



Dossier

Shelf life

Il ruolo dei Moca nel prolungare
la "durabilità" dei prodotti alimentari

Stefano Prosseda

**Impianti di atmosfera controllata.
Nuova norma UNI**

56

Pietro Sciarra e Francesco Pomilio

**Vegetali in Map.
I fattori che alterano la loro shelf life**

63

Impianti di atmosfera controllata

Nuova norma UNI

Scopo degli impianti è estendere la shelf life di frutta e verdura

di Stefano Prosseda

Relatore del progetto della norma UNI 10193:2020

56

**Lo scorso ottobre,
l'UNI ha pubblicato
la norma 10193:2020,
che definisce
i requisiti tecnici
per la progettazione,
l'installazione e l'esercizio
dei sistemi
di conservazione
in atmosfera controllata
di frutta e verdura.
Sostituendo, così,
la versione precedente,
datata 1993: 27 anni fa**

I termine shelf life significa "vita di scaffale" e si utilizza per dichiarare la vita commerciale di un prodotto, quindi il tempo che trascorre tra la produzione e il consumo dell'alimento senza che vi siano rischi per la salute del consumatore. Grazie agli impianti di atmosfera controllata, si può estendere notevolmente il periodo di conservazione di frutta e ortaggi in modo da

poterli commercializzare in momenti dell'anno in cui la domanda e il relativo valore di mercato sono ottimali.

Già nel 2003, gli impianti di atmosfera controllata erano tecnologie consolidate in tutto il mondo e le loro prestazioni erano molto avanzate: chi scrive, ricorda ancora la sorpresa – da ingegnere e non da agronomo – nel sapere che delle mele in atmosfera *Ultra Low Oxygen* potessero rimanere croccanti e succose, come appena raccolte, ben oltre i 12 mesi.

Cos'è un impianto di atmosfera controllata

Con "impianto di atmosfera controllata" definiamo un insieme di tecnologie, installazioni e strutture che comportano anche qualche milione di euro di investimento e si integrano profondamente con la catena logistica e distributiva, incidendo sulla qualità finale di frutta e ortaggi. Gli impianti di atmosfera controllata gestiscono parametri come temperatura, umidità relativa, composizione dei gas nell'atmosfera della cella (ossigeno, anidride carbonica, etilene) per periodi anche di diversi mesi, con lo scopo di mantenere il più a lungo possibile le caratteristiche organolettiche originali del prodotto e ridurre le perdite dovute ad agenti patogeni

(funghi), fisiopatie note, quali riscaldo comune, e senescenza nonché la manifestazione di danni da freddo.

Un impianto di atmosfera controllata è formato da diverse componenti, tra cui generatori di azoto, adsorbitori di anidride carbonica ed etilene, sistema di analisi dei gas e delle variabili climatiche, centrale di controllo dell'impianto, celle con tenuta ai gas

Un impianto di atmosfera controllata presuppone l'esistenza di un impianto frigorifero, con caratteristiche specifiche necessarie per l'utilizzo combinato con l'impianto di atmosfera controllata stesso.

Si tratta, quindi, di un impianto complesso, formato da diverse componenti, tra cui generatori di azoto, adsorbitori di anidride carbonica ed

etilene, sistema di analisi dei gas e delle variabili climatiche, centrale di controllo dell'impianto, celle con tenuta ai gas.

Questi ed eventuali altri componenti, nel loro funzionamento combinato, in un regime di conduzione di atmosfera controllata statica o dinamica, creano le condizioni per la conservazione.

Alcune domande

Sappiamo davvero, come committenti, utenti o progettisti, quale sia lo stato attuale della tecnologia o cosa dobbiamo pretendere da un impianto di atmosfera controllata "fatto bene" quando lo mettiamo a bando?

Facciamo un breve test verificando a quante delle seguenti domande si riesce a rispondere con sicurezza:

- Cos'è la Dca?
- Da quanti parametri dipende il dimensionamento della cella?
- Che ruolo hanno i materiali e gli oggetti destinati ad entrare a contatto con gli alimenti (Moca)?
- Come vanno realizzati i dettagli costruttivi dei giunti per garantire la durabilità negli anni?



- Quale valore di tenuta all'aria devo imporre all'impresa che costruisce le celle?
- Quale è il tipo di impianto frigorifero adatto?
- Che tipo di generatore di azoto è necessario usare in regime Dca?
- Quali sono i requisiti minimi per un sistema di analisi e controllo?
- Come progettare un impianto per ridurre i consumi energetici?
- Quale documentazione minima devo ricevere da produttori ed installatori a fine collaudo per essere sicuro che l'installazione sia andata a buon fine?

Il ruolo dei Moca

Un piccolo "spoiler" sulla terza domanda: le resine di impermeabilizzazione usate per garantire la necessaria tenuta ai gas delle celle devono contenere additivi antimuffa compatibili con il contatto con gli alimenti.

Per il resto, frutta e ortaggi in un impianto di atmosfera controllata vengono a contatto solo con le casse in plastica, ormai veri e propri "strumenti logistici", che i produttori più accreditati producono con materiali dotati delle necessarie certificazioni per contatti con alimenti.

**Le resine
di impermeabilizzazione
usate per garantire
la necessaria tenuta
ai gas delle celle devono
contenere additivi antimuffa
compatibili con il contatto
con gli alimenti**

I requisiti minimi di capitolato

Chi scrive, vorrebbe condividere un ricordo del 2003, quando – appena dopo la laurea – iniziò a dimensionare impianti di atmosfera controllata. In quegli anni, a livello normativo "specifico" non c'era molto: la norma UNI 10193 era già datata

1993 e la differenza di 10 anni di avanzamento scientifico e tecnologico nel settore agroalimentare si notava.

La conoscenza di questi impianti era dispersa tra manuali di progettazione di impianti frigoriferi e linee guida degli istituti agronomici; i produttori leader del settore erano gli unici a possedere una visione globale delle caratteristiche di questi impianti e ad effettuare lo sforzo verso i commitment nel far percepire il valore dell'investimento in tecnologie di qualità adeguata.

È ormai assodato, presso molte cooperative ortofrutticole, che un impianto di atmosfera controllata è un investimento che crea una notevole leva di profitto economico.

È però anche noto che questa "leva" funziona solamente soddisfacendo (senza facili economie) "minimi requisiti di capitolato":

- adottando tecnologie attuali, sicure e affidabili;
- curando la progettazione preliminare, partendo dal dimensionamento adatto al bene stoccati;
- considerando l'impianto di atmosfera controllata, appunto, come un "impianto", ossia un insieme di componenti che, supportandosi a vicenda ed interagendo tra loro, rendono possibili le prestazioni di alto livello che fanno la differenza sul ritorno dell'investimento;
 - generatori di azoto con efficienza e taglia adeguata al fine di ridurre il consumo energetico;
 - sistemi di misura e controllo dei gas e delle numerose variabili impiantistiche;
 - progettazione dell'impianto frigorifero "compatibile" con la conservazione in atmosfera controllata:
 - involucro delle celle adeguatamente progettato ed eseguito;
 - montaggio a regola d'arte, con cura dei dettagli costruttivi;
 - logiche di manutenzione e controllo;
 - qualifiche degli operatori.

La nuova norma UNI

Tutte le risposte alle domande poste sopra sono contenute nella nuova UNI 10193:2020, uscita l'8 ottobre scorso, con una caratteristica particolare



Interno di una cella carica vista dall'oblò di ispezione.

- tipica delle norme - ossia la massima rappresentatività lungo la filiera. La norma è stata redatta, commentata e approvata da rappresentanti di produttori, agronomi ed esperti, committenti, utilizzatori ed istituzioni attive nel settore della sicurezza sul lavoro. Un testo solidissimo e basato su un ampio consenso delle parti interessate.

Non va dimenticato, inoltre, l'impatto che questa norma potrà avere anche sui consumatori. Un impianto progettato e condotto nel pieno rispetto della UNI 10193:2020 è una garanzia di qualità in più per il consumatore, anche perché consentirebbe di ridurre o addirittura eliminare alcuni trattamenti chimici post-raccolta.

La norma UNI 10193:2020 è, dunque, il nuovo descrittore dello stato dell'arte e della tecnica degli

impianti di atmosfera controllata e la sua presenza è molto utile nel capitolato di appalto relativo alla messa in opera di un impianto di atmosfera controllata.

**Un impianto progettato
e condotto
nel pieno rispetto
della norma UNI 10193:2020
consente di ridurre
o addirittura eliminare
alcuni trattamenti chimici
post-raccolta**

Vegetali in Map

I fattori che alterano la loro shelf life

Respirazione, materiali di confezionamento e traspirazione

di Pietro Sciarra e Francesco Pomilio

Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise

63

Sono molti gli elementi che influenzano l'estensione della conservazione di frutta e verdura confezionata in atmosfera protettiva. Considerazioni su respirazione e traspirazione dei prodotti vegetali e materiali da impiegare

L'atmosfera modificata (*Modified Atmosphere Packaging, Map*) è una tecnica di confezionamento utilizzata per conservare alimenti, inclusi i prodotti vegetali. La Map è prodotta

immettendo all'interno della confezione una miscela di gas diversa dall'aria (78% N₂, 21% O₂, 0,03% CO₂), al fine di aumentare la shelf life e migliorare la qualità dell'alimento¹.

Poiché frutta e vegetali sono ancora attivi dal punto di vista metabolico e, dunque, respirano anche dopo che sono stati raccolti e lavorati, ci sono molti fattori che influenzano l'estensione della loro shelf life e l'applicazione del confezionamento in Map.

In generale, i prodotti sottoposti a lavorazioni più impattanti (ad esempio, prodotti affettati o sminuzzati) saranno soggetti ad un alto grado di deperibilità determinata da un tasso di respirazione maggiore poiché la loro superficie è maggiormente esposta all'ossigeno.

La respirazione

La respirazione può essere misurata tramite il consumo di O₂ o la produzione di CO₂ e

¹ Farber, J.N., Harris, L.J., Parish, M.E., Beuchat L.R., Suslow, T.V., Gorney, J.R., Garret, E.H., Busta, F.F. (2003). *Microbiological Safety of Controlled and Modified Atmosphere Packaging of Fresh and Fresh-Cut Produce. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 2 (supplement).

Vedi anche Oluwafemi, J. C., Pramod, V. M., Fahad, A.A., Umezuruike, L.O. (2012). *Modified Atmosphere Packaging Technology of Fresh and Fresh-cut Produce and the Microbial Consequences-A Review*. *Food Bioprocess Technology*, 6:303-329.

determina la produzione di calore e di vapore acqueo. Il confezionamento in Map dovrà, però, indurre la riduzione del processo di respirazione degli alimenti mediante la diminuzione dei livelli di O₂ (1-5%) all'interno della confezione e conservando gli alimenti ad una temperatura di refrigerazione adeguata (0-5 °C). Sempre per quanto riguarda la respirazione, devono essere considerati fattori di tipo intrinseco ed estrinseco.

Fattori intrinseci ed estrinseci

Tra i fattori intrinseci troviamo:

- la cultivar;
- i sistemi di produzione;
- la stagione e il luogo di coltivazione;
- il livello di maturazione alla raccolta;
- il tipo e la dimensione del taglio;
- la lama da taglio.

Tra i fattori estrinseci, invece, bisogna ricordare:

- la temperatura;
- il livello di ossigeno;
- il livello di anidride carbonica;
- il tempo di conservazione delle confezioni.

Ovviamente, anche i materiali per il confezionamento devono essere tenuti in considerazione:

- le proprietà fisiche;
- le proprietà chimiche;
- la permeabilità, che permette il passaggio dei gas;
- la tecnologia di confezionamento, effettuata con film di polimeri grezzi, anche adesivi, inchiostri e additivi utilizzati per la produzione delle confezioni nei formati desiderati, che possono essere monostrato o multistrato, perforati e non.

Le reazioni coinvolte e gli interventi da adottare

I processi fisiologici della respirazione giocano un ruolo significativo nella qualità post-raccolta

della frutta e dei vegetali freschi all'interno della Map.

La respirazione aerobica coinvolge la degradazione ossidativa di carboidrati, lipidi e acidi organici in molecole semplici, tra cui CO₂ e acqua, con rilascio di energia. Riducendo la concentrazione di O₂ intorno al prodotto, quindi all'interno della confezione, si diminuisce l'attività degli enzimi ossidativi, come la polifenolossidasi, l'acido ascorbico ossidasi e l'acido glicolico ossidasi. La composizione del gas all'interno delle confezioni permette di ridurre il tasso respiratorio e, abbassando la temperatura, si ritardano le reazioni enzimatiche, estendendo la shelf-life ed evitando lo scadimento della qualità nutrizionale e di aspetto del prodotto. Nel caso di uso di una miscela che contenga una percentuale di O₂ bassa (<1%), possono invece essere favorite le fermentazioni anaerobiche, con conseguente distruzione dei tessuti e produzione di sostanze che provocano la formazione di odori e sapori sgradevoli nell'alimento.

L'azoto nella miscela (N₂) ha tre diverse funzioni:

- l'allontanamento di O₂;
- la capacità di ritardare i processi ossidativi;
- la capacità di rallentare la moltiplicazione dei microrganismi aerobi deterioranti, quali il gas di riempimento per mantenere la conformità del packaging.

La CO₂ è l'unico gas aggiunto ad avere attività antimicrobica, altera le funzioni della membrana cellulare, inibisce o rallenta la velocità delle reazioni enzimatiche, penetra nella membrana cellulare dei batteri determinando un cambiamento di pH e, infine, modifica le proprietà fisico-chimiche delle proteine. Tuttavia, l'azione inibitoria della CO₂ ha differenti effetti sui microrganismi. Così, mentre batteri aerobici come *Pseudomonas* spp. vengono inibiti con moderate concentrazioni di CO₂ (10-20%), la replicazione di batteri lattici può essere favorita.

Il bilanciamento della concentrazione dei gas utilizzati per la produzione di alimenti in Map richiede di considerare il tasso di respirazione del prodotto, la permeabilità del film utilizzato ai gas e la temperatura di conservazione degli

alimenti. Tutto ciò al fine di ottenere il miglior beneficio per il consumatore in termini sanitari, nutrizionali e organolettici.

Materiali da impiegare per il confezionamento: funzioni ed applicazioni

I materiali da impiegare per il confezionamento devono essere selezionati per la protezione fornita, la forza, la sigillabilità, la trasparenza, la lavorabilità, la possibilità di etichettare e, infine, il mantenimento della composizione della miscela dei gas all'interno della confezione, il quale è un processo dinamico attivo o passivo di alterazione della miscela gassosa.

I film a base di polisaccaridi permettono la creazione dell'atmosfera desiderata e sono più vantaggiosi rispetto alla plastica o ai film termoretraibili

A causa del processo passivo, la composizione della miscela di gas da utilizzare viene modificata dal processo di respirazione del prodotto e dalla permeabilità del film. Il processo attivo, invece, sostituisce o allontana il gas presente all'interno della confezione.

Per mantenere costante la composizione gassosa all'interno dell'imballaggio, si possono aggiungere agenti attivi (gas scavenger), quali assorbitori di CO₂, che ne possono prevenire l'accumulo.

I rivestimenti da utilizzare, generalmente composti da polisaccaridi, quali cellulosa, pectina, amido, carragenina e chitosano, possono aderire alle superfici di taglio, permettendo il trasferimento dei gas. Grazie alla loro permeabilità ad O₂ e CO₂, quindi, i film a base di polisaccaridi permettono la creazione dell'atmosfera desiderata e sono più vantaggiosi rispetto alla plastica o ai film termoretraibili, più dannosi per l'ambiente.

Sono disponibili in commercio numerosi film derivati dalla cellulosa oppure, tra i rivestimenti da utilizzare per frutta e vegetali, sono indicati materiali quali la carbossimetilcellulosa.

La traspirazione

La traspirazione è un processo fisiologico importante per la qualità dei prodotti vegetali, interi o tagliati freschi dopo la raccolta.

La traspirazione è in funzione del contenuto d'acqua (determina perdita di umidità), che causa perdita di peso e avvizzimento, portando a perdite economiche lungo tutta la catena di produzione alimentare.

Il tasso di traspirazione del prodotto vegetale dopo la raccolta, durante il trasporto e la conservazione, è influenzato da diversi fattori, come il rapporto superficie-volume, le lesioni superficiali, le caratteristiche anatomiche e morfologiche, lo stato di maturità ed i fattori ambientali, come temperatura, umidità relativa



Tabella 1
Condizioni di stoccaggio raccomandate per prodotti vegetali freschi confezionati in Map

ALIMENTO	ATMOSFERA MODIFICATA			
	Temperatura (C°)	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	Efficienza
Barbabietole rosse cubettate o pelate	0-5	5	5	Moderata
Broccoli, cimette di rapa	0-5	2-3	6-7	Buona
Cavoli tritati	0-5	5-7.5	15	Buona
Cavoli cinesi tritati	0-5	5	5	Moderata
Carote tritate, a bastoncini o affettate	0-5	2-5	15-20	Buona
Cipolla affettata o tagliata a dadini	0-5	2-5	10-15	Buona
Funghi affettati	0-5	3	10	Non raccomandata
Lattuga (a foglia rossa) tritata	0-5	0.5-3	5-10	Buona
Lattuga (a foglia verde) tritata	0-5	0.5-3	5-10	Buona
Lattuga (a testa di burro) tritata	0-5	1-3	5-10	Moderata
Lattuga (Iceberg) tritata o triturata	0-5	0.5-3	10-15	Buona
Lattuga (Romana) tritata	0-5	0.5-3	5-10	Buona
Patate, affettate o pelate intere	0-5	1-3	6-9	Buona
Peperoni a dadini	0-5	3	5-10	Moderata
Pomodori affettati	0-5	3	3	Moderata
Porro affettato	0-5	5	5	Moderata
Rapa svedese affettata	0-5	5	5	Moderata
Spinaci puliti	0-5	0.8-3	8-10	Moderata
Zucchine affettate	5	0.25-1	-	Moderata

(RH), movimenti dell'aria e pressione atmosferica. Diversi studi hanno dimostrato che c'è una stretta relazione tra la temperatura e l'umidità relativa sul ritmo di traspirazione, che gioca un importante ruolo nel determinare le condizioni di stoccaggio ottimali dei prodotti vegetali freschi (Tabella 1). Ad un'aumentata umidità relativa, l'incremento del tasso di traspirazione è direttamente proporzionale all'aumento della temperatura. I film polimerici per la Map fungono da barriera meccanica al movimento del vapore d'acqua aiutando a mantenere un alto livello di umidità all'interno dell'imballaggio, riducendo la perdita di peso del prodotto. Tuttavia, un livello di umidità relativa eccessivo all'interno dell'imballaggio può determinare una condensazione sul prodotto, creando condizioni favorevoli alla crescita di patogeni e microrganismi alterativi.

Alcuni studi hanno dimostrato che i prodotti in atmosfera modificata perdono umidità in misura minore. Dopo 60 giorni di stoccaggio a 5 °C,

le nespole confezionate in Map, ad esempio, subiscono una perdita di acqua tra 0.9 e 1.5%, mentre per quelle all'interno di imballaggi di polietilene perforati il contenuto di umidità scende dell'8-9%.

Oltretutto è stato osservato che in Map le nespole conservano la loro qualità organolettica e un livello di acidi organici ottimale. È stato inoltre investigato l'effetto combinato del trattamento termico e del confezionamento in Map sulla qualità dei pomodori: si è visto che l'atmosfera modificata riduce la perdita di peso del 41%, rispetto ai campioni non confezionati, dopo due settimane di stoccaggio a 10 °C. I risultati ottenuti con le sperimentazioni hanno dimostrato che temperature di refrigerazione corrette (inferiori a 5 °C), applicate insieme al confezionamento in Map, riducono i processi fisiologici e aumentano la conservabilità dei prodotti vegetali freschi, riducono la moltiplicazione di batteri patogeni e alteranti e le alterazioni organolettiche del prodotto confezionato.