

**Michela Gallo**

Head of Consumer Goods Division
presso LabAnalysis;
Managing Director presso IRCPack



Coating antibatterici, dalla salubrità dei beni di consumo alla shelf life degli alimenti

Sono molteplici le specie batteriche e fungine che possono portare a contaminazioni di superfici, manufatti e apparecchiature.

Molti dei microorganismi con i quali conviviamo abitualmente non risultano patogeni per l'uomo o vengono addirittura sfruttati in molteplici processi industriali. Altri invece possono costituire un fattore di rischio per la salute umana o sono in grado di contribuire ai fenomeni di degradazione o alterazione degli alimenti.

Ma quali sono i principali meccanismi di contaminazione?

Nell'ambito delle superfici, si possono distinguere due tipi di contaminazione:

■ Contaminazione per contatto diretto

Il concetto di contatto diretto è relativamente intuitivo ed è associato al trasferimento potenziale da altre superfici contaminate quali oggetti, utensili, mani dei lavoratori, animali ecc.

■ Contaminazione per sedimentazione

Altra modalità di contaminazione potenziale avviene per aerodispersione e successiva sedimentazione gravitazionale dei biocontaminanti.

L'entità del fenomeno è influenzata da diversi fattori, fra i quali le dimensioni e la densità delle particelle sospese nell'aria, il tasso di umidità, la ventilazione dell'ambiente ecc.

Per quanto riguarda la contaminazione degli alimenti, l'ISS (Istituto Superiore di Sanità) riporta molteplici modalità ed esempi: alcuni microorganismi presenti negli intestini di animali possono essere trasferiti sulle carni durante la macellazione. Frutta e verdura possono contaminarsi se lavate o irrigate con acque contaminate da feci animali o umane. Fra gli altri, la *Salmonella* può contaminare le uova dopo aver infettato il sistema ovarico delle galline.

È noto inoltre come vi possano essere contaminazioni nei frutti di mare, tra cui i mitili, se allevati in acque contaminate da batteri del genere *Vibrio*.



La contaminazione a causa di agenti biologici può avvenire, anche in questo caso, mediante trasferimento, quindi sia da superfici o utensili sia per mezzo degli operatori addetti alla manipolazione e alla preparazione degli alimenti.

In un'ottica di sostenibilità e supporto alla limitazione dello spreco alimentare, vogliamo oggi porre l'attenzione sui progressi scientifici e tecnologici in un ambito poco noto: quello dei coating e dei materiali di nuova generazione formulati per avere un'azione diretta e a lungo termine sui potenziali contaminanti biologici. Oltre ad aumentare la sicurezza, questi possono aumentare la shelf life dei prodotti, supportando le diverse iniziative focalizzate alla riduzione dello spreco alimentare.

Vi è una sempre maggiore richiesta da parte del mercato di materiali in grado di impartire proprietà antibatteriche, antifungine e antivirali in un comparto industriale a 360°:

- Packaging e contenitori a uso alimentare.
- Beni di consumo e prodotti per la cura della persona.
- Superfici di lavoro.
- Superfici e manufatti in aree a uso ricreativo.
- Pitture murali e materiali ceramici di rivestimento.

Le modalità con cui si cerca di impartire tali effetti sono molteplici e in funzione della destinazione d'uso, fra le quali:

- Aggiunta al materiale di sostanze, in miscela o come coating, con diretta attività sulle specie di interesse (per esempio argento, rame, alcuni peptidi e sostanze organiche attive come certi allilbenzeni).
- Effetto catalitico in idonee condizioni (per esempio fotocatalisi con TiO_2).
- Finishing superficiale tale da ridurre eventuale accumulo di biofilm e/o contaminanti, in genere per ottimizzare gli effetti dati dai due punti precedenti.

Ma come possono questi materiali contribuire alla shelf life degli alimenti?

L'azione microbica è fra le cause principali di deterioramento della qualità dell'alimento; se questa viene limitata e integrata da un'ottimizzazione funzionale del packaging, si può aumentare la conservabilità dell'alimento stesso.

Il Waste Watcher International Observatory riporta come lo spreco alimentare settimanale medio in Italia superi i 500 g/persona; fra gli alimenti più spre-



cati nella settimana di monitoraggio, sempre stimati a persona:

- Frutta fresca 24,0 g
- Insalate 17,6 g
- Cipolle, aglio, tuberi 17,1 g
- Pane fresco 16,3 g
- Verdure 16,0 g

Se pensiamo ai cibi facilmente deperibili, la preservazione delle idonee caratteristiche per più giorni rispetto a quanto si ottiene con materiali “tradizionali” potrebbe potenzialmente contribuire a ridurre gli sprechi.

Test analitici permettono di verificare e misurare l'efficacia del materiale. Fra le principali norme tecniche disponibili si ha la ISO 22196, “*Measurement of antibacterial activity on plastics and other non-porous surfaces*”. Il test prevede l'inoculo, su provini adeguatamente preparati, di batteri in concentrazione nota.

La norma indica l'utilizzo di *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*; dato che lo stesso tratta-

to può risultare variamente efficace in funzione delle specie di interesse, spesso il test viene integrato con microorganismi target, allargando il campo di studio a ulteriori batteri e a muffe di diversa tipologia. Fra questi:

- *Bacillus subtilis* è un batterio Gram + comunemente presente nel suolo. Non è un patogeno umano, ma è in grado di degradare, contaminare e modificare gli alimenti.
- *Aspergillus niger* è un agente ubiquitario e si può riscontrare nel terreno e in materiali organici vegetali e animali. Può rilasciare tossine ed è un contaminante abituale di diversi alimenti.
- *Cladosporium chladosporioides* è una muffa molto comune in grado di proliferare su numerosi materiali, inclusi carta, pasta di legno, fibre tessili e alimenti. È considerato un agente patogeno per alcune piante ed è collegato a fenomeni allergici nell'uomo.

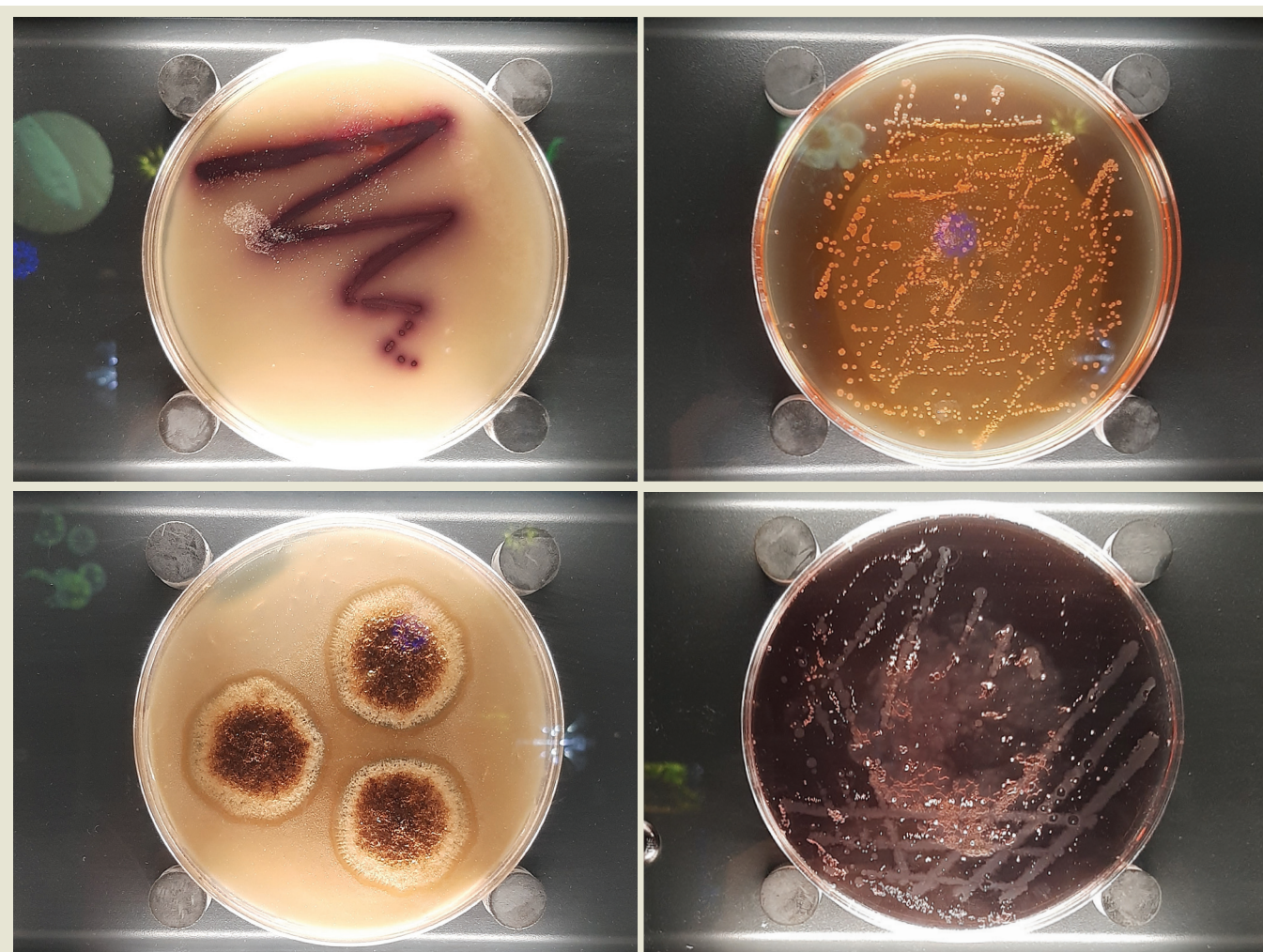
Ai sensi della norma ISO 22196, la valutazione di efficacia è espressa in termini di “*antibacterial activity*” rappresentata dal valore R, ossia la differenza, in termini logaritmici, delle cellule vitali recuperate da materiali additivati e materiali equivalenti senza additivazione. Il tempo di esposizione è pari a 24 ore; per studi specifici si possono integrare ulteriori time-point di studio.

La norma non fornisce una guida sulle soglie di accettabilità; può venire in supporto la Japan Industrial Standard JIS Z 2801, equivalente alla ISO 22196 in termini tecnici, che specifica che un risultato $R \geq 2$ rappresenta un'effettiva efficacia antimicrobica in funzione del microorganismo usato per la prova.

A integrazione, Scuri *et al.* 2019 riportano la seguente classificazione:

| | |
|---------------------|---|
| $R \leq 0,5$ | <i>no antimicrobial activity</i> |
| $0,5 \leq R \leq 1$ | <i>slight antimicrobial activity</i> |
| $1 < R \leq 2$ | <i>medium antimicrobial activity</i> |
| $2 < R < 3$ | <i>good antimicrobial activity</i> |
| $R > 3$ | <i>very good antimicrobial activity</i> |





Dall'alto a sinistra in senso orario: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger* (Artis Micropia, Amsterdam).

UNO STUDIO TUTTO ITALIANO

Un esempio di coating attivo, formulato per impartire proprietà antimicrobiche a supporti in film d'alluminio, viene descritto nell'articolo *Novel eugenol-based antimicrobial coatings on aluminium substrates for food packaging applications* pubblicato nel 2023 da «Journal of Applied Polymer Science»¹ nel quale è sfruttato l'effetto di 2,5% (p/p) di eugenolo libero e 2,5% (p/p) di eugenolo incorporato in SBA-15 (*Santa Barbara Amorphous mesoporous silica*) – (Al/VIN/5%EG/SBA-15) in resina vinilica al fine di migliorare la conservabilità di formaggi aumentandone la shelf life (vedi tabella a lato).

| Ceppi batterici | Valori attività antibatterica coating Al/VIN/5%EG/SBA-15 |
|-------------------------|--|
| <i>E. coli</i> | 2,41 ± 0,05 |
| <i>S. aureus</i> | 3,62 ± 0,50 |
| <i>P. aeruginosa</i> | 1,06 ± 0,12 |
| <i>S. putrefaciens</i> | 1,46 ± 0,08 |
| <i>B. thermosphacta</i> | 1,98 ± 0,07 |
| <i>L. plantarum</i> | 0,30 ± 0,15 |

1. E. Orlo, M. Stanzione, M. Lavorgna, M. Isidori, A. Ruffolo, C. Sinagra, G.G. Buonocore, M. Lavorgna, «Journal of Applied Polymer Science», 2023, e53519. <https://doi.org/10.1002/app.53519>