema di Allerta Rapido (RASFF), che si sono concluse con il richiamo dei lotti coinvolti su tutto il territorio nazionale (Rainews, 2024).

Mentre negli adulti sani la presenza di STEC in alcuni prodotti può non determinare quadri clinici severi, al contrario, nei soggetti in età pediatrica l'infezione può evolvere rapidamente verso l'insufficienza renale acuta. Dunque, i Dipartimenti di Prevenzione raccomandano il divieto assoluto di somministrazione di prodotti a base di latte crudo alle categorie YOPI, confermando la SEU come la principale causa di insufficienza renale acuta in età pediatrica (Rainews, 2024).

L'informazione trasparente risulta essere uno strumento di precauzione indispensabile a tutela della salute pubblica e l'attuazione pratica di questa misura – espressa attraverso avvertenze chiare in etichetta e tramite cartellonistica nei punti vendita – rende il consumatore come parte attiva del sistema di sicurezza, permettendo una scelta d'acquisto consapevole.

5. PARTE SPERIMENTALE: VALUTAZIONE DELLE INFORMAZIONI AL CONSUMATORE

5.1 Materiali e metodi

5.1.1 Descrizione dei campioni raccolti (>50 formaggi a latte crudo)

L'attività sperimentale descritta nel presente lavoro di tesi è stata impostata come un'indagine descrittiva e di monitoraggio mirata a valutare l'offerta commerciale e i relativi canali di vendita al dettaglio. La ricerca ha previsto la pianificazione e l'esecuzione di una mirata attività di reperimento dei prodotti sul territorio, finalizzata alla mappatura e alla successiva valutazione delle informazioni destinate al consumatore, con particolare riferimento alle indicazioni di sicurezza e ai requisiti di etichettatura dei formaggi a latte crudo, commercializzati sia attraverso i circuiti di vendita diretta sia mediante la Grande Distribuzione Organizzata (GDO). Il campione complessivo analizzato è costituito da un totale di 100 referenze. In merito alla delimitazione geografica dell'indagine, l'attività di campionamento è stata condotta esplorando una rete eterogenea di esercizi commerciali dislocati all'interno della provincia di Parma e nelle aree territoriali limitrofe. Sotto il profilo metodologico, la selezione delle 100 referenze ha seguito un approccio di campionamento non probabilistico di convenienza. Tale scelta operativa è stata guidata dalla reale e contingente disponibilità dei prodotti a scaffale o al banco gastronomico nei giorni di ispezione, con l'intento di restituire un'istantanea realistica dell'offerta commerciale accessibile al consumatore medio durante la sua routine di spesa.

Il criterio di inclusione primario ha previsto la selezione esclusivamente di formaggi prodotti a partire da latte crudo. Tale scelta metodologica è motivata dalla particolare suscettibilità microbiologica di questa matrice alimentare; l'assenza di un trattamento di pastorizzazione o termizzazione rende il latte crudo e i formaggi derivati potenziali veicoli per la persistenza di microrganismi patogeni. Tra questi, un ruolo cruciale per la salute pubblica è rivestito dagli *Escherichia coli* produttori di tossina Shiga (STEC), oltre ad altri patogeni a trasmissione alimentare quali *Brucella* spp., *Mycobacterium bovis* e *Listeria monocytogenes*.

La natura cruda del latte impiegato per la caseificazione è stata preventivamente accertata mediante l'esame diretto dell'etichettatura originale, dei cartelli di banco o attraverso la consultazione dei Registri degli Ingredienti messi a disposizione nei punti di commercializzazione. Per garantire un'adeguata rappresentatività del mercato e riprodurre le reali abitudini di acquisto del consumatore, il campionamento non è stato circoscritto a un'unica tipologia di prodotto, ma ha coinvolto un'ampia varietà di matrici tecnologiche. Nello specifico,

i 100 campioni si differenziano in primo luogo per la specie di origine del latte, includendo referenze a base di latte vaccino e ovino, così da rispecchiare le differenti filiere produttive locali e nazionali. In secondo luogo, i prodotti si distinguono per le caratteristiche tecnologiche e la consistenza della pasta, comprendendo formaggi a pasta molle, semidura e dura. Quest'ultimo parametro è di notevole importanza poiché i fattori chimico-fisici intrinseci dell'alimento (quali l'attività dell'acqua, il pH, la concentrazione salina e il tempo di stagionatura) esercitano un effetto diretto sulle cinetiche di sopravvivenza o di inattivazione termica dei ceppi STEC eventualmente presenti nella cagliata.

Allo scopo di preservare la coerenza del campione e mantenere il focus sugli obiettivi di ricerca, sono stati applicati criteri di esclusione per tutti i prodotti lattiero-caseari i quali riportavano in etichetta o nella lista degli ingredienti l'impiego di latte pastorizzato o termizzato, così come tutti i formaggi per i quali non è stato possibile risalire con assoluta certezza documentale alla natura termica della materia prima. Sono state inoltre escluse le preparazioni alimentari composte o i formaggi fusi e spalmabili nei quali il formaggio a latte crudo rappresentava un ingrediente minoritario o miscelato ad altre matrici non casearie.

5.1.2 Criteri di inclusione e raccolta dati

I dati desunti dall'ispezione visiva e analitica di ciascuno dei 100 formaggi raccolti sono stati organizzati in modo sistematico all'interno di un database elettronico strutturato mediante il software Microsoft Excel. Tale matrice di raccolta è stata strutturata con l'obiettivo di catalogare i dati in modo uniforme, associando a ogni referenza le variabili fondamentali per le valutazioni finali. I dati sono stati raccolti tra ottobre 2025 e maggio 2026. La fase di raccolta e catalogazione dei dati è stata supportata da una sistematica acquisizione fotografica digitale condotta sul campo. Per ogni singola referenza individuata, si è proceduto alla realizzazione di riproduzioni visive del fronte e del retro del *packaging*, includendo contestualmente la cartellonistica ambientale circostante e i segnaprezzi da banco. La costituzione di questo archivio fotografico ha rivestito un'importanza cruciale per il rigore dello studio, in quanto ha garantito la possibilità di riesaminare le diciture in ambiente controllato durante la fase di compilazione del database. Questo approccio ha assicurato la massima fedeltà nella trascrizione delle informazioni testuali e grafiche, permettendo inoltre un controllo incrociato e una revisione critica retrospettiva in caso di etichette parzialmente coperte, danneggiate o di dubbia interpretazione.

Al fine di garantire la completa tracciabilità delle informazioni, a ciascun campione è stato inizialmente assegnato un identificativo univoco, espresso tramite un codice alfanumerico compreso tra 01-CH e 100-CH. Successivamente è stata catalogata l'origine della materia prima,

parametro essenziale per identificare la specie animale di provenienza, che nel presente studio si riferisce nello specifico alle categorie zootecniche sia bovine che ovine. Un ulteriore dato tecnologico censito riguarda la tipologia di pasta, variabile inserita per differenziare i formaggi in base alla loro consistenza e al grado di umidità, distinguendo tra referenze a pasta molle, semidura o dura. Contestualmente, è stata trascritta la denominazione di vendita, registrando il nome ufficiale del prodotto. Il database include inoltre la registrazione del marchio di identificazione, comunemente noto come bollo CE, acquisendo il codice dello stabilimento di produzione o di confezionamento ai sensi dell'Allegato II, Sezione I, del Regolamento (CE) n. 853/2004; tale informazione si rivela fondamentale per delineare l'origine geografica e la tracciabilità legale dei prodotti analizzati.

Per quanto concerne le dinamiche distributive e di vendita, è stata definita la tipologia del punto di approvvigionamento, classificando il canale commerciale dove è avvenuto l'acquisto tra Grande Distribuzione Organizzata, negozi specializzati o gastronomie, agriturismi o caseifici. Un'apposita variabile è stata dedicata alla modalità di confezionamento, inserita con la voce "confezione", distinguendo i prodotti preimballati all'origine da quelli non preimballati o venduti sfusi al taglio. Un parametro analitico di centrale importanza ha riguardato la verifica della dicitura obbligatoria "latte crudo". Questa sezione del database è stata strutturata per accertare se il produttore abbia ottemperato all'obbligo di legge di comunicare al consumatore la natura non pastorizzata della materia prima. Rimanendo nell'ottica di valutazione dell'efficacia della comunicazione del rischio, è stata mappata l'eventuale presenza di avvertenze sanitarie "YOPI", registrando se l'etichetta contenga frasi limitative dell'uso o pittogrammi volti alla protezione delle fasce di popolazione più esposte alle tossinfezioni alimentari. Inoltre, è stato preso in esame il supporto informativo extra, verificando l'eventuale presenza di cartellonistica di banco, asterischi di allerta o rinvii a strumenti digitali e fisici predisposti dal distributore per integrare le lacune informative del *packaging*. La raccolta dati è stata infine completata da uno spazio testuale riservato alle note, deputato alla registrazione descrittiva di indicazioni specifiche, anomalie grafiche o errori di sovra-etichettatura riscontrati sul campo.

6. RISULTATI

6.1 Analisi delle informazioni

Le informazioni archiviate all'interno del database sono state sottoposte a una sistematica revisione qualitativa e a un processo di classificazione. Per la descrizione delle evidenze rilevate sul campo, si è proceduto alla mappatura descrittiva dell'intero campione (n=100) mediante fogli di calcolo elettronici, assicurando una sintesi accurata dei risultati ottenuti durante la fase sperimentale. Per ciascuna delle variabili indagate, l'elaborazione ha permesso di raggruppare ed evidenziare le singole conformità e non conformità, valutando le diverse tipologie di approccio comunicative adottate dagli Operatori del Settore Alimentare.

Il nucleo centrale della metodologia applicata in questa fase dell'indagine risiede nella distinzione tra i prodotti commercializzati come preimballati e quelli venduti non preimballati, ovvero sfusi o al banco taglio. La natura del confezionamento determina obblighi legislativi specifici e definisce modalità di comunicazione differenti per il consumatore. La valutazione della conformità legale e della trasparenza delle informazioni si è basata sulle disposizioni del Regolamento (UE) n. 1169/2011 e del Regolamento (CE) n. 853/2004, prestando particolare attenzione a come le avvertenze vengano effettivamente comunicate all'acquirente nei vari scenari commerciali.

Relativamente ai prodotti preimballati all'origine e sigillati dal produttore prima dell'immissione in commercio, l'indagine ha previsto un esame visivo diretto di tutte le informazioni riportate sul *packaging*. Particolare attenzione è stata riservata all'accertamento dell'indicazione di legge "fabbricato con latte crudo", valutandone l'effettiva leggibilità e l'impatto visivo per il consumatore. Per questa tipologia di prodotti è emersa una generale correttezza formale: le etichette industriali offrono all'acquirente un quadro informativo completo e a norma di legge, garantendo un'informazione chiara e posizionata nel medesimo campo visivo della denominazione di vendita dell'alimento.

Le maggiori criticità e le carenze informative più significative si riscontrano per le referenze nel comparto dei formaggi venduti sfusi o al taglio, presentati nelle vetrine della gastronomia e sottoposti a frazionamento diretto sul punto di vendita. In tale contesto, la metodologia adottata ha previsto la simulazione di un normale iter d'acquisto per verificare l'adeguatezza degli strumenti informativi alternativi presenti nel punto vendita, articolando l'analisi su due livelli di accessibilità.

Il primo livello ha riguardato l'ispezione visiva della cartellonistica e dei cartellini da banco, al fine di constatare se il segnaprezzo collocato in prossimità del prodotto dichiarasse in modo

esplicito l'utilizzo di latte crudo. Nella maggior parte dei casi esaminati, questa informazione fondamentale per la sicurezza alimentare risulta assente sui supporti visibili al pubblico. Questa dinamica priva il consumatore di un dato essenziale, vincolandolo a richiedere specifiche spiegazioni agli addetti al banco, i quali tuttavia non sempre possiedono un'adeguata e immediata consapevolezza circa la natura termica del latte.

La seconda fase di analisi si è invece concentrata sull'accertamento della reperibilità e della pratica di consultazione del Registro degli Ingredienti, supporto informativo reso obbligatorio dal D.Lgs. 231/2017 per la commercializzazione degli alimenti sfusi, esaminato nella sua moderna declinazione informatizzata, ovvero i totem digitali tipici dei punti vendita della Grande Distribuzione Organizzata. Il test operativo condotto su questi dispositivi ha dimostrato come la complessità dei menù di navigazione e la necessità di richiedere supporto al personale rappresentino evidenti fattori limitanti, rendendo le avvertenze di fatto inaccessibili in modo rapido e indipendente.

Infine, un focus di primaria rilevanza ha riguardato la comunicazione del pericolo microbiologico, verificando la presenza di avvertenze sanitarie rivolte alle fasce di popolazione maggiormente suscettibili (soggetti YOPI). L'obiettivo di tale valutazione è stato verificare se la filiera produttiva e distributiva abbia adottato esplicite avvertenze testuali relative al rischio di esposizione a patogeni come *Escherichia coli* STEC e *Listeria monocytogenes*, o se abbiano integrato pittogrammi internazionali – come il simbolo di divieto per le donne in stato di gravidanza – per comunicare il pericolo sanitario in modo visivamente diretto e indipendente dal testo.

6.1.1 Esempi pratici di etichette e cartelli, con valutazione delle conformità e chiarezza comunicativa

Al fine di consolidare l'approccio metodologico, assicurare la totale tracciabilità dei dati e oggettivare le evidenze riscontrate sul campo, si è proceduto alla sistematica acquisizione fotografica di ciascun campione caseario esaminato. Ciascun prodotto è stato associato a un codice numerico identificativo univoco (ID campione).

Sulla base di tale documentazione, vengono di seguito illustrati e discussi alcuni scenari rappresentativi. L'analisi diretta e visiva di queste casistiche offre una misura tangibile del livello di conformità alle norme vigenti e della reale efficacia comunicativa dei supporti ispezionati.

Il primo scenario valutativo si focalizza sui casi di eccellenza comunicativa. Sebbene un elevato livello di conformità si registri solitamente sul *packaging* delle referenze preimballate

all'origine, per le quali l'indicazione è tassativamente vincolata alla normativa sull'etichettatura industriale, l'esempio in questione si distingue per la sua eccezionalità; un livello di trasparenza ottimale è stato, infatti, rilevato su una referencia preincartata. L'indagine valuta qui la perfetta aderenza ai vincoli di legge, verificando non solo la presenza formale delle diciture obbligatorie – quali la corretta giustapposizione dell'avvertenza “fabbricato con latte crudo” nel medesimo campo visivo della denominazione di vendita – ma anche l'inclusione volontaria di ulteriori elementi grafici, volti a fornire un'allerta visiva istantanea al consumatore. Considerando le attuali dinamiche d'acquisto, in cui il cliente effettua le proprie scelte in tempi ristretti e va incontro a un costante sovraccarico visivo, la presenza di questi ausili supplementari assume un ruolo strategico.

La **Figura 1** illustra l'applicazione pratica di tale procedura su una referencia preimballata all'origine (Campione n. 49). Come visibile nell'immagine – debitamente oscurata per tutelare i dati sensibili del produttore – il materiale fotografico ha permesso di documentare un profilo comunicativo di eccellenza. Accanto alla dicitura obbligatoria, infatti, spicca un'avvertenza sanitaria rivolta ai soggetti vulnerabili (YOPI), fornita sia in forma testuale sull'etichetta termica, sia attraverso un elemento grafico aggiuntivo (bollino dedicato). Questa duplice segnalazione assume un ruolo efficace dal punto di vista dell'elaborazione visiva: il contrasto cromatico generato dal bollino, riesce a catturare l'attenzione dell'acquirente, anticipando di fatto la consultazione testuale.

L'integrazione di questi strumenti informativi si traduce in un presidio fondamentale di profilassi sanitaria; superando il mero adempimento burocratico una simile strategia comunicativa restituisce priorità alla salute pubblica.

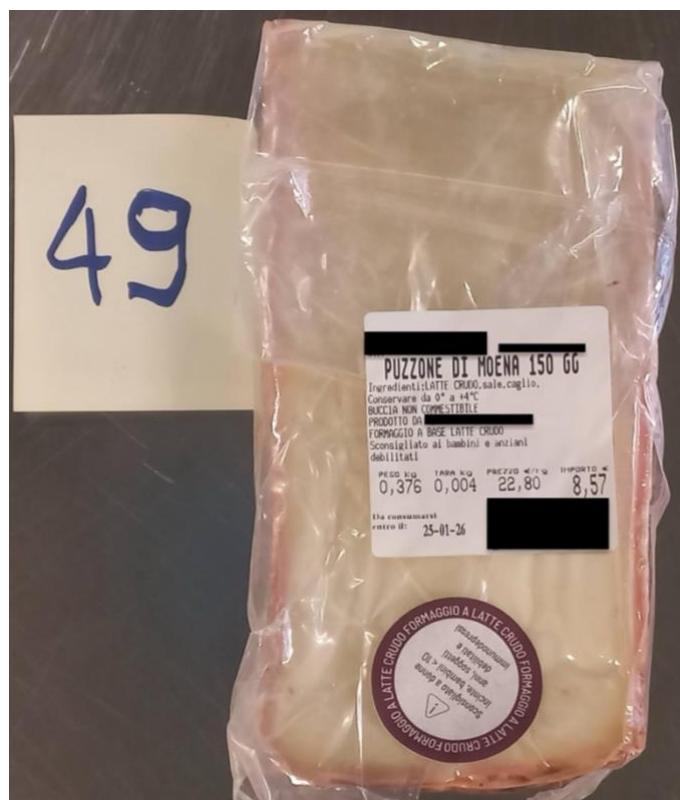


Figura 1: Acquisizione fotografica del Campione n. 49. Esempio di etichettatura conforme ai requisiti normativi, integrata con supporti visivi (bollino precauzionale) per la comunicazione del rischio alle categorie YOPI. (Dati commerciali resi anonimi).

In netta contrapposizione al profilo di eccellenza precedentemente illustrato, i successivi casi studio si focalizzano sulle gravi inadempienze comunicative riscontrate per i prodotti gestiti e porzionati direttamente all'interno del punto vendita. In questa fase distributiva, comprendente sia le referenze preincartate sia la vendita assistita al banco taglio, la ricerca ha fatto emergere le lacune più allarmanti. I dati raccolti certificano, infatti, una netta frattura comunicativa a danno dell'acquirente.

Un esempio di tale criticità è documentato nella **Figura 2** (Campione n. 42), relativo a una porzione di Fontina DOP commercializzata come preincartato all'interno della GDO, formaggio che per vincolo di disciplinare è prodotto rigorosamente a latte crudo. Come emerge chiaramente dall'immagine, l'etichetta termica stampata al banco omette in maniera totale la dicitura di legge "fabbricato con latte crudo". Al suo posto, il sistema ricorre a una formula di delega, rimandando esplicitamente il consumatore alla consultazione di supporti esterni (il "libro ingredienti" o il sito web aziendale) per il reperimento delle caratteristiche compositive.

Questo approccio informativo trova la sua espressione più problematica proprio al banco taglio tradizionale, constesto operativo in cui si concentrano le maggiori sfide in termini di trasparenza rispetto al *packaging* originale. L'osservazione diretta della cartellonistica di reparto, con

particolare riguardo ai segnaprezzo infissi direttamente nel prodotto, documenta frequentemente l'assoluta mancanza di avvertenze sanitarie; l'interazione comunicativa si esaurisce, di fatto, nella sola esposizione della denominazione commerciale e del prezzo al chilogrammo.

In questi scenari, l'attenzione valutativa si sposta sull'idoneità del Registro degli Ingredienti e l'obiettivo diventa, quindi, accertare se l'accessibilità di tale supporto all'interno del locale sia sufficiente a colmare le gravi lacune. Questa prassi operativa, tuttavia, conferma le criticità evidenziate. Per accedere alle caratteristiche compositive, il consumatore deve interfacciarsi con una procedura tutt'altro che immediata: occorre prima farsi indicare dal personale la postazione del Registro e, in seguito, rintracciare il proprio prodotto inserendo il codice articolo o il nome commerciale. Omettendo queste informazioni al primo sguardo del cliente e vincolandole a una consultazione così poco agevole, l'allerta sanitaria perde la sua prontezza, venendo meno al suo scopo protettivo.



Figura 2: Esempio di inosservanza normativa su una referenza preincartata (Campione n. 42). Si noti l'assenza dell'avvertenza sulla natura cruda del latte e il rimando, per le informazioni essenziali, a dispositivi informativi integrativi. (Dati commerciali resi anonimi).

Si è proceduto con la documentazione di referenze che, pur ricadendo nella categoria dei prodotti preincartati per la vendita diretta, adempiono gli obblighi informativi. La **Figura 3**, relativa al campione ID 12, mostra come sia tecnicamente possibile riportare la dicitura “Formaggio a latte crudo” in posizione evidente sul packaging del distributore, rendendo tale informazione

subito accessibile all'acquirente al momento della scelta. Questa evidenza attesta che l'omissione informativa riscontrata in altre referenze della stessa categoria non rappresenti un limite intrinseco alla modalità di vendita, quanto piuttosto una scelta gestionale dell'operatore. Il caso in esame conferma che l'inserimento della dicitura obbligatoria costituisce una prassi realizzabile senza impedimenti di natura strutturale.



Figura 3: Esempio di referenza preincartata (Pannerone di Lodi, Campione ID 12) che presenta una corretta indicazione della natura tecnologica del prodotto sul fronte dell'etichetta "Formaggio a latte crudo". (Dati commerciali resi anonimi).

Per completare l'indagine metodologica, si è reso essenziale attestare anche le situazioni in cui gli operatori non garantiscono gli stessi livelli di trasparenza, ciò risulta evidente nel comparto delle referenze preincartate, caratterizzate da una frequente carenza di avvertenze esplicite. La **Figura 4** illustra un esempio di tale criticità (campione n. 89); sebbene il prodotto sia ottenuto da latte crudo, questa caratteristica tecnologica è ridotta a una nota descrittiva all'interno della lista ingredienti. Il confronto visivo tra la figura 3 e 4 evidenzia come, a parità di modalità di vendita (preincartato), la redazione delle etichette sia affidata a un'ampia discrezionalità interpretativa della norma da parte della distribuzione. Una simile variabilità genera una disomogeneità nella tutela informativa, evidenziando la mancanza di protocolli operativi uniformi in grado di assicurare l'immediata percettibilità delle avvertenze sanitarie al momento dell'acquisto.

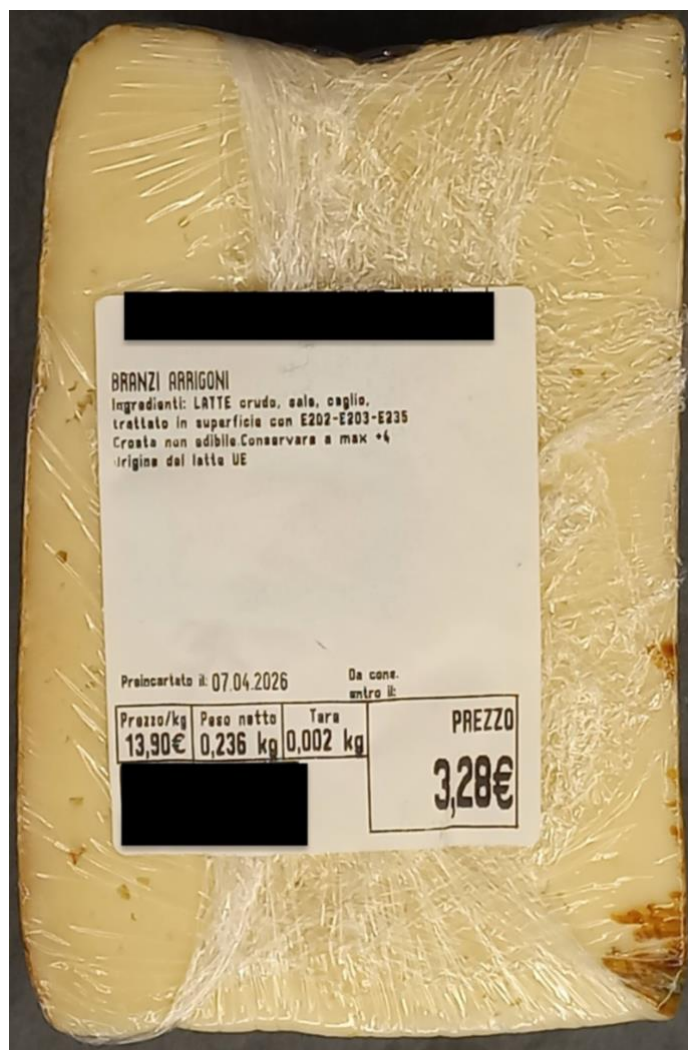


Figura 4: Campione n. 89. esempio di carenza informativa: la dicitura "latte crudo" è inserita nel corpo della lista ingredienti, priva di evidenza grafica o di avvertenze sanitarie. (Dati commerciali resi anonimi).

L'osservazione delle dinamiche commerciali rivela, inoltre, una gestione incoerente delle indicazioni per le categorie vulnerabili nel comparto dei prodotti frazionati al dettaglio.

Da un lato, si è osservato che alcune referenze preincartate (come documentato dal Campione n. 81) differiscono dal modello dell'etichetta semplificata per riprodurre un modello informativo esteso e conforme al Reg. (UE) 1169/2011, assicurando così l'immediata visibilità delle avvertenze sanitarie sul *packaging* (**Figura 5**).

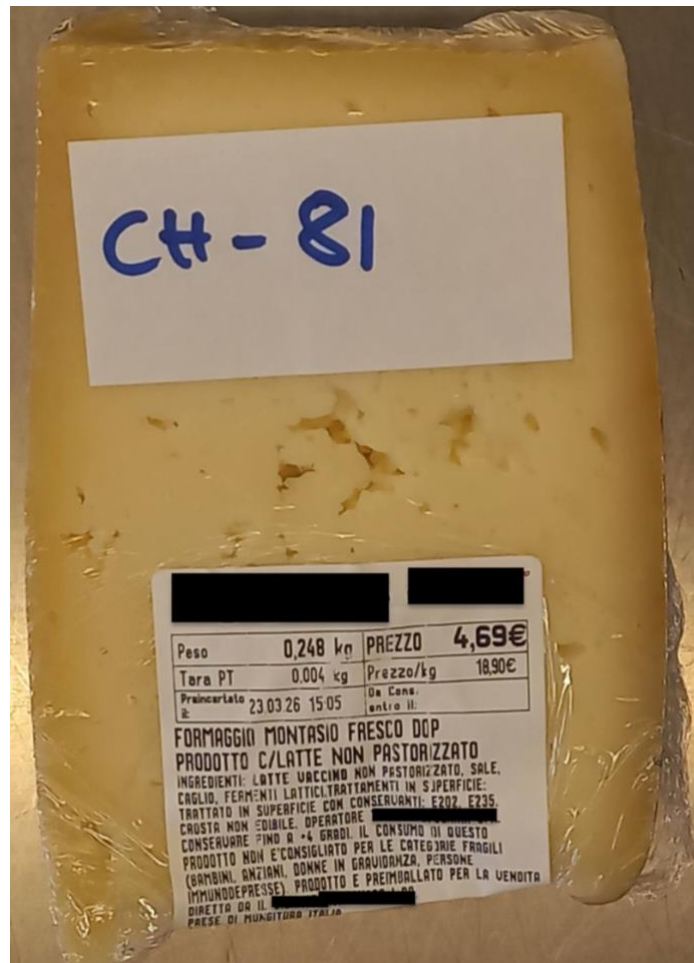


Figura 5: Esempio di referenza preincartata (Campione n. 81) che riproduce in modo esteso i requisiti del Reg. (UE) 1169/2011. (Dati commerciali resi anonimi).

Dall'altro, in numerose realtà della GDO, si nota una dislocazione fisica delle informazioni: l'avvertenza destinata ai soggetti vulnerabili non figura sull'etichetta della singola referenza, ma viene relegata alla sola cartellonistica di reparto (**Figura 6**). Questa situazione compromette di fatto l'immediata percezione del rischio. Il consumatore è costretto a ricostruire l'informazione tecnologica "latte crudo" (riportata sull'etichetta termica o nel Libro degli Ingredienti) all'allerta sanitaria generale presente sul cartello distante.



Figura 6: Esempio di cartellonistica espositiva collocata in prossimità del banco vendita assistita. L'immagine documenta come le avvertenze sanitarie vengano talvolta relegate ai soli supporti ambientali, separando fisicamente l'allerta dal prodotto.

Un ulteriore e rilevante ambito di indagine ha riguardato le criticità indotte dalla sovra-etichettatura (*over-labeling*), una prassi operativa frequentemente adottata per l'immissione sul mercato nazionale dei prodotti lattiero-caseari d'importazione. Simili dinamiche dimostrano come l'azione di soggetti terzi – quali importatori e distributori – possa alterare in modo sostanziale il progetto informativo di partenza, dando origine a disallineamenti informativi a discapito della sicurezza del consumatore e delle fasce di popolazione più esposte. Le **Figure 7 e 8** costituiscono una testimonianza tangibile di tale criticità. Mentre la confezione estera riporta l'indicazione “*Au lait cru*” in posizione frontale e ben visibile, la successiva procedura di ri-etichettatura in lingua italiana neutralizza completamente la valenza di tale avvertenza, vanificando lo sforzo preventivo messo in atto dal produttore originario. L'apposizione di tale supporto adesivo sul retro del prodotto innesca, infatti, due problematiche concomitanti di estrema rilevanza per la tutela del consumatore.

In primo luogo, la sovrapposizione fisica del supporto adesivo determina un occultamento materiale di informazioni sanitarie importanti. Nel caso specifico, l'etichetta tradotta oscura integralmente i pittogrammi precauzionali impressi all'origine nel *packaging* e rivolti alle

categorie YOPI; vengono resi illeggibili i simboli di divieto destinati alle donne in gravidanza e ai bambini (0-5 anni).

In secondo luogo, l'etichetta in italiano confina l'informazione sulla natura cruda del latte al solo elenco degli ingredienti, sminuendo tale indicazione da presidio di sicurezza a banale voce descrittiva.



Figure 7 e 8: Fronte e retro del Campione n. 36 (prodotto d'importazione). L'immagine evidenzia il fenomeno dell'over-labeling; l'etichetta italiana applicata sul retro copre i pittogrammi sanitari preventivi per le categorie YOPI e rilega l'indicazione "latte crudo" alla sola lista degli ingredienti. (Dati commerciali resi anonimi).

6.2 Analisi descrittiva

L'analisi dei dati presentata di seguito si basa sulla valutazione di 100 referenze campionate.

La struttura del database ha permesso una valutazione multilivello, consentendo l'associazione tra i parametri tecnologici e le dinamiche distributive.

Per quanto riguarda l'origine della materia prima, il campione è dominato dai formaggi a latte vaccino (81%), affiancati da una rilevante percentuale di referenze ovine (10%) e caprine (9%).

In merito alla classificazione reologica, la tipologia di pasta prevalente è risultata quella semidura (58%), seguita dai formaggi a pasta molle (30%) e da una quota minore di formaggi molli erborinati (6%). I formaggi a pasta dura rappresentano il 5% del campione, mentre solo un campione è stato classificato come "molle senza crosta".

Dal punto di vista della distribuzione commerciale, più della metà delle referenze è stata acquistata presso la Grande Distribuzione Organizzata (GDO, 53%), mentre il 28% proviene da negozi al dettaglio, il 12% da caseifici, il 5% da mercati e il 2% da agriturismi.

Una sintesi dei principali descrittori e delle frequenze relative all'intero campione d'indagine è riportata nella **Tabella 2**.

Tabella 2. Sintesi delle statistiche descrittive e della composizione del campione (n = 100).

VARIABILE	CATEGORIA	N	%
ORIGINE DEL LATTE	Vacca	81	81.0
	Pecora	10	10.0
	Capra	9	9.0
TIPOLOGIA DI PASTA	Semidura	58	58.0
	Molle	30	30.0
	Altre (molle erborinata, dura, ecc.)	12	12.0
PUNTO VENDITA	GDO	53	53.0
	Negozio	28	28.0
	Caseificio	12	12.0
	Mercato + Agriturismo	7	7.0
TIPO DI CONFEZIONE	Preincarto	71	71.0
	Originale	26	26.0
	Al banco	2	2.0
DICITURA “LATTE CRUDO”	Indicazione corretta	54	54.0
	Assente / Non conforme	45	45.0
AVVERTENZE SANITARIE YOI	Presenti	11	11.0
	Assenti	88	88.0

Il fattore determinante per comprendere l'efficacia della comunicazione del rischio è costituito dalla tipologia di confezionamento. L'elaborazione dei dati ha rilevato che la maggior parte dei prodotti viene commercializzata sotto forma di preincarto (71%). Il 26% del campione

manteneva la confezione originale del produttore, mentre un marginale 2% era destinato alla vendita assistita “al banco”.

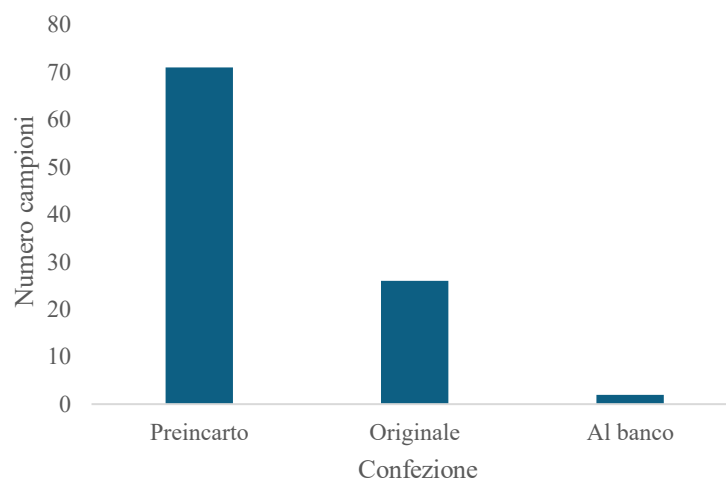


Figura 9: Distribuzione del campione d'indagine in relazione alla tipologia di confezionamento (n=100). Il grafico evidenzia la netta prevalenza dei prodotti commercializzati tramite preincarto rispetto alle referenze mantenute nell'imballaggio originale.

Focalizzando l'attenzione sull'obbligo informativo primario, la variabile relativa alla presenza della dicitura “fabbricato con latte crudo” ha restituito un quadro di profonda disomogeneità: 54 campioni presentavano un'indicazione corretta (54%), mentre 45 risultavano privi di dicitura e non conformi (45%).

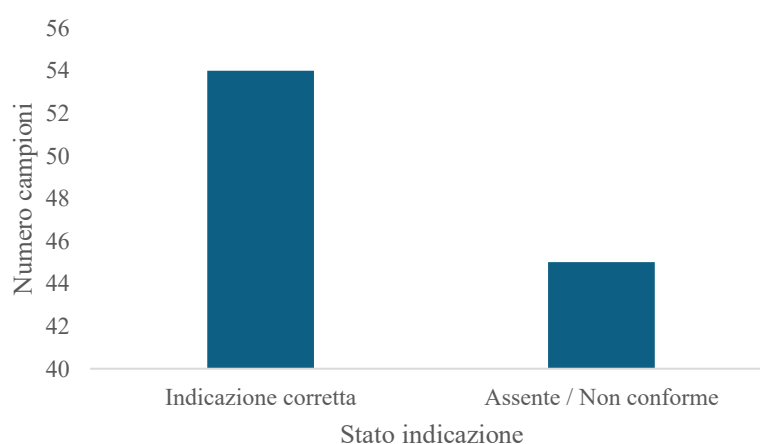


Figura 10: Frequenza di conformità relativa alla presenza dell'indicazione obbligatoria "latte crudo" sui supporti informativi del campione analizzato; l'elaborazione evidenzia la spaccatura tra le referenze conformi alla normativa vigente e l'elevato tasso di omissione dell'avvertenza di legge.

La correlazione statistica tra l'avvertenza in etichetta e il formato di vendita si è rilevata determinante per rintracciare la radice di tale criticità. Il test del chi-quadrato di Pearson ha

evidenziato un'associazione altamente significativa ($\chi^2 = 30.60$, gradi di libertà $df = 2$, $p = 2.26 \times 10^{-7}$). Applicando il test esatto di Fisher, è emerso che le confezioni originali garantiscono una conformità assoluta (zero errori rilevati, $p = 3,96 \times 10^{-9}$). Al contrario, i prodotti preincartati mostrano una probabilità drasticamente inferiore di riportare la dicitura corretta rispetto al resto del campione ($OR = 0.05$, $p = 8,96 \times 10^{-7}$).

A fronte della diffusa omissione dell'indicazione "latte crudo" sulle referenze preincartate, l'attività di indagine ha inteso accertare l'efficacia dei supporti informativi integrativi. I risultati ottenuti dimostrano come, nella maggior parte delle ispezioni, il ricorso al "Libro degli Ingredienti" risulti sistematicamente insufficiente a garantire la corretta comunicazione del rischio. L'analisi qualitativa delle schede di campionamento attesta come, in diversi casi (es. ID 39, 40, 58), l'etichettatura applicata al punto di vendita omettesse l'avvertenza di legge, sostituendola con un generico rinvio alle informazioni complementari (es. "l'elenco degli ingredienti è disponibile solo nel libro degli ingredienti").

L'elaborazione statistica ha permesso di valutare l'incidenza delle non-conformità anche in relazione al punto vendita ($\chi^2 = 15.62$, $df = 4$, $p = 0.0036$). Attraverso un confronto aggregato (GDO contro altri canali), il test esatto di Fisher ha dimostrato che i prodotti distribuiti nella GDO possiedono una probabilità significativamente maggiore di presentare un'etichetta a norma ($OR = 3.63$, $p = 0.0025$). Nello specifico, il 69.2% dei campioni GDO risulta conforme, a fronte del 39.3% rilevato nei negozi specializzati.

Oltre all'indicazione obbligatoria, lo studio ha valutato la presenza di avvertenze sanitarie volontarie rivolte ai soggetti YOPI. L'indagine statistica rivela che l'assenza di comunicazioni rivolte ai soggetti vulnerabili caratterizza ben l'88% del campione, mentre solo l'11% ne è provvisto (es. Campione n. 55). L'analisi incrociata ha fatto emergere un'associazione statisticamente significativa ($p < 0.001$) tra la presenza della dicitura "latte crudo" e l'inclusione delle avvertenze YOPI.

Una criticità qualitativa di rilevante importanza, non evincibile dai soli dati aggregati ma emersa chiaramente durante i rilievi fotografici, riguarda il fenomeno della sovra-etichettatura applicata alle referenze casearie d'importazione (es. formaggi francesi a latte crudo). Il confronto tra le note descrittive rivela un'incoerenza dei contenuti informativi causata da una gestione logistica inadeguata delle etichette da parte degli operatori nazionali.

Particolarmente significativo è il Campione n. 34, dove la sovrapposizione dell'etichetta adesiva in lingua italiana ha comportato la copertura integrale sia del marchio di identificazione d'origine che dei pittogrammi di avvertenza di sicurezza per i bambini e le donne in gravidanza. Questa prassi trova riscontro in altri campioni (es. ID 17, 18, 23), in cui la rietichettatura omette la

traduzione del termine originale “*au lait cru*”. A conclusione dell’esame dei risultati, la **Tabella 3** propone una sintesi schematica dei test statistici condotti per valutare le associazioni tra le variabili di confezionamento, i canali distributivi e il livello di conformità informativa.

Tabella 3. Sintesi delle analisi statistiche di associazione.

CONFRONTO	TEST	STATISTICA / OR	p-value	INTERPRETAZIONE STATISTICA
DICITURA x TIPO CONFEZIONE	Chi-quadrato	$\chi^2 = 30.60$	$p < 0.001$	Forte associazione tra correttezza dell'indicazione e modalità di imballaggio.
ORIGINALE vs ALTRI	Fisher exact	$OR = \infty$	$p < 0.001$	Conformità assoluta riscontrata nelle confezioni originali.
PREINCARTO vs ALTRI	Fisher exact	$OR = 0.05$	$p < 0.001$	I preincarti presentano una probabilità significativamente ridotta di riportare la dicitura corretta.
DICITURA x PUNTO VENDITA	Chi-quadrato	$\chi^2 = 15.62$	$p = 0.0036$	Distribuzione disomogenea della conformità tra i diversi canali distributivi.
GDO vs ALTRI CANALI	Fisher exact	$OR = 3.63$	$p = 0.0025$	La GDO mostra una quota significativamente superiore di etichette a norma.
DICITURA x AVVERTENZE	Chi-quadrato / Fisher	-	$p < 0.001$	Le avvertenze YOPI sono statisticamente più frequenti ove la dicitura "latte crudo" è già esplicitata.

7. DISCUSSIONE

L'obiettivo primario dell'analisi dei dati di questo studio è quantificare e qualificare il reale livello di conformità degli Operatori del Settore Alimentare (OSA) alle disposizioni normative in materia di etichettatura e comunicazione del rischio, con particolare riferimento ai Regolamenti (CE) n. 853/2004 e (UE) n. 1169/2011, valutando al contempo l'efficacia comunicativa delle avvertenze sanitarie destinate al consumatore finale negli ambienti di vendita al dettaglio.

Partendo da queste premesse, il presente capitolo interpreta i risultati ottenuti confrontandoli con gli studi precedenti, indaga le possibili cause delle inosservanze e suggerisce ulteriori linee di ricerca per implementare la sicurezza della filiera.

L'impostazione del database ha reso possibile un'analisi stratificata di 100 referenze, incrociando i parametri tecnologici con le dinamiche distributive. Ha permesso di evidenziare come la maggior parte dei prodotti sia commercializzata sotto forma di preincarto (71%) e che solo il 28% non è soggetto a operazioni di riconfezionamento, dimostrando inoltre come in quasi la metà delle referenze (45%) l'indicazione obbligatoria "latte crudo" sia del tutto omessa o non a norma.

Per comprendere realmente la rilevanza dei risultati ottenuti, è importante contestualizzarli nel quadro clinico ed epidemiologico dei patogeni di origine alimentare.

Il processo di caseificazione a latte crudo, sebbene essenziale per preservare il corredo enzimatico originario e le peculiarità organolettiche della matrice, espone l'alimento a rischi sanitari di grave entità. Tali criticità si amplificano in modo esponenziale quando vengono presi in esame i formaggi a pasta molle e semidura. Come ampiamente discusso nei capitoli precedenti, queste specifiche matrici sono caratterizzate da parametri chimico-fisici intrinseci, quali un'elevata attività dell'acqua (a_w) e valori di pH scarsamente acidi, incapaci di contrastare la moltiplicazione batterica, rendendole veri e propri substrati d'elezione. In questo microambiente, eventuali contaminazioni permettono la sopravvivenza e la rapida moltiplicazione di patogeni a trasmissione alimentare, in particolar modo si fa riferimento a *Escherichia coli* Shiga-tossigeni (STEC), *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. e patogeni intracellulari come *Brucella* spp. e *Mycobacterium bovis*.

L'analisi dei dati dell'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) e dell'ECDC del 2025 riportano un incremento significativo del 12,9% delle infezioni da STEC nel 2024 rispetto al 2023 a livello europeo, individuando proprio i prodotti lattiero-caseari come principali vettori (EFSA and ECDC, 2025). La severità del rischio associato agli STEC è dettata dalla loro bassissima dose infettante, inferiore a 100 UFC; nei pazienti in età pediatrica questo aspetto

risulta particolarmente critico poiché l'infezione può sfociare nella Sindrome Emolitico-Uremica (SEU), riconosciuta come la principale causa di insufficienza renale acuta nei bambini (Efsa Biohaz Panel et al., 2020).

In risposta a tali criticità sanitarie, studi precedenti come quello condotto da Fagnani et al. (2021), confermano come l'educazione del consumatore e un'etichettatura chiara possano fungere da strumento principale nella prevenzione da malattie a trasmissione alimentare, in particolar modo nei confronti delle categorie vulnerabili. Tuttavia, le evidenze del presente studio delineano uno scenario nettamente opposto: l'88% dei prodotti campionati si è rivelato totalmente privo di avvertenze sanitarie specifiche per i soggetti YOPI (*Young, Old, Pregnant, Immunocompromised*).

Questa carenza informativa grave assume dimensioni ancora più critiche se analizzata alla luce dei requisiti di autocontrollo previsti dal Pacchetto Igiene (Regolamenti CE n. 852/2004 e n. 853/2004). Nei processi a latte crudo, l'impossibilità di garantire una totale mitigazione del rischio microbiologico tramite l'identificazione di Punti Critici di Controllo (CCP), rende l'etichettatura informativa un requisito minimo di sicurezza a tutela della salute pubblica. L'adozione di diciture precauzionali esplicite per i soggetti YOPI non costituisce pertanto un mero consiglio al consumatore, ma una misura compensativa necessaria ai fini della corretta applicazione delle Buone Prassi Igieniche (GHP) (Ministero della Salute, 2025).

I risultati confermano inoltre quanto le dinamiche distributive incidano sulla tutela finale del consumatore. Nel pieno rispetto del principio di lealtà dell'informazione sancito dal Regolamento (UE) n. 1169/2011, il consumatore non deve essere tratto in inganno sulla natura dell'alimento. Il quadro dei dati configura a tal proposito l'immagine di un vero e proprio paradosso logistico e informativo. Da un lato, l'intero comparto dei prodotti in confezione originale si è distinto per una totale conformità (100%), certificando come l'industria casearia ottemperi rigorosamente agli obblighi normativi alla fonte. Dall'altro lato, la prospettiva si inverte drasticamente nel momento in cui l'indagine si concentra sui formaggi commercializzati al dettaglio tramite preincarto. L'analisi statistica, infatti, dimostra che la probabilità di reperire un'indicazione corretta sui prodotti preincartati è significativamente bassa ($OR = 0.05$, $p = 8,96 \times 10^{-7}$). Questo aspetto conferma che l'interruzione della catena informativa avviene nell'ultima fase logistica, rappresentata dalla grande distribuzione e vendita al dettaglio.

L'elevata frequenza di non conformità rende necessario ipotizzare quali siano le cause organizzative alla base di queste mancanze durante la distribuzione.

Una prima spiegazione è riconducibile ai limiti tecnologici e alla progettazione dei *software* di prezzatura; il netto divario tra la totale conformità del *packaging* originale e i prodotti

preincartati (conformi solo nel 39,3% dei casi), conferma l'esistenza di una criticità sistemica. Le anomalie riscontrate derivano spesso da un'inadeguata integrazione tra i gestionali di pesatura e il database centrale; questo comporta l'omissione delle avvertenze sanitarie nei tracciati di stampa o, in alternativa, la loro omologazione all'interno dell'elenco ingredienti, a discapito della necessaria specificità informativa. In entrambi i casi, la dicitura "fabbricato con latte crudo" perde la sua valenza di avviso sanitario, venendo privata del risalto grafico richiesto dal Reg. (UE) n. 1169/2011 per la corretta informazione del consumatore.

Un secondo fattore critico è rappresentato dalla cosiddetta "delega informativa", utilizzata come vera e propria strategia di ottimizzazione. A fronte della diffusa omissione dell'indicazione "latte crudo" sulle referenze preincartate, l'attività di indagine ha inteso accertare l'efficacia dei supporti informativi integrativi. I risultati ottenuti dimostrano come, nella maggior parte delle ispezioni, il ricorso al Libro degli Ingredienti risulti sistematicamente insufficiente a garantire la corretta comunicazione del rischio. L'analisi qualitativa delle schede di campionamento attesta come, in diversi casi (es. ID 39, 40, 58), l'etichettatura applicata al punto di vendita omettesse l'avvertenza di legge, sostituendola con un generico rinvio alle informazioni complementari (es. "l'elenco degli ingredienti è disponibile solo nel Libro degli Ingredienti"). È plausibile che questa prassi venga attuata dagli operatori del banco per velocizzare le operazioni di confezionamento e contenere i costi associati al formato delle etichette. Questa metodologia operativa, tuttavia, sposta l'intera responsabilità della sicurezza dal venditore al consumatore; imporre al cliente la consultazione autonoma di supporti esterni, rende inefficace l'immediatezza dell'allerta e preclude all'acquirente la consapevolezza del rischio microbiologico associato alla presenza di patogeni come gli STEC.

Viste le difficoltà dell'acquirente dimostrate nel presente studio in merito all'effettiva accessibilità e fruibilità del Libro degli Ingredienti presso i punti vendita, il ricorso a rinvii informativi esterni si configura come una strategia di comunicazione del rischio del tutto inefficace e potenzialmente pericolosa. Si ritiene, pertanto, indispensabile che le avvertenze sanitarie perdano l'attuale natura di informazione accessoria per essere riportate sempre chiaramente e direttamente sulle etichette dei prodotti, a prescindere dalla loro modalità di commercializzazione (sia per i preconfezionati d'origine che per i preincartati al banco gastronomia). A tale scopo, il modello di comunicazione del rischio dovrebbe allinearsi all'approccio precauzionale imposto dal Regolamento (UE) n. 1169/2011 per la gestione degli allergeni. L'elevato profilo di rischio clinico associato agli STEC per i soggetti fragili impone, analogamente al pericolo allergenico, la necessità di un'avvertenza diretta, garantita in ciascuna fase di vendita.

In aggiunta, al fine di migliorare ulteriormente la comunicazione, potrebbe essere utile l'introduzione di pittogrammi grafici standardizzati per legge: assicurerebbe un impatto visivo immediato superando le barriere linguistiche, ed eviterebbe errori o dimenticanze da parte del personale, garantendo una sicurezza costante. In questo contesto, è fondamentale richiamare all'art. 14, par. 5, del Regolamento (CE) n. 178/2002, che subordina la definizione di alimento sicuro all'adeguatezza delle informazioni fornite al consumatore. Ne deriva che la mancata esposizione della dicitura "fabbricato con latte crudo", non rappresenta una semplice omissione burocratica. Al contrario, privando l'acquirente di un'informazione essenziale per il consumo, si rende un prodotto microbiologicamente sensibile a tutti gli effetti non sicuro.

Un altro punto da considerare è la grande disomogeneità tra i canali distributivi. I dati confermano che i prodotti immessi nel circuito della GDO hanno una probabilità superiore di presentare un'etichetta a norma rispetto agli altri circuiti commerciali (OR = 3.63, p = 0.0025). Ciò può essere spiegato ipotizzando che i grandi circuiti siano supportati dalla supervisione di uffici di Qualità, in grado di stabilire i protocolli di sicurezza sull'intera rete aziendale. Al contrario, nei mercati agricoli si è rilevata una totale assenza di conformità (0%). Tale dato può essere interpretato tenendo conto della forte idealizzazione che circonda le produzioni a filiera corta: sia il venditore che il consumatore tendono ad attribuire al prodotto artigianale una falsa percezione di totale salubrità. Attualmente, la dicitura "latte crudo" non viene recepita come un avviso di sicurezza, bensì come un sinonimo di qualità artigianale; sebbene la valenza culturale di queste produzioni sia indiscutibile, la priorità della sicurezza alimentare risiede nella valutazione dell'impatto clinico a livello di popolazione. A tal proposito, le Linee Guida del Ministero della Salute richiamano la necessità di adottare un approccio rigoroso per i prodotti non sottoposti a trattamenti termici preventivi, rendendo vincolante l'adozione dell'indicazione: *«Il consumo di questo prodotto non è consigliato per le categorie fragili (bambini, anziani, donne in gravidanza, persone immunodepresse)»*. Un simile obbligo informativo deve applicarsi in modo uniforme, estendendosi dai prodotti preimballati fino alla vendita al dettaglio di alimenti sfusi.

Un ultimo elemento critico è rappresentato dal fenomeno dell'*over-labeling* (sovra-etichettatura) riscontrato sui prodotti d'importazione. Spesso le etichette apposte per la traduzione vengono posizionate in modo da coprire fisicamente i pittogrammi sanitari del Paese d'origine (come le avvertenze per le donne in stato di gravidanza). Questa problematica deriva da processi di etichettatura automatizzata gestiti da centri logistici di smistamento i quali applicano le traduzioni in modo standardizzato, senza alcuna valutazione preventiva della grafica già presente. Il risultato pratico è un vero e proprio paradosso: pur di rispettare l'obbligo formale

della traduzione si finisce per oscurare l'allerta sanitaria, mettendo in secondo piano la sicurezza del consumatore.

Come sottolineato dalle dinamiche del controllo ufficiale, per assicurare la correttezza degli elementi presenti in etichetta, è necessaria la partecipazione e il confronto tra differenti figure tecniche e sanitarie. Le debolezze del sistema informativo evidenziate in questo lavoro aprono a nuove prospettive di ricerca, necessarie per supportare future realizzazioni normative e operative. Al fine di consolidare l'analisi effettuata e tradurre le criticità rilevate in soluzioni concrete, si propongono specifiche misure di mitigazione finalizzate a migliorare l'efficacia della comunicazione del rischio.

In un primo ambito di approfondimento, risulta sostanziale valutare il reale impatto dell'omissione della dicitura "fabbricato con latte crudo" durante l'acquisto. Nello specifico, l'attenzione dovrebbe concentrarsi sulla reale disposizione dei genitori di soggetti YOPI a utilizzare i totem informativi presenti nel punto vendita; l'ipotesi è che la consultazione spontanea di tali mezzi risulti effettivamente pari a zero, confermandone in modo chiaro l'assoluta inadeguatezza come misura di prevenzione sanitaria.

Spostando l'interesse sul piano tecnico-strutturale, occorre focalizzarsi sull'audit tecnologico e sulla validazione dei *software* di prezzatura utilizzati nella GDO. Considerando che il re-imballaggio rappresenta la principale criticità del sistema ($OR = 0.05$ per la presenza della dicitura corretta), risulta necessario stabilire un intervento diretto sulle architetture informatiche. L'obiettivo è sviluppare e validare un aggiornamento di sistema che renda la variabile "fabbricato con latte crudo" un parametro vincolante e non editabile, associato in modo univoco al codice PLU (*Price Look-Up*, il numero identificativo associato al prodotto nelle bilance). Questa validazione permetterebbe alle bilance di generare automaticamente sia la dicitura di legge che i pittogrammi sanitari a tutela dei soggetti YOPI.

Infine, per avere un quadro completo, le future analisi del rischio dovrebbero espandersi oltre i siti produttivi per concentrarsi sul banco taglio; solo ponendo in stretta relazione le criticità igieniche di questa fase con le omissioni informative emerse dallo studio, sarà possibile quantificare il reale livello di rischio a carico del consumatore finale.

8. CONCLUSIONE

La ricerca condotta in questo studio, basata su un'analisi di 100 referenze, ha documentato come l'attuale sistema di etichettatura e informazione sui formaggi a latte crudo presenti delle gravi carenze strutturali, in particolar modo durante le operazioni di porzionamento al banco taglio. Le dinamiche della vendita assistita e i processi di re-imballaggio causano una rigida interruzione del flusso informativo; la rimozione del *packaging* originale determina la perdita delle diciture precauzionali essenziali per la salvaguardia delle categorie a rischio. Come evidenziato dalle attuali prospettive sul controllo ufficiale, l'attività di verifica e l'adozione di nuove procedure operative non devono assumere un carattere meramente punitivo. Piuttosto, è essenziale che si configurino come strumenti proattivi di affiancamento agli Operatori del Settore Alimentare, con l'obiettivo primario di consolidare una reale consapevolezza del rischio igienico-sanitario. I dati emersi confermano infatti che la frequente inosservanza delle disposizioni comunitarie, come l'assenza delle diciture precauzionali, non deriva da una violazione intenzionale della normativa. Rappresenta, invece, la diretta conseguenza di difetti tecnologici e ostacoli operativi nella gestione del sistema di etichettatura, in particolare quando sussiste una delega all'addetto al banco. In quest'ottica, risulta fondamentale consolidare un approccio rigorosamente preventivo. Più che limitarsi a intercettare a posteriori le mancanze normative tramite procedure dirette, emerge la necessità di agire sulla struttura stessa dei sistemi di vendita. L'adozione di un aggiornamento tecnologico dei *software* di pesatura si propone come un possibile intervento risolutivo. Rendere la dicitura ineliminabile tramite l'associazione automatica al codice del prodotto offrirebbe un importante supporto operativo al personale addetto. Garantire alla GDO l'uso di strumenti informatici strutturalmente sicuri rappresenta la chiave per applicare misure proporzionate al rischio, prevenendo all'origine l'immissione sul mercato di alimenti non conformi e potenzialmente critici per il consumatore. Infine, è importante analizzare l'importante aspetto etico legato a queste mancanze; per i soggetti YOPI, la presenza dell'avvertenza precauzionale costituisce il presidio fondamentale per prevenire patologie a trasmissione alimentare. Affidare la ricerca di queste avvertenze alla sola iniziativa del cliente rende inutile il principio di precauzione e contraddice l'obiettivo del Regolamento (UE) n. 1169/2011.

La risoluzione di queste criticità, validata dai futuri sviluppi della ricerca, consentirà di elevare l'etichettatura da un formale adempimento documentale a uno strumento proattivo di prevenzione sanitaria. Questo cambio di prospettiva garantirà il diritto a una scelta di acquisto consapevole, assicurando allo stesso tempo una tutela per le fasce di popolazione maggiormente esposte al rischio.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

1. Andino, A., & Hanning, I. (2015). Salmonella enterica: Survival, Colonization, and Virulence Differences among Serovars. *The Scientific World Journal*, 2015(1), 520179. <https://doi.org/10.1155/2015/520179>
2. Arias-Roth, E., Bachmann, H.-P., Frölich-Wyder, M.-T., Schmidt, R.-S., Wechsler, D., Beuvier, E., Buchin, S., & Delbès, C. (2022). Raw milk cheeses. In McSweeney, P. L. H. ; McNamara, & J. P (A c. Di), *Encyclopedia of Dairy Sciences* (3. Ed.) (pp. 299–308). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00248-8>
3. Benítez-Serrano, J. C., Palomares-Resendiz, G., Díaz-Aparicio, E., Hernández-Castro, R., Martínez-Pérez, L., Suárez-Güemes, F., & Arellano-Reynoso, B. (2022). Survival of Brucella abortus RB51 and S19 Vaccine Strains in Fresh and Ripened Cheeses. *Foodborne Pathogens and Disease*, 19(8), 535–542. <https://doi.org/10.1089/fpd.2022.0001>
4. Bolaños, C. A. D., Paula, C. L. de, Guerra, S. T., Franco, M. M. J., & Ribeiro, M. G. (2017). Diagnosis of mycobacteria in bovine milk: An overview. *Revista Do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 59, e40. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1678-9946201759040>
5. Buchanan, R. L., Gorris, L. G. M., Hayman, M. M., Jackson, T. C., & Whiting, R. C. (2017). A review of *Listeria monocytogenes*: An update on outbreaks, virulence, dose-response, ecology, and risk assessments. *Food Control*, 75, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.12.016>
6. Bucur, F. I., Grigore-Gurgu, L., Crauwels, P., Riedel, C. U., & Nicolau, A. I. (2018). Resistance of Listeria monocytogenes to Stress Conditions Encountered in Food and Food Processing Environments. *Frontiers in Microbiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02700>

7. Byndloss, M. X., & Tsolis, R. M. (2016). *Brucella* spp. Virulence Factors and Immunity. *Annual Review of Animal Biosciences*, 4(Volume 4, 2016), 111–127.
<https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021815-111326>
8. Cezar, R. D. S., Lucena-Silva, N., Borges, J. M., Santana, V. L. A., & Junior, J. W. P. (2016). Detection of *Mycobacterium bovis* in artisanal cheese in the state of Pernambuco, Brazil. *The International Journal of Mycobacteriology*, 5(3), 269.
<https://doi.org/10.1016/j.ijmyco.2016.04.007>
9. Chase-Topping, M., Gally, D., Low, C., Matthews, L., & Woolhouse, M. (2008). Super-shedding and the link between human infection and livestock carriage of *Escherichia coli* O157. *Nature Reviews Microbiology*, 6(12), 904–912.
<https://doi.org/10.1038/nrmicro2029>
10. Cheftel, J. C. (2005). Food and nutrition labelling in the European Union. *Food Chemistry*, 93(3), 531–550. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.11.041>
11. Cheng, K., Chui, H., Domish, L., Sloan, A., Hernandez, D., McCorrister, S., Robinson, A., Walker, M., Peterson, L. A. M., Majcher, M., Ratnam, S., Haldane, D. J. M., Bekal, S., Wylie, J., Chui, L., Tyler, S., Xu, B., Reimer, A., Nadon, C., ... Wang, G. (2016). Phenotypic H-Antigen Typing by Mass Spectrometry Combined with Genetic Typing of H Antigens, O Antigens, and Toxins by Whole-Genome Sequencing Enhances Identification of *Escherichia coli* Isolates. *Journal of Clinical Microbiology*, 54(8), 2162–2168. <https://doi.org/10.1128/jcm.00422-16>
12. Cocolin, L., Gobbetti, M., & Neviani, E. (2022). *Microbiologia alimentare applicata*. CEA.
13. Colagiorgi, A., Bruini, I., Ciccio, P. A. D., Zanardi, E., Ghidini, S., & Ianieri, A. (2017). *Listeria monocytogenes* Biofilms in the Wonderland of Food Industry. *Pathogens*, 6(3).
<https://doi.org/10.3390/pathogens6030041>

14. Collins, Y. F., McSweeney, P. L. H., & Wilkinson, M. G. (2003). Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: A review of current knowledge. *International Dairy Journal*, 13(11), 841–866. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00109-2](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00109-2)
15. Cook, S., Gray, R., & Copeland, K. (2024). Effective methods for engaging with YOPI (Young, Old, Pregnant, Immunocompromised) on food safety matters. *Proceedings of the Nutrition Society*, 83(OCE1), E127. <https://doi.org/10.1017/S0029665124001459>
16. Croxen, M. A., Law, R. J., Scholz, R., Keeney, K. M., Wlodarska, M., & Finlay, B. B. (2013). Recent Advances in Understanding Enteric Pathogenic Escherichia coli. *Clinical Microbiology Reviews*, 26(4), 822–880. <https://doi.org/10.1128/cmr.00022-13>
17. Dadar, M., Fakhri, Y., Shahali, Y., & Mousavi Khaneghah, A. (2020). Contamination of milk and dairy products by *Brucella* species: A global systematic review and meta-analysis. *Food Research International*, 128, 108775. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108775>
18. Denamur, E., Clermont, O., Bonacorsi, S., & Gordon, D. (2021). The population genetics of pathogenic Escherichia coli. *Nature Reviews Microbiology*, 19(1), 37–54. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-0416-x>
19. Efsa Biohaz Panel, Koutsoumanis, K., Allende, A., Alvarez-Ordóñez, A., Bover-Cid, S., Chemaly, M., Davies, R., De Cesare, A., Herman, L., Hilbert, F., Lindqvist, R., Nauta, M., Peixe, L., Ru, G., Simmons, M., Skandamis, P., Suffredini, E., Jenkins, C., Monteiro Pires, S., ... Bolton, D. (2020). Pathogenicity assessment of Shiga toxin-producing Escherichia coli (STEC) and the public health risk posed by contamination of food with STEC. *EFSA Journal*, 18(1), e05967. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.5967>
20. Eng, S.-K., Pusparajah, P., Ab Mutalib, N.-S., Ser, H.-L., Chan, K.-G., & Lee, L.-H. (2015). Salmonella: A review on pathogenesis, epidemiology and antibiotic resistance. *Frontiers in Life Science*, 8(3), 284–293. <https://doi.org/10.1080/21553769.2015.1051243>

21. EpiCentro. (s.d.). *Dati del Registro Italiano Sindrome Emolitico Uremica (ISSEU)*. Recuperato 26 febbraio 2026, da <https://www.epicentro.iss.it/seu/epidemiologia-italia>
22. European Food Safety Authority (EFSA), European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). (2025). The European Union One Health 2024 Zoonoses Report. *EFSA Journal*, 23(12), e9759. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2025.9759>
23. EUROPEE, C. D. C. (2000). Libro bianco sulla sicurezza alimentare. *Bruxelles, COM (99)*, 719.
24. Fagnani, R., Nero, L. A., & Rosolem, C. P. (2021). Why knowledge is the best way to reduce the risks associated with raw milk and raw milk products. *Journal of Dairy Research*, 88(2), 238–243. <https://doi.org/10.1017/S002202992100039X>
25. Farfan, M. J., & Torres, A. G. (2012). Molecular Mechanisms That Mediate Colonization of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* Strains. *Infection and Immunity*, 80(3), 903–913. <https://doi.org/10.1128/iai.05907-11>
26. Farrokh, C., Jordan, K., Auvray, F., Glass, K., Oppegaard, H., Raynaud, S., Thevenot, D., Condron, R., De Reu, K., Govaris, A., Heggum, K., Heyndrickx, M., Hummerjohann, J., Lindsay, D., Miszczycha, S., Moussiegt, S., Verstraete, K., & Cerf, O. (2013). Review of Shiga-toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) and their significance in dairy production. *International Journal of Food Microbiology*, 162(2), 190–212. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.08.008>
27. Fazion, C. (2025, aprile 22). *Latte crudo: Servono etichette chiare*. Fondazione Umberto Veronesi. <https://www.fondazioneveronesi.it/magazine/alimentazione/latte-crudo-servono-etichette-chiare>
28. Figueiredo, P. de, Ficht, T. A., Rice-Ficht, A., Rossetti, C. A., & Adams, L. G. (2015). Pathogenesis and Immunobiology of Brucellosis: Review of Brucella–Host Interactions. *The American Journal of Pathology*, 185(6), 1505–1517. <https://doi.org/10.1016/j.ajpath.2015.03.003>

29. Focolaio/focolai infettivi di *E. coli* produttore della tossina Shiga | EFSA. (2025, dicembre 9). <https://www.efsa.europa.eu/it/topics/topic/shiga-toxin-producing-e-coli-outbreaks>
30. Forgrave, R., Donaghy, J. A., Fisher, A., & Rowe, M. T. (2016). Survival kinetics of *Mycobacterium bovis* during manufacture and ripening of raw milk Cheddar and Caerphilly cheese produced on a laboratory-scale. *Journal of Applied Microbiology*, 121(5), 1457–1468. <https://doi.org/10.1111/jam.13278>
31. Franc, K. A., Krecek, R. C., Häslér, B. N., & Arenas-Gamboa, A. M. (2018). Brucellosis remains a neglected disease in the developing world: A call for interdisciplinary action. *BMC Public Health*, 18(1), 125. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-5016-y>
32. Fratamico, P. M., DebRoy, C., Liu, Y., Needleman, D. S., Baranzoni, G. M., & Feng, P. (2016). Advances in Molecular Serotyping and Subtyping of *Escherichia coli*†. *Frontiers in Microbiology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00644>
33. Gomes, T. A. T., Elias, W. P., Scaletsky, I. C. A., Guth, B. E. C., Rodrigues, J. F., Piazza, R. M. F., Ferreira, L. C. S., & Martinez, M. B. (2016). Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47, 3–30. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.10.015>
34. Grappin, R., & Beuvier, E. (1997). Possible implications of milk pasteurization on the manufacture and sensory quality of ripened cheese. *International Dairy Journal*, 7(12), 751–761. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(98\)00006-5](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(98)00006-5)
35. Grunert, K. G. (2005). Food quality and safety: Consumer perception and demand. *European Review of Agricultural Economics*, 32(3), 369–391. <https://doi.org/10.1093/eurrag/jbi011>
36. Hantsis-Zacharov, E., & Halpern, M. (2007). Culturable Psychrotrophic Bacterial Communities in Raw Milk and Their Proteolytic and Lipolytic Traits. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(22), 7162–7168. <https://doi.org/10.1128/AEM.00866-07>

37. Hunt, J. M. (2010). Shiga Toxin–Producing *Escherichia coli* (STEC). *Clinics in Laboratory Medicine*, 30(1), 21–45. <https://doi.org/10.1016/j.cll.2009.11.001>
38. Kaper, J. B., Nataro, J. P., & Mobley, H. L. T. (2004). Pathogenic *Escherichia coli*. *Nature Reviews Microbiology*, 2(2), 123–140. <https://doi.org/10.1038/nrmicro818>
39. Karmali, M. A., Gannon, V., & Sargeant, J. M. (2010). Verocytotoxin-producing *Escherichia coli* (VTEC). *Veterinary Microbiology, Zoonoses: Advances and Perspectives*, 140(3), 360–370. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.04.011>
40. Karmali, M. A., Mascarenhas, M., Shen, S., Ziebell, K., Johnson, S., Reid-Smith, R., Isaac-Renton, J., Clark, C., Rahn, K., & Kaper, J. B. (2003). Association of Genomic O Island 122 of *Escherichia coli* EDL 933 with Verocytotoxin-Producing *Escherichia coli* Seropathotypes That Are Linked to Epidemic and/or Serious Disease. *Journal of Clinical Microbiology*, 41(11), 4930–4940. <https://doi.org/10.1128/jcm.41.11.4930-4940.2003>
41. Khairullah, A. R., Kurniawan, S. C., Puspitasari, Y., Aryaloka, S., Silaen, O. S. M., Yanestria, S. M., Widodo, A., Moses, I. B., Effendi, M. H., Afnani, D. A., Ramandinianto, S. C., Hasib, A., & Riwu, K. H. P. (2024). Brucellosis: Unveiling the complexities of a pervasive zoonotic disease and its global impacts. *Open Veterinary Journal*, 14(5), 1081–1097. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2024.v14.i5.1>
42. Khalid, M., & Andreoli, S. (2019). Extrarenal manifestations of the hemolytic uremic syndrome associated with Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC HUS). *Pediatric Nephrology*, 34(12), 2495–2507. <https://doi.org/10.1007/s00467-018-4105-1>
43. Kimmitt, P. T., Harwood, C. R., & Barer, M. R. (2000). Toxin gene expression by shiga toxin-producing *Escherichia coli*: The role of antibiotics and the bacterial SOS response. *Emerging Infectious Diseases*, 6(5), 458–465. <https://doi.org/10.3201/eid0605.000503>
44. Konowalchuk, J., Speirs, J. I., & Stavric, S. (1977). Vero response to a cytotoxin of *Escherichia coli*. *Infection and Immunity*, 18(3), 775–779. <https://doi.org/10.1128/iai.18.3.775-779.1977>

45. Kousta, M., Mataragas, M., Skandamis, P., & Drosinos, E. H. (2010). Prevalence and sources of cheese contamination with pathogens at farm and processing levels. *Food Control*, 21(6), 805–815. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.11.015>
46. Krüger, A., & Lucchesi, P. M. A. (2015). Shiga toxins and stx phages: Highly diverse entities. *Microbiology*, 161(3), 451–462. <https://doi.org/10.1099/mic.0.000003>
47. Lau, K. Y., Barbano, D. M., & Rasmussen, R. R. (1991). Influence of Pasteurization of Milk on Protein Breakdown in Cheddar Cheese During Aging¹. *Journal of Dairy Science*, 74(3), 727–740. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78218-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78218-0)
48. Leistner, L. (2000). Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*, 55(1), 181–186. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00161-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00161-6)
49. Lim, J. Y., Yoon, J. W., & Hovde, C. J. (2010). A Brief Overview of Escherichia coli O157:H7 and Its Plasmid O157. *Journal of microbiology and biotechnology*, 20(1), 5–14.
50. Liu, J., Sun, T., Wang, J., Liu, H., Wang, H., Li, X., & Xu, F. (2026). Chlorine Dioxide Teat Disinfectant: A Clinical Study on Bactericidal Efficacy and Safety in Dairy Cows in Comparison with an Iodine Glycerin Disinfectant. *Animals*, 16(2), 312.
51. Liu, Y., Tian, S., Thaker, H., & Dong, M. (2021). Shiga Toxins: An Update on Host Factors and Biomedical Applications. *Toxins*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/toxins13030222>
52. Lomonaco, S., Nucera, D., & Filipello, V. (2015). The evolution and epidemiology of *Listeria monocytogenes* in Europe and the United States. *Infection, Genetics and Evolution*, 35, 172–183. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2015.08.008>
53. Massis, F. D., Zilli, K., Donato, G. D., Nuvoloni, R., Pelini, S., Sacchini, L., D’Alterio, N., & Giannatale, E. D. (2019). Distribution of Brucella field strains isolated from livestock, wildlife populations, and humans in Italy from 2007 to 2015. *PLOS ONE*, 14(3), e0213689. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213689>

54. Matthews, L., Low, J. C., Gally, D. L., Pearce, M. C., Mellor, D. J., Heesterbeek, J. A. P., Chase-Topping, M., Naylor, S. W., Shaw, D. J., Reid, S. W. J., Gunn, G. J., & Woolhouse, M. E. J. (2006). Heterogeneous shedding of *Escherichia coli* O157 in cattle and its implications for control. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(3), 547–552. <https://doi.org/10.1073/pnas.0503776103>
55. Mazaheri, T., Cervantes-Huamán, B. R. H., Bermúdez-Capdevila, M., Ripolles-Avila, C., & Rodríguez-Jerez, J. J. (2021). *Listeria monocytogenes* Biofilms in the Food Industry: Is the Current Hygiene Program Sufficient to Combat the Persistence of the Pathogen? *Microorganisms*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/microorganisms9010181>
56. McSweeney, P. L. H. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 57(2–3), 127–144. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2004.00147.x>
57. Melini, F., Melini, V., Luziatelli, F., & Ruzzi, M. (2017). Raw and Heat-Treated Milk: From Public Health Risks to Nutritional Quality. *Beverages*, 3(4). <https://doi.org/10.3390/beverages3040054>
58. Melton-Celsa, A. R. (2014). Shiga Toxin (Stx) Classification, Structure, and Function. *Microbiology Spectrum*, 2(4), 10.1128/microbiolspec.ehec-0024–2013. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.ehec-0024-2013>
59. Michael, M., Bagga, A., Sartain, S. E., & Smith, R. J. H. (2022). Haemolytic uraemic syndrome. *The Lancet*, 400(10364), 1722–1740. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01202-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01202-8)
60. Ministero della Salute. (2025, luglio 3). *Linee guida per il controllo di STEC nel latte non pastorizzato e nei prodotti derivati* [Linee guida ministeriali]. Ministero della Salute - Direzione generale per l'igiene e la sicurezza degli alimenti e la nutrizione.
61. Montel, M.-C., Buchin, S., Mallet, A., Delbes-Paus, C., Vuitton, D. A., Desmasures, N., & Berthier, F. (2014). Traditional cheeses: Rich and diverse microbiota with associated

- benefits. *International Journal of Food Microbiology*, 177, 136–154.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.019>
62. Navarro-Garcia, F., & Elias, W. P. (2011). Autotransporters and virulence of enteroaggregative *E. coli*. *Gut Microbes*, 2(1), 13–24.
<https://doi.org/10.4161/gmic.2.1.14933>
63. Nightingale, K. K., Schukken, Y. H., Nightingale, C. R., Fortes, E. D., Ho, A. J., Her, Z., Grohn, Y. T., McDonough, P. L., & Wiedmann, M. (2004). Ecology and Transmission of *Listeria monocytogenes* Infecting Ruminants and in the Farm Environment. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(8), 4458–4467. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.8.4458-4467.2004>
64. Oliver, S. P., Jayarao, B. M., & Almeida, R. A. (2005). Foodborne Pathogens in Milk and the Dairy Farm Environment: Food Safety and Public Health Implications. *Foodborne Pathogens and Disease*, 2(2), 115–129. <https://doi.org/10.1089/fpd.2005.2.115>
65. Popa, G. L., & Papa, M. I. (2021). Salmonella spp. Infection—A continuous threat worldwide. *Germs*, 11(1), 88–96. <https://doi.org/10.18683/germs.2021.1244>
66. Presence of *Brucella* spp. In Milk and Dairy Products: A Comprehensive Review and Its Perspectives—Islam—2023—Journal of Food Quality—Wiley Online Library. (s.d.). Recuperato 2 marzo 2026, da <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2023/2932883>
67. Qadri, F., Svennerholm, A.-M., Faruque, A. S. G., & Sack, R. B. (2005). Enterotoxigenic *Escherichia coli* in Developing Countries: Epidemiology, Microbiology, Clinical Features, Treatment, and Prevention. *Clinical Microbiology Reviews*, 18(3), 465–483. <https://doi.org/10.1128/cmr.18.3.465-483.2005>
68. Quigley, L., O’Sullivan, O., Stanton, C., Beresford, T. P., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., & Cotter, P. D. (2013). The complex microbiota of raw milk. *FEMS Microbiology Reviews*, 37(5), 664–698. <https://doi.org/10.1111/1574-6976.12030>

69. Rainews, R. di. (2024, novembre 27). *Mangia un formaggio trentino a base di latte crudo, bimba ricoverata in ospedale.* RaiNews.
<https://www.rainews.it/articoli/2024/11/bambina-affetta-da-escherichia-coli-formaggio-trentino-ritirato-dal-commercio-9ccb054a-a2b1-4a11-94af-16add1be503c.html>
70. Rankin, S. A., Christiansen, A., Lee, W., Banavara, D. S., & Lopez-Hernandez, A. (2010). *Invited review: The application of alkaline phosphatase assays for the validation of milk product pasteurization.* *Journal of Dairy Science*, 93(12), 5538–5551.
<https://doi.org/10.3168/jds.2010-3400>
71. Rausch-Phung, E. A., Nguyen, A. D., & Aziz, M. (2025). *Enterohemorrhagic Escherichia coli.* StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).
<http://europepmc.org/books/NBK519509>
72. Regolamento (CE) n. 178/2002 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 28 gennaio 2002, che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l’Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare, L 31/1 GUUE (Gazzetta Ufficiale dell’Unione Europea) (2002).
<https://www.google.com/search?q=https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/%3Furi%3DCELEX%253A02002R0178-20240701>
73. Regolamento (UE) n. 1169/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 ottobre 2011, relativo alla fornitura di informazioni sugli alimenti ai consumatori., Legislazione No. 1169/2011, L 304/18 (2011). <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2011/1169/oj>
74. Rossetti, L., Fornasari, M. E., Gatti, M., Lazzi, C., Neviani, E., & Giraffa, G. (2008). *Grana Padano cheese whey starters: Microbial composition and strain distribution.* *International Journal of Food Microbiology*, 127(1), 168–171.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.06.005>

75. Sacerdoti, F., Scalise, M. L., Burdet, J., Amaral, M. M., Franchi, A. M., & Ibarra, C. (2018). Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* Infections during Pregnancy. *Microorganisms*, 6(4). <https://doi.org/10.3390/microorganisms6040111>
76. Sapountzis, P., Segura, A., Desvaux, M., & Forano, E. (2020). An Overview of the Elusive Passenger in the Gastrointestinal Tract of Cattle: The Shiga Toxin Producing *Escherichia coli*. *Microorganisms*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/microorganisms8060877>
77. Sawyer, J., Rhodes, S., Jones, G. J., Hogarth, P. J., & Vordermeier, H. M. (2023). *Mycobacterium bovis* and its impact on human and animal tuberculosis. *Journal of Medical Microbiology*, 72(11), 001769. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.001769>
78. Scheutz, F., Teel, L. D., Beutin, L., Piérard, D., Buvens, G., Karch, H., Mellmann, A., Alison D., & O'BRIE. (2012). Multicenter Evaluation of a Sequence-Based Protocol for Subtyping Shiga Toxins and Standardizing Stx Nomenclature. *Journal of Clinical Microbiology*, 50(9), 2951–2963. <https://doi.org/10.1128/jcm.00860-12>
79. Seifu, E., Buys, E. M., & Donkin, E. F. (2005). Significance of the lactoperoxidase system in the dairy industry and its potential applications: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 16(4), 137–154. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2004.11.002>
80. Sidorczuk, K., Aleksandrowicz, A., Burdukiewicz, M., Kingsley, R. A., & Kolenda, R. (2023). Genomic characterization of enterohaemolysin-encoding haemolytic *Escherichia coli* of animal and human origin. *Microbial Genomics*, 9(4), 000999. <https://doi.org/10.1099/mgen.0.000999>
81. Spinale, J. M., Ruebner, R. L., Copelovitch, L., & Kaplan, B. S. (2013). Long-term outcomes of Shiga toxin hemolytic uremic syndrome. *Pediatric Nephrology*, 28(11), 2097–2105. <https://doi.org/10.1007/s00467-012-2383-6>
82. Tarr, P. I., & Freedman, S. B. (2022). Why antibiotics should not be used to treat Shiga toxin-producing *Escherichia coli* infections. *Current Opinion in Gastroenterology*, 38(1), 30. <https://doi.org/10.1097/MOG.0000000000000798>

83. Tarr, P. I., Gordon, C. A., & Chandler, W. L. (2005). Shiga-toxin-producing *Escherichia coli* and haemolytic uraemic syndrome. *The Lancet*, 365(9464), 1073–1086. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)71144-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)71144-2)
84. Thoen, C., LoBue, P., & de Kantor, I. (2006). The importance of *Mycobacterium bovis* as a zoonosis. *Veterinary Microbiology*, 4th International Conference on *Mycobacterium bovis*, 112(2), 339–345. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2005.11.047>
85. Tossinfezioni alimentari - Istituto Superiore di Sanità, E. (s.d.). *Tossinfezioni alimentari*—*Istituto Superiore di Sanità*. Recuperato 3 febbraio 2026, da <https://www.epicentro.iss.it/tossinfezioni/>
86. Unione Europea. (2004a). *Regolamento (CE) n. 852/2004 sull'igiene dei prodotti alimentari*. L 139, 1–54.
87. Unione Europea. (2004b). Regolamento (CE) n. 853/2004 che stabilisce norme specifiche in materia di igiene per gli alimenti di origine animale. *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea*, L 139, 55–205.
88. Unione Europea. (2005, dicembre 22). *Regolamento (CE) n. 2073/2005 della Commissione, del 15 novembre 2005, sui criteri microbiologici applicabili ai prodotti alimentari*. *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea* L 338.
89. Unione Europea. (2017). *Regolamento (UE) 2017/625 relativo ai controlli ufficiali e alle altre attività ufficiali effettuati per garantire l'applicazione della legislazione sugli alimenti e sui mangimi*. L 95, 1–142.
90. Verraes, C., Vlaemynck, G., Van Weyenberg, S., De Zutter, L., Daube, G., Sindic, M., Uyttendaele, M., & Herman, L. (2015). A review of the microbiological hazards of dairy products made from raw milk. *International Dairy Journal*, 50, 32–44. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.05.011>
91. Wasteson, Y. (2002a). Zoonotic *Escherichia coli*. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 43(1), S79. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-43-S1-S79>

92. Wasteson, Y. (2002b). Zoonotic *Escherichia coli*. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 43(1), S79. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-43-S1-S79>
93. Wiedemann, A., Virlogeux-Payant, I., Chaussé, A.-M., Schikora, A., & Velge, P. (2015). Interactions of *Salmonella* with animals and plants. *Frontiers in Microbiology*, 5. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2014.00791>
94. Wouters, J. T. M., Ayad, E. H. E., Hugenholtz, J., & Smit, G. (2002a). Microbes from raw milk for fermented dairy products. *International Dairy Journal, NIZO Dairy Conference on Food Microbes 2001*, 12(2), 91–109. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00151-0](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00151-0)
95. Wouters, J. T. M., Ayad, E. H. E., Hugenholtz, J., & Smit, G. (2002b). Microbes from raw milk for fermented dairy products. *International Dairy Journal, NIZO Dairy Conference on Food Microbes 2001*, 12(2), 91–109. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00151-0](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00151-0)
96. Yoon, Y., Lee, S., & Choi, K.-H. (2016). Microbial benefits and risks of raw milk cheese. *Food Control*, 63, 201–215. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.11.013>
97. Yuan, L., Sadiq, F. A., Burmølle, M., Wang, N., & He, G. (2019). Insights into Psychrotrophic Bacteria in Raw Milk: A Review. *Journal of Food Protection*, 82(7), 1148–1159. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-032>