

TECNICA POST-RACCOLTA

# Sanificazione non termica per la conservazione dell'ortofrutta

Ozono, plasma freddo e radiazione Uv-c, ciascuna con specifiche modalità e ambiti applicativi, sono le principali tecnologie emergenti

di **Alessandro Bonora**  
 Ri.Nova Soc. Coop., Cesena



La conservazione dopo la raccolta dei prodotti ortofruttili rappresenta una fase cruciale per garantirne la qualità, la sicurezza alimentare e la durata commerciale. In questo contesto, stanno acquisendo sempre più rilevanza tecnologie di sanificazione non termiche e rispettose dell'ambiente, in grado di ridurre la carica microbica e rallentare i processi di deperimento senza compromettere le caratteristiche organolettiche dei prodotti. Tra queste tecnologie emergenti si annoverano l'ozono, la ionizzazione o il plasma freddo e la radiazione Uv-c, ciascuna con specifiche modalità d'azione e ambiti applicativi. L'ozono (O<sub>3</sub>) è uno degli agenti più studiati

ed efficaci per la sanificazione dell'aria e delle superfici all'interno delle celle frigorifere. Grazie al suo forte potere ossidante, l'ozono agisce contro batteri, muffe, lieviti e virus, degradando anche residui di pesticidi. È generato in loco mediante scarica elettrica e si decompone rapidamente in ossigeno, senza lasciare tracce nocive. L'applicazione controllata di ozono può prolungare la shelf-life dei prodotti ortofruttili, ma occorre monitorarne attentamente la concentrazione, poiché livelli troppo elevati possono causare danni fisiologici ai tessuti vegetali, oltre che rischi per gli operatori direttamente a contatto. In letteratura sono presenti diversi esempi di efficacia dell'ozono in post raccolta come,

ad esempio, su uva da tavola "Regal seedless" dove trattamento con acqua ozonata ha mostrato aumento dei composti fenolici (gallico, kaempferolo, resveratrolo), crescita dell'attività antiossidante e si è dimostrato come potenziale alternativa all'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) per prolungare la shelf-life. D'altra parte, in mele "Red Delicious" e "Fuji" in atmosfera controllata (Ca) l'uso continuo di ozono (0,8 mg/L) per sei mesi riduce perdita di consistenza e danni interni, con nessun effetto avverso esterno. Si riporta, inoltre, che in pere "Korla" (*Pyrus sinkiangensis*) l'esposizione ad ozono postraccolta riduce il picco respiratorio, perdita di peso e tasso di deterioramento ed aumenta l'attività di enzimi antiossidanti



## TECNICA POST-RACCOLTA

come Sod, Cat e Pod.

Il plasma freddo rappresenta una tecnologia innovativa che utilizza gas ionizzati a temperatura ambiente per produrre specie reattive dell'ossigeno e dell'azoto (Ros e Rns), capaci di distruggere le membrane cellulari dei microrganismi. Questa tecnica è ancora in fase di sviluppo industriale ma mostra ottime potenzialità per il trattamento superficiale degli alimenti e per la disinfezione dell'aria e delle superfici nelle celle frigorifere. Il vantaggio principale del plasma freddo è la sua efficacia a basse temperature senza la generazione di ozono.

Uno studio recente sui mirtilli riporta che un trattamento con plasma freddo (12 kV, 5 kHz, 60 s) riduce batteri e muffe (-0.34/-1.24 e -0.57/-0.87 log Cfug/g rispettivamente), diminuisce la percentuale di marcescenza, rallenta perdita di durezza della polpa e aumenta fenoli, antociani, acido ascorbico e attività l'antiossidante.

Infine, la radiazione Uv-c, con lunghezze d'onda comprese tra 200 e 280 nm, è da tempo impiegata per la disinfezione di superfici, aria e acqua. Nelle celle frigorifere, i sistemi Uv-c possono essere installati per irradiare

l'aria circolante o direttamente le superfici dei prodotti. La radiazione danneggia il DNA dei microrganismi, impedendone la replicazione. Tuttavia, l'efficacia dipende dall'intensità della luce, dal tempo di esposizione e dalla trasparenza dell'ambiente, e non può raggiungere zone in ombra o coperte da biofilm.

L'agenzia americana Usda nel 2024 riferisce che su mele "Honeycrisp" trattamenti UVC post-raccolta migliorano la colorazione rossa della buccia e riducono la sopravvivenza di *Listeria monocytogenes*, suggerendo effetti anche sulla qualità visiva delle mele. Un'altra ricerca mostra che in pere "Korla" (*Pyrus sinkiangensis*) anche basse dosi di Uvc (0,36 kJ/m<sup>2</sup>) hanno ridotto le infezioni di *Alternaria* spp, aumentando enzimi difensivi (Sod, Cat, Pod, Pal).

In questo contesto il convegno "Post raccolta frutta: prodotti ossidanti e tecnologie per la sanificazione", promosso da Ri.Nova durante l'ultima fiera di settore Macfrut, si è focalizzato sulle nuove tecnologie per la conservazione dell'ortofrutta, in particolare su sistemi a ozono, plasma freddo e luce Uv-c. Si riportano di seguito gli interventi degli ospiti che hanno offerto uno sguardo approfondito sul poten-

ziale e sui limiti di queste soluzioni emergenti.

### Gli aggiornamenti dalla ricerca

Nel corso dell'incontro tecnico ospitato da Macfrut, diversi esperti del settore hanno presentato tecnologie emergenti per la sanificazione e la conservazione dell'ortofrutta post-raccolta, con l'obiettivo comune di aumentare la shelf-life, migliorare la sicurezza alimentare e ridurre la dipendenza da trattamenti chimici convenzionali.

#### Plasma freddo: risultati e prospettive.

Silvia Tappi del Distal (Unibo) presso il polo di Cesena ha aperto l'incontro con una panoramica approfondita sull'utilizzo del plasma freddo in ambito alimentare, sia in forma diretta (gas) che indiretta (liquidi attivati - Paw). Numerosi casi studio hanno dimostrato l'efficacia nel ridurre microrganismi, micotossine e residui di pesticidi in prodotti ortofruticoli come melone, rucola e mirtilli. Tuttavia, la docente ha sottolineato che la complessità dei meccanismi d'azione, la variabilità delle matrici alimentari e la mancanza di norme consolidate rendono necessario un ulteriore approfondimento scientifico prima di un'ap-

## TECNICA POST-RACCOLTA

plicazione su larga scala. L'Università è attualmente coinvolta in diversi progetti europei su questo fronte, tra cui Tech4Path, Plasmafood e Pass.

### Ozono dal campo alla cella.

Federico Ponti, direttore della Met srl di Bologna, ha riportato l'esperienza della propria azienda nella progettazione e fornitura di sistemi professionali a ozono per la sanificazione in ortofrutta. L'ozono, generato da aria o ossigeno attraverso scarica elettrica, si è confermato efficace contro un'ampia gamma di patogeni e contaminanti. Met propone generatori differenziati per acqua o aria, già impiegati in campo (es. irrigazione con acqua ozonizzata), durante il lavaggio, o direttamente nelle celle frigorifere ad oggi applicate su insalate, kiwi e tuber. L'intervento ha evidenziato anche l'importanza della normativa europea (Reg. Ce 852/2004) e della certificazione Euo3Ta per garantire sicurezza e conformità nell'utilizzo industriale.

### Nanoboz: nanotecnologia e ozono in acqua.

Alessandro Rossi (Nanoboz) ha illustrato un innovativo approccio basato su nanobolle di ozono e ossigeno per la sanificazione dell'acqua in tutte le fasi della filiera ortofrutticola: dalla produzione al post-raccolta. Questa tecnologia, applicabile sia in campo sia nelle linee di lavorazione in magazzino, consente di abbattere biofilm e patogeni. Nel post-raccolta, i lavaggi con acqua trattata con nanobolle hanno ottenuto la più bassa carica microbica ( $1,4 \times 10^2$  Cfu), superando ozono tradizionale

e fitosanitari. Il sistema si distingue per la sua eco-compatibilità e per il potenziale di riduzione dei costi operativi, oltre che sicurezza di impiego in presenza di personale in ambienti chiusi.

### Plasma freddo e ionizzazione bipolare.

Stefano Gambini di Alfa Water (Awions) ha presentato due tecnologie alternative: il plasma freddo non termico (Ntp) e la ionizzazione bipolare (Npbi). Il plasma freddo è un gas ionizzato che genera reazioni chimiche senza riscaldare l'ambiente, rendendolo ideale per trattamenti delicati come quelli su frutta, senza alterare le proprietà organolettiche del prodotto. La ionizzazione bipolare, invece, utilizza elettrodi ad ago per generare ioni positivi e negativi, aumentando l'efficacia della sanificazione dell'aria senza produzione di ozono. Gli ioni generati eliminano contaminanti e agenti patogeni presenti nell'aria. Nel corso di una recente sperimentazione su kiwi Hayward di 7 produttori da diversi areali in Italia, stoccati per 6 mesi in una cella commerciale di  $300 \text{ m}^3$  a  $-1^\circ\text{C}$ , le due tecnologie combinate hanno dimostrato grande efficacia nella riduzione microbica e nella preservazione della qualità, candidandosi come alternativa concreta all'uso di 1-Mcp.

### Fotocatalisi e LED Uv-c.

Alberto Cigada del Politecnico di Milano ha illustrato i risultati ottenuti con Uvc-Next, una tecnologia basata sulla combinazione di Led Uv-c e filtri trattati con biossido di titanio ( $\text{TiO}_2$ ). Il sistema utilizza un filtro tridimensionale in poliestere, attivato dalla luce Uv-c, che è in grado di catturare e neutralizzare batteri,

virus e particolato atmosferico. I dati presentati sono molto promettenti: fino al 99,9% di efficacia microbica e 86% di rimozione batteri/virus. Durante i test nei banchi ortofrutta presso Gdo in Spagna a temperatura ambiente per 10 giorni, attraverso il dispositivo (Gondola Magia), è stato osservato un chiaro rallentamento della maturazione e una migliore conservazione delle proprietà organolettiche, dimostrando l'efficacia della tecnologia anche in contesti di vendita al dettaglio.

### Integrare le diverse tecnologie

In conclusione, le tecnologie non termiche per la sanificazione post-raccolta offrono soluzioni efficaci e sostenibili per prolungare la conservabilità dei prodotti ortofrutticoli. L'integrazione di più tecnologie in modo sinergico potrebbe rappresentare una strategia vincente, purché calibrata in base al tipo di prodotto, alla durata della conservazione e alle condizioni operative della cella. La ricerca continua a esplorare l'efficacia combinata di questi metodi, con l'obiettivo di ottimizzare la qualità e la sicurezza alimentare lungo tutta la filiera.

L'incontro tecnico, promosso dal gruppo di lavoro post raccolta di Rinova, ha messo in evidenza un panorama tecnologico in forte evoluzione. Le soluzioni presentate — Uv-c con fotocatalisi, plasma freddo, ionizzazione bipolare, ozono e nanobolle — rappresentano strumenti avanzati per affrontare le nuove sfide di sostenibilità, sicurezza e qualità nella filiera ortofrutticola. In un contesto normativo e di mercato sempre più orientato alla riduzione dell'impatto ambientale e all'eliminazione di residui chimici, queste tecnologie offrono alternative praticabili, già in fase di sperimentazione avanzata o prossime all'adozione industriale. Tra gli obiettivi del Gruppo di lavoro sul postraccolta di Rinova dalla prossima stagione sarà testare e validare le tecnologie esposte sia a livello sperimentale sia a livello commerciale per verificarne pregi e difetti nel contesto produttivo regionale.

*Incontro tecnico finanziato grazie a Ocm Ortofrutta Reg. Ue 2021/2115, art.50 - Programma Operativo 2023/2029 - "Sviluppo di innovazioni bio-tecnologiche nel settore post raccolta frutta".*

