

PRODUZIONE ALIMENTARE

UV-C

LATTIERO-CASEARIO

IGIENE INDUSTRIALE

UV-C nel lattiero-caseario: proteggere la qualità, fase dopo fase

Tecnologia UV-C come soluzione sinergica per l'igiene nella filiera del latte e dei suoi derivati

Nel settore alimentare, la **tecnologia UV-C** si sta affermando come una **soluzione sinergica**, capace di integrarsi nei processi di igiene già consolidati e di rafforzarne l'efficacia lungo le diverse fasi della produzione. Nel settore lattiero-caseario, la **pastorizzazione termica** continua a rappresentare il principale riferimento per la **sicurezza del latte e dei suoi derivati**. Parallelamente, la ricerca scientifica sta definendo con maggiore precisione il ruolo che l'UV-C può svolgere in altre fasi del processo: sul trattamento dell'**aria**, dell'**acqua**, della **salamoia** e delle **superfici** a contatto con il prodotto.



La tecnologia UV-C è un **metodo puramente fisico**: non richiede prodotti chimici, non lascia residui, non comporta fasi di risciacquo e non genera scarti da gestire. Inoltre, quando correttamente applicato, **non modifica la composizione, il gusto o il profilo nutrizionale** del prodotto.

Queste caratteristiche ne facilitano l'**integrazione nelle linee produttive esistenti**, senza alterare le fasi e i cicli del processo produttivo. La **pastorizzazione** rimane il riferimento centrale, mentre l'**UV-C agisce come barriera igienica complementare** su aria, acqua, superfici e salamoia.

Un Riconoscimento Normativo in Crescita

Le autorità regolatorie, sia in **Europa** sia negli **Stati Uniti**, stanno progressivamente valutando ambiti di applicazione specifici per le **tecnologie UV nella filiera lattiero-casearia**.



Unione Europea — Latte Trattato UV come Novel Food

Nell'Unione Europea, il trattamento UV del latte è già stato **autorizzato per finalità specifiche**, tra cui il **prolungamento della shelf-life e l'aumento del contenuto di vitamina D3**. L'applicazione è prevista **dopo la pastorizzazione convenzionale** e si colloca all'interno di un quadro normativo che stabilisce anche i requisiti igienici generali per il trattamento termico del latte e del colostro.



Stati Uniti — Equivalenza alla Pastorizzazione (2025)

Negli Stati Uniti, per la **prima volta, a un processo basato sugli UV-C** è stato riconosciuto come **equivalente alla pastorizzazione** per alcuni ingredienti lattiero-caseari in polvere, tra cui il **concentrato proteico di siero di latte**, il **concentrato proteico del latte** e la **lattoferrina**.

 Questi riconoscimenti normativi costituiscono **precedenti concreti** e aprono la strada a un utilizzo sempre più **strutturato dell'UV-C** nella filiera lattiero-casearia.

Parametri di funzionamento e fattori che determinano l'efficacia dell'UV-C



Dose UV-C

Energia erogata ai microrganismi.

Dipende dall'**intensità della lampada** e dal **tempo di esposizione**. Aumentare la potenza o ridurre la distanza dalla sorgente incrementa la dose erogata.



Riduzione Logaritmica

Unità di misura dell'efficacia: 3 log = 99,9% di microrganismi inattivati; 4 log = 99,99%. Dipende dalla combinazione di **dose, UVT e geometria del sistema**.



Geometria del Sistema

Comprende la **disposizione delle lampade**, le distanze e il percorso dell'aria o dei prodotti vanno progettati per **distribuire la dose in modo uniforme**, senza zone d'ombra, determinando le prestazioni.



Trasmittanza UV (UVT) nei liquidi

Capacità del liquido di lasciar passare la radiazione UV-C. Alta nell'**acqua di processo**, significativamente più bassa in **latte intero, siero e salamoia concentrata**.

Risultati Scientifici nel Settore Lattiero-Caseario

Alcuni risultati riportati da **ricerche indipendenti** nel latte e nei liquidi lattiero-caseari confermano l'efficacia del **trattamento UV-C** quando il sistema è **correttamente progettato**.



Prolungamento della shelf life della Ricotta — Ricciardi et al., 2020

Su ricotta inoculata con *Pseudomonas fluorescens*, il trattamento superficiale con **UV-C continuo** ha esteso la shelf life da **meno di 5 a oltre 6 giorni**, con un incremento del **50%**, contribuendo a contenere i microrganismi alterativi senza compromettere il profilo sensoriale. Lo studio evidenzia il potenziale dell'**UV-C post-processo** soprattutto quando integrato con **confezionamento in atmosfera protettiva** e refrigerazione.

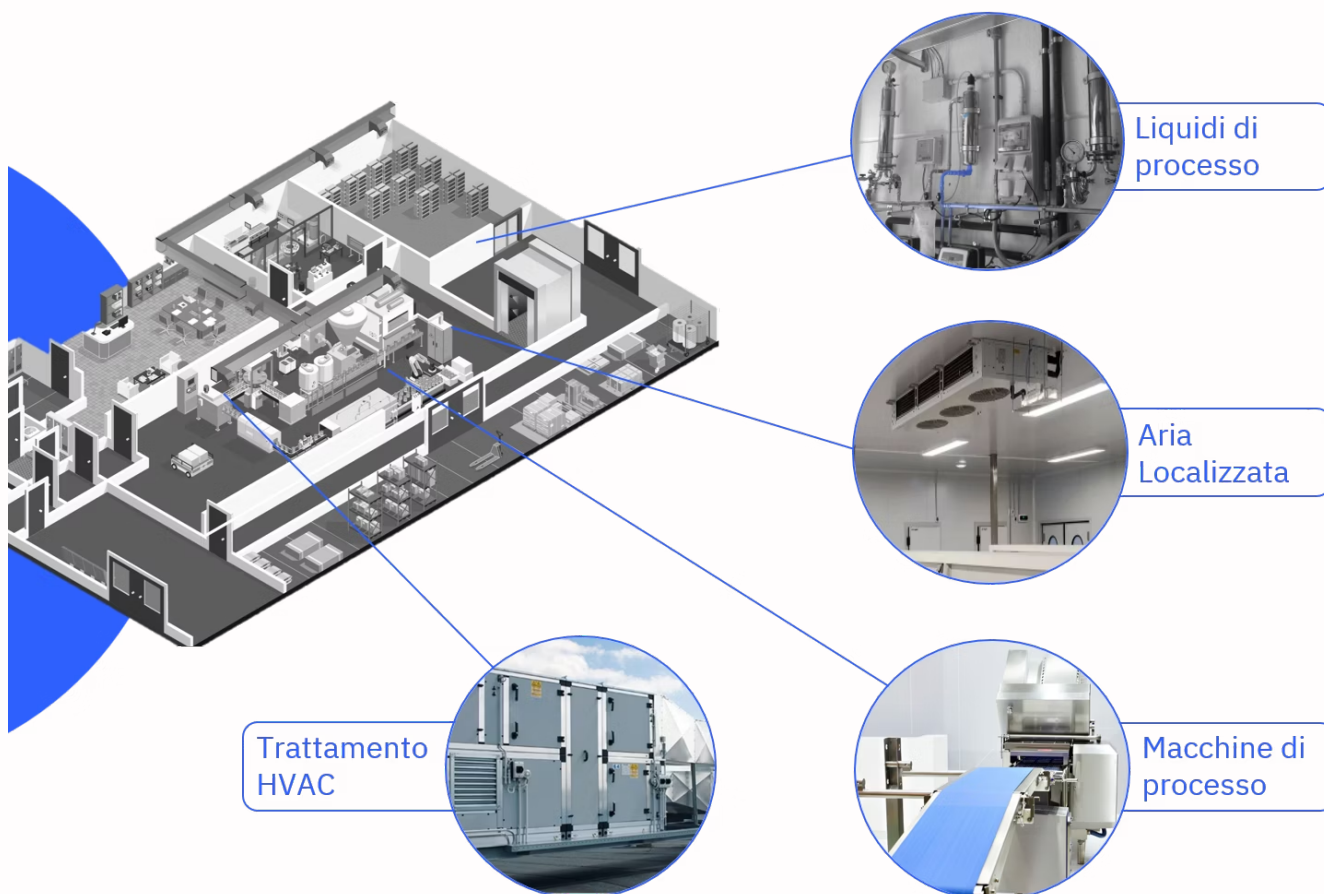


Riduzione fino al 99,68% delle Muffe su Formaggio a Pasta Filata — Koca & Ugru Öztürk, 2020

Sul formaggio Kashar esposto a contaminazione ambientale, il trattamento UV-C superficiale a una dose di **1,93 kJ/m²** ha ottenuto una riduzione delle muffe di **2,49 log (99,68%)**, scesa **sotto il limite di rilevazione** a 9,63 kJ/m². Il test non ha evidenziato alterazioni nella composizione o nella consistenza del prodotto, confermando l'efficacia dell'**irraggiamento diretto sui prodotti caseari solidi** prima dell'incarto.

Questi dati sottolineano che la **riduzione microbica ottenibile dipende in modo critico dalla progettazione del sistema**, non solo dalla tecnologia in sé. Un **reattore non ottimizzato** per il liquido trattato può risultare significativamente meno efficace anche a parità di dose nominale applicata.

I Punti di Integrazione dell'UV-C nella Filiera Lattiero-Casearia



L'UV-C può essere integrato nel **flusso produttivo esistente** per estendere il **controllo igienico** ai mezzi e alle superfici che circondano il prodotto prima, durante e dopo il trattamento termico. **Aria, acqua, superfici delle attrezzature, siero e salamoia** possono rappresentare vie di ricontaminazione o contribuire alla diffusione dei microrganismi all'interno dello stabilimento. Le principali applicazioni possono essere ricondotte a **quattro ambiti**.

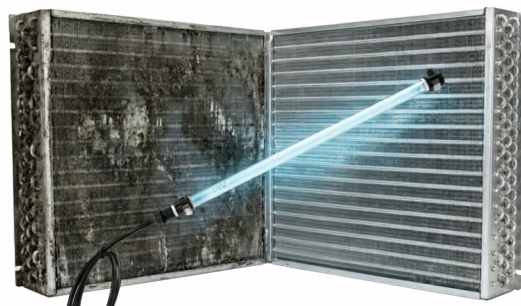
1. Aria e Sistemi HVAC

Le unità di trattamento aria rappresentano un elemento importante del **controllo igienico** all'interno di uno stabilimento lattiero-caseario. Se non vengono adeguatamente gestite, possono però diventare un **serbatoio di contaminazione**.

Biofilm sui coil.

Le batterie di raffreddamento delle UTA sono **superfici fredde e umide**, continuamente attraversate da aria contenente particelle organiche, umidità e microrganismi. In queste condizioni, batteri, lieviti e muffe possono aderire alla superficie e sviluppare un **biofilm**: uno strato umido e aderente che si accumula progressivamente sulla batteria.

Le lampade UV-C installate all'interno dell'UTA e orientate verso la superficie della batteria contribuiscono a **limitarne la formazione**, mantenendo più pulite sia la batteria sia l'aria che la attraversa.



Efficienza Energetica

Il biofilm ostacola lo scambio termico, aumentando il carico dell'impianto HVAC.

Trattamento dell'Aria.

Nello stesso ambito rientra il trattamento dell'aria sia **ambientale** che utilizzata per il **trasporto pneumatico** di cagliata, sale e latte in polvere, la pressurizzazione delle apparecchiature, l'immissione di aria direttamente all'interno delle attrezzature di processo. Le apparecchiature mantenute in **leggera sovrappressione**, indicativamente tra **0,05 e 0,1 bar**, possono utilizzare aria trattata per ridurre il rischio di reintrodurre contaminanti, comprese le **spore delle muffe**, in prodotti già sottoposti a lavorazione.



2. Trattamento dell'aria localizzata negli ambienti



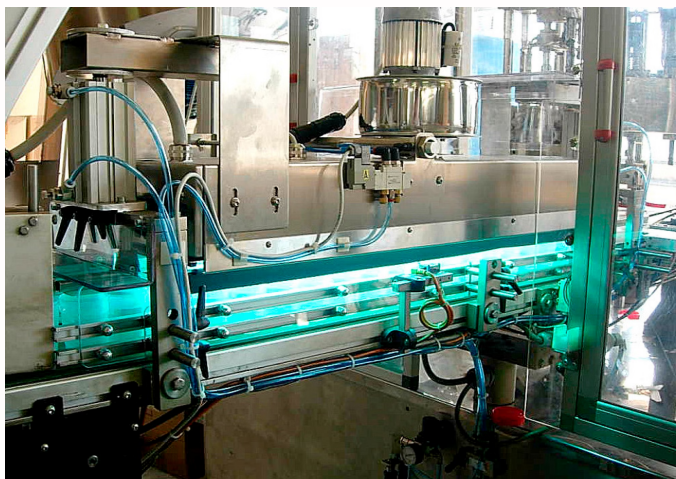
Oltre al trattamento centralizzato nelle UTA, è possibile utilizzare **unità dedicate** per il trattamento dell'aria direttamente negli **ambienti di produzione, stoccaggio e confezionamento**, in maniera mirata.

Questi sistemi possono contribuire a **ridurre la presenza di muffe e lieviti nell'aria** e a proteggere punti particolarmente esposti, come le **batterie evaporanti** che se non adeguatamente gestite, possono contribuire alla **diffusione ricorrente di contaminanti** nell'ambiente circostante.

IAQ = Miglioramento della Shelf Life

Ridurre la **carica microbica e fungina** nelle aree di produzione e stoccaggio significa diminuire il rischio che **contaminanti ambientali raggiungano il prodotto finito**, con effetti positivi sulla **shelf-life**.

3. Macchine di processo e materiali di confezionamento



I **moduli UV-C** possono essere installati direttamente all'interno delle **macchine di lavorazione e confezionamento**, sopra i nastri trasportatori, in prossimità delle **teste di riempimento** o nelle **stazioni di tappatura**. In questo modo è possibile trattare **in continuo le superfici** che si trovano vicino al prodotto o che possono entrare in contatto con esso, integrando il trattamento nelle attrezzature già in funzione.

Lo stesso approccio può essere applicato ai **materiali di confezionamento**. Vasetti, film di sigillatura, tappi e altri componenti possono essere **trattati in linea immediatamente prima del riempimento**, riducendo la **carica microbica** presente sulle superfici destinate a entrare in contatto con il prodotto.

I moduli per il trattamento delle superfici sono generalmente **compatti** e possono essere installati su **nastri trasportatori, riempitrici e tappatrici esistenti**, senza dover riprogettare l'intera macchina.



Standard VDMA

Le linee guida VDMA per le macchine di riempimento igieniche richiedono **almeno 4 log (99,99%) di riduzione microbica** per le macchine di classe asettica con trattamento UV del confezionamento. Organismo di riferimento: spore di *Aspergillus* (VDMA, doc. n. 10/2005, rev. 2023).



Test fatti su Linee di Confezionamento Lattiero-Caseario

Ricerche indipendenti sulla disinfezione del confezionamento lattiero-caseario riportano risultati dello stesso ordine di grandezza. Il trattamento di vasetti per yogurt e film di sigillatura, combinato con perossido di idrogeno a bassa concentrazione, ha raggiunto **riduzioni fino a 4 log (99,99%) della carica microbica**.

Nelle linee di lavorazione del formaggio, sono state inoltre riportate **riduzioni di 5 log (99,999%) per i batteriofagi** e di **3 log (99,9%) per i batteri termofili** (Chawla et al., 2021, *Applied Sciences*).

4. Trattamento dei Liquidi di Processo

La scelta dell'**architettura d'impianto** per il trattamento UV-C dei liquidi è dettata dalla **trasmissione UV del mezzo**, articolandosi in due configurazioni principali.

Liquidi ad Alta Trasmissione

Per liquidi con trasmissione UV relativamente elevata, come **l'acqua di processo** e, in determinate condizioni, il siero di latte, il liquido attraversa un contenitore contenente una lampada UV-C all'interno di un serbatoio o di una camera sigillata. Il **tempo di permanenza** viene dimensionato in modo da assicurare la dose prevista.

Liquidi a Bassa Trasmissione

I liquidi con trasmissione più bassa includono quelli con concentrazioni di cloruro di sodio fino al 25%, come la **salamoia impiegata nella salatura del formaggio**. L'elevato contenuto di sale e il carico organico possono limitare la penetrazione dei raggi UV-C, per cui una configurazione particolarmente performante prevede lo scorrere del liquido in uno **strato ridotto e controllato** vicino alla lampada.

- Il vantaggio per la produzione è la creazione di una **barriera igienica continua e priva di prodotti chimici** su liquidi che vengono riutilizzati, riciclati o portati ripetutamente a contatto con il prodotto. Il trattamento UV-C **limita l'accumulo progressivo di microrganismi alterativi e patogeni** nei circuiti in ricircolo.



Conclusione: Una Barriera Continua, Fisica e Integrata

L'UV-C è una **tecnologia fisica, non termica e priva di sostanze chimiche** che può essere integrata nello stabilimento lattiero-caseario accanto alla pastorizzazione, intervenendo su **aria, superfici, acqua, siero e salamoia**.

Il suo valore consiste nel **rafforzare il controllo igienico in punti strategici**: può coprire l'aria a contatto con prodotti e apparecchiature, le superfici delle macchine e dei contenitori, i liquidi di processo e gli ambienti produttivi in genere.

Per i Responsabili Qualità

L'UV-C fornisce uno **strato aggiuntivo di controllo ambientale documentato e verificabile**, che rafforza i **piani HACCP** e supporta la **conformità normativa**, incluse le recenti autorizzazioni europee e statunitensi per la tecnologia UV nella filiera lattiero-casearia.

Per i Tecnici e Ingegneri di Processo

I **dati di validazione dose-risposta** consentono affermazioni di prestazione quantificate. L'integrazione nei **sistemi HVAC, nelle macchine di linea e nei circuiti dei liquidi** avviene senza riprogettazione delle infrastrutture esistenti.

Per la Direzione Aziendale

Un **programma UV-C strutturato e validato** dimostra una **gestione proattiva del rischio basata sulla scienza** — una postura sempre più attesa dalle autorità competenti e dai clienti della grande distribuzione in un contesto normativo in evoluzione.

Se correttamente **dimensionato e validato**, il trattamento UV-C può diventare una **barriera continua, fisica e integrata nel processo**, senza interrompere la produzione né modificare le caratteristiche del prodotto.

Questo articolo ha finalità esclusivamente informative e non costituisce consulenza legale o normativa. Per ogni applicazione è necessario fare riferimento alle autorità competenti e agli standard applicabili alla specifica giurisdizione e categoria di prodotto.

Fonti e Riferimenti

- Chawla, A., et al. (2021). *UV Light Application as a Mean for Disinfection Applied in the Dairy Industry*. **Applied Sciences**, 11(16), 7285. <https://doi.org/10.3390/app11167285>
- Crook, J. A., et al. (2015). *Efficacy of Ultraviolet (UV-C) Light in a Thin-Film Turbulent Flow for the Reduction of Milkborne Pathogens*. **Foodborne Pathogens and Disease**, 12(6), 506–513. <https://doi.org/10.1089/fpd.2014.1904>
- European Commission. (2016). *Commission Implementing Decision (EU) 2016/1189 of 19 July 2016 authorising the placing on the market of UV-treated milk as a novel food*. **Official Journal of the European Union**. [EUR-Lex](https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2016/1189/oj)
- European Food Safety Authority (EFSA). (2016). *Safety of UV-treated milk as a novel food pursuant to Regulation (EC) No 258/97*. **EFSA Journal**, 14(1), 4370. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4370>
- European Parliament and Council. (2004). *Regulation (EC) No 853/2004 of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin*. **Official Journal of the European Union**. [EUR-Lex](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2004/853/oj)
- Gök, S. B., et al. (2021). *Inactivation of E. coli and L. innocua in milk by a thin film UV-C reactor modified with flow guiding elements (FGE)*. **International Journal of Food Microbiology**, 343, 109105. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109105>
- Koca, N., & Urgu Öztürk, M. (2020). *Application of batch system ultraviolet light on the surface of kashar cheese, a kind of pasta-filata cheese: effects on mould inactivation, lipid oxidation, colour, hardness and sensory properties*. **Journal of Dairy Research**, 87(4), 493–497. <https://doi.org/10.1017/S0022029920001119>
- Lacivita, V., et al. (2016). *Surface UV-C light treatments to prolong the shelf-life of Fiordilatte cheese*. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, 36, 150–155. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.06.010>
- Ricciardi, E. F., et al. (2020). *Novel Technologies for Preserving Ricotta Cheese: Effects of Ultraviolet and Near-Ultraviolet-Visible Light*. **Foods**, 9(5), 580. <https://doi.org/10.3390/foods9050580>
- U.S. Food and Drug Administration. *21 CFR § 1240.61 — Mandatory pasteurization for all milk and milk products in final package form intended for direct human consumption*. **Code of Federal Regulations, Title 21**. [eCFR](https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-B/part-124/subpart-124.61)
- Urgu-Öztürk, M. (2022). *Possibilities of using the continuous type of UV light on the surface of lor (whey) cheese: impacts on mould growth, oxidative stability, sensory and colour attributes during storage*. **Journal of Dairy Research**, 89(3), 335–341. <https://doi.org/10.1017/S0022029922000590>
- VDMA Food Processing and Packaging Machinery Association. (2023). *Hygienic Filling Machines of VDMA Class IV for Liquid and Viscous Foods*. Document No. 10/2005, 3rd revised edition.