

Più shelf life con i composti bioattivi

Opportunità, sfide e prospettive future

di Luca De Rensis

Chimico ed Esperto di Sicurezza dei Materiali

Inibizione della crescita di microrganismi patogeni o alteranti, rallentamento dei processi ossidativi e miglioramento della stabilità dell'alimento durante la sua conservazione. Questi i principali vantaggi dell'uso dei composti bioattivi all'interno del packaging. Un segmento ricco di potenzialità, ma che richiede un approccio multidisciplinare e collaborativo tra ricerca, industria, regolatori e consumatori

Negli ultimi decenni, l'industria alimentare ha assistito a una trasformazione profonda delle esigenze dei consumatori, sempre più orientati verso prodotti non solo sicuri e di qualità, ma anche sostenibili dal punto di vista

ambientale. Uno scenario in cui la funzione dell'imballaggio alimentare non è più limitata alla semplice protezione fisica dell'alimento, dovendo rispondere a criteri più complessi, quali il mantenimento della freschezza, la riduzione degli sprechi, il contenimento di contaminazioni microbiologiche e la minimizzazione dell'impatto ecologico.

In risposta a queste esigenze si è sviluppato il concetto di imballaggio attivo, una tipologia di packaging in grado di interagire direttamente con l'alimento (o con l'ambiente circostante), al fine di prolungarne la shelf-life, preservarne le caratteristiche sensoriali e assicurare un maggior livello di sicurezza alimentare.

In questo contesto, un'area particolarmente promettente è rappresentata dall'impiego di composti bioattivi, molecole dotate di proprietà antimicrobiche, antiossidanti e, in alcuni casi, anche antifungine. L'uso di questi composti all'interno dei materiali di confezionamento consente di inibire la crescita di microrganismi patogeni o alteranti, rallentare i processi ossidativi e, più in generale, migliorare la stabilità dell'alimento durante la sua conservazione.

Ciò che rende questi composti particolarmente interessanti è la loro origine naturale e rinnovabile. Tra l'altro, molti di essi possono essere estratti da sottoprodotti e scarti dell'industria agroalimentare, come bucce, semi, vinacce o foglie, offrendo così una duplice valenza: da un



lato, migliorando le prestazioni del packaging e, dall'altro, favorendo il recupero di risorse, secondo i principi dell'economia circolare.

Cosa sono i composti bioattivi e da dove provengono

I composti bioattivi (BC) sono sostanze naturali o sintetiche in grado di esercitare attività biologica sui componenti dei tessuti viventi, producendo un'ampia gamma di effetti.

Tra le principali categorie di composti impiegabili nel packaging attivo rientrano i polifenoli, una delle classi più studiate, che includono flavonoidi, tannini, acidi fenolici e stilbeni; si trovano comunemente nella buccia e nei semi di frutta, nel tè, nel vino e in numerose piante aromatiche. Altri composti di rilievo sono gli oli essenziali, liquidi estratti da materiale vegetale, come fiori, radici, corteccia, foglie e bucce, noti per le loro proprietà antimicrobiche e antiossidanti. Seguono i carotenoidi, come il licopene e il β -carotene, pigmenti naturali presenti in frutta e ortaggi di colore

rosso, arancione o giallo, anch'essi dotati di attività antiossidante. Infine, i peptidi bioattivi, frammenti proteici con attività biologica; ottenuti da fonti naturali come il latte o tramite sintesi, sono in grado di conferire agli imballaggi proprietà antimicrobiche, antiossidanti o migliorative della conservazione.

Ciò che rende l'impiego di questi composti particolarmente interessante è la possibilità di estrarli da materiali di scarto dell'industria agroalimentare, rendendo il loro utilizzo non solo funzionale, ma anche ecologicamente virtuoso. Ad esempio, le vinacce derivanti dalla produzione del vino sono una fonte ricchissima di polifenoli, mentre le bucce di pomodoro e carota contengono elevate concentrazioni di carotenoidi. Allo stesso modo, gli scarti della spremitura degli agrumi sono un'ottima risorsa per ottenere oli essenziali ricchi in limonene e altre sostanze aromatiche attive.

Ma c'è di più: molti di questi composti sono già naturalmente presenti negli alimenti o utilizzati come additivi alimentari, il che ne facilita l'accettazione normativa e commerciale anche nel contesto del confezionamento.

Integrazione nei materiali di imballaggio

L'efficacia dei composti bioattivi nei packaging alimentari dipende in larga misura da come questi vengono incorporati nei materiali di imballaggio: un passaggio cruciale per garantire non solo la stabilità delle sostanze funzionali durante la produzione, ma anche il loro corretto rilascio e la compatibilità con l'alimento. A seconda del tipo di materiale utilizzato e della natura del composto bioattivo, possono essere adottate diverse strategie di incorporazione, ognuna con vantaggi e limiti specifici.

Una delle più comuni è l'incorporazione diretta nella matrice polimerica durante la fase di estrusione o termoformatura. In questo caso, il composto viene mescolato con il materiale plastico (o bioplastico) fuso, così da distribuirsi uniformemente nella struttura del film. Una tecnica relativamente semplice da implementare a livello industriale, ma che comporta criticità: molti composti bioattivi sono infatti termolabili e rischiano di degradarsi alle alte temperature richieste dal processo. Per ovviare, si stanno sperimentando metodi alternativi come l'estruzione a bassa temperatura o l'utilizzo di materiali polimerici biodegradabili che richiedono minore energia termica.

Un'altra tecnica molto diffusa è il rivestimento superficiale. In questo approccio, il composto bioattivo viene applicato sulla superficie del materiale di imballaggio tramite immersione, spalmatura, nebulizzazione o stampa. Questa modalità consente di preservare l'integrità dei bioattivi, evitando l'esposizione al calore e garantendo un contatto più diretto con l'al-

L'imballaggio attivo è una tipologia di packaging in grado di prolungare la shelf-life, preservare le caratteristiche sensoriali e assicurare un maggior livello di sicurezza alimentare dell'alimento

biente o l'alimento.

Negli ultimi anni, si è affermato anche l'impiego di nanotecnologie, grazie all'utilizzo di nanoparticelle per l'incapsulamento di composti bioattivi. Una tecnica che permette di proteggere le molecole attive dalla degradazione ambientale e di regolarne in modo estremamente preciso il rilascio. Tuttavia, restano aperti alcuni interrogativi legati alla sicurezza e alla regolamentazione di queste tecnologie.

In ogni caso, la scelta della modalità di integrazione dipende da molteplici fattori: il tipo di alimento, la durata di conservazione richiesta, le condizioni di stoccaggio, la natura del materiale di imballaggio e, non da ultimo, i vincoli normativi e i costi industriali.

Vantaggi e proprietà migliorate: alcuni esempi applicativi

L'integrazione dei composti bioattivi nei materiali offre una serie di vantaggi concreti che riguardano sia le proprietà tecniche dei materiali stessi, sia l'efficacia del sistema di confezionamento nel suo complesso.

Uno dei benefici più evidenti riguarda evidentemente la prolungata shelf-life dei prodotti. Grazie all'azione antiossidante e antimicrobica dei bioattivi, l'alimento conserva più a lungo le sue caratteristiche organolettiche, nutrizionali e microbiologiche, riducendo il rischio di deterioramento precoce, senza ricorrere in modo massiccio a conservanti chimici.

Dal punto di vista del consumatore, l'utilizzo di imballaggi attivi basati su composti bioattivi trasmette anche un messaggio positivo in termini di trasparenza, naturalità e innovazione. Sempre più attenti alla salubrità degli alimenti e alla composizione degli imballaggi, i consumatori apprezzano soluzioni che offrono garanzie aggiuntive in termini di freschezza e qualità. In questo senso, il packaging attivo diventa anche uno strumento di comunicazione e differenziazione del prodotto, con ricadute favorevoli sul marketing e sul posizionamento commerciale.

Uno dei settori in cui i packaging attivi stanno trovando maggior possibilità di impiego è quello dei prodotti freschi, come frutta, verdura e carni.



**Uno dei settori
in cui i packaging attivi
stanno trovando
maggior possibilità
di impiego
è quello dei prodotti freschi,
come frutta, verdura e carni**

Alcuni studi¹ hanno utilizzato oli essenziali di origano, rosmarino o timo incorporati in pellicole biodegradabili a base di chitosano o acido polilattatico (Pla), dimostrando un significativo effetto antimicrobico contro batteri e muffe responsabili del deterioramento.

Nel settore lattiero-caseario, sono stati sviluppati packaging contenenti estratti naturali ricchi di

polifenoli, capaci di ridurre l'ossidazione lipidica nei formaggi stagionati o nei formaggi freschi, contrastando l'irrancidimento e preservando il sapore originale.

Anche i prodotti da forno possono beneficiare dell'uso di packaging attivi: l'inserimento di composti bioattivi con proprietà antiossidanti e antimicrobiche ha mostrato la capacità di rallentare la formazione di muffe e il deterioramento dovuto all'ossidazione dei grassi, allungando così la shelf-life, senza compromettere la freschezza o la consistenza del prodotto.

Sfide e prospettive future

L'innovazione nel campo dei packaging alimentari attivi a base di composti bioattivi si trova oggi a un punto di svolta importante, con molteplici

¹ Vedi <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35625227/>

opportunità, ma anche sfide da affrontare per tradurre le potenzialità scientifiche in soluzioni pratiche, affidabili e sostenibili su larga scala. Le prospettive future vedono, infatti, un'evoluzione verso sistemi sempre più intelligenti, personalizzati e integrati, in grado di rispondere alle esigenze di un mercato alimentare in rapida trasformazione, più consapevole e attento alla qualità, alla sicurezza e all'impatto ambientale. Tuttavia, nonostante i progressi tecnologici, permangono diverse sfide da superare.

In primo luogo, la sicurezza alimentare rimane un aspetto cruciale: è necessario garantire che i composti bioattivi, soprattutto quelli di origine naturale o nanostrutturati, non comportino rischi. Questo richiede studi approfonditi, protocolli di valutazione rigorosi nonché un quadro normativo aggiornato e condiviso a livello internazionale.

Un'ulteriore sfida è rappresentata dalla standardizzazione dei processi produttivi: i metodi di integrazione dei bioattivi devono essere effi-

cienti, riproducibili e compatibili con le linee di confezionamento esistenti per consentire una diffusione su larga scala a costi sostenibili.

Non meno importante è il tema dell'accettazione da parte del consumatore, che gioca un ruolo decisivo nell'adozione di nuovi packaging. La comunicazione trasparente sui benefici, la sicurezza e la sostenibilità degli imballaggi attivi è fondamentale per costruire fiducia e incoraggiare scelte consapevoli.

Insomma, il futuro degli imballaggi alimentari a base di composti bioattivi appare ricco di potenzialità, ma richiede un approccio multidisciplinare e collaborativo tra ricerca, industria, regolatori e consumatori.

Solo in questo modo il packaging, da semplice involucro, potrà trasformarsi sempre più in un componente attivo e intelligente, capace di proteggere, preservare e comunicare, rispondendo alle nuove esigenze di un mondo in continua evoluzione. Senza tuttavia perdere di vista la sostenibilità.

