

# Dossier

## Shelf life Come prolungare la durabilità



*Luca Foltran*

**Nanotecnologie. Benefici  
e potenzialità per gli imballaggi.....34**

*Lia Bardasi e Paolo Bonilauri*

**Spezie. Come influenzano  
la shelf life.....40**

# Nanotecnologie Benefici e potenzialità per gli imballaggi

Il futuro del packaging si fonda in buona parte su queste tecnologie

di Luca Foltran

Chimico ed Esperto di Sicurezza dei Materiali

34

**Le nanotecnologie apportano molteplici vantaggi in diversi ambiti, dalla shelf life alla sostenibilità. Ma è necessario considerare anche i rischi per la salute umana associati al loro utilizzo**

La domanda di cibi più sani con una durata di conservazione più lunga è in forte ascesa e l'imballaggio alimentare gioca un ruolo fondamentale nel soddisfare questa aspettativa. In questo contesto, l'impiego delle nanotecnologie nei sistemi di imballaggio si è rivelata una soluzione promettente per estendere la shelf-life di diversi tipi di alimento. Ma non solo. L'impiego di nanomateriali permette anche di:

- migliorare le proprietà barriera di una confezione;
- accrescerne la resistenza strutturale;
- implementarne la tracciabilità;
- migliorarne le etichette.

Buona parte del futuro del confezionamento, fatto di imballaggi attivi, intelligenti e biodegradabili, si fonda proprio sulle nanotecnologie: i nanomateriali possono agire da veicoli di sostanze attive o essere sostanze attive essi stessi, possono servire addirittura per creare nanocircuiti che contengano le informazioni sul prodotto, sensori per la presenza di sostanze particolari, inchiostri nanometrici sensibili al calore.

Tecnologie che non trascurano nemmeno un tema tanto caro al consumatore come quello della sostenibilità. Ed è per questo che accanto a sostanze in nanoforma utilizzate nelle bottiglie in PET per bevande, allo scopo di creare una barriera ai gas ed alle radiazioni UV, si affacciano nuove soluzioni come gli imballaggi in nanocellulosa, in grado di sostituire la plastica, in quanto biodegradabili, più sottili e leggeri.

Le nanotecnologie applicate all'imballaggio



alimentare possono davvero prolungare la shelf-life garantendo al contempo confezioni sostenibili e prive di rischi per la salute?

## Cosa sono i nanomateriali

Per comprendere le potenzialità di questa innovativa tecnologia è innanzitutto necessario capire di cosa stiamo parlando. La nanotecnologia è un ambito delle scienze e tecnologie applicate che interessa il controllo della materia su scala atomica e molecolare, di solito al di sotto di 100 nanometri. Dimensioni infinitamente piccole, certamente invisibili all'occhio umano (1nm è pari ad un milionesimo di metro); per avere un'idea dell'ordine di grandezza basti pensare che il virus dell'HIV è grande circa 120 nm, un globulo rosso umano circa 6000-8000 nm e un capello quasi 80000 nm.

L'uomo, mediante questa tecnologia, ha imparato a manipolare i materiali, modificandone la disposizione degli atomi e realizzando in laboratorio molti nanomateriali "ingegnerizzati" che, pur avendo la stessa composizione chimica dei medesimi di dimensioni convenzionali, manifestano proprietà chimico-fisiche estremamente diverse. A titolo esemplificativo, l'oro in forma nano ha una colorazione rossa, ben diversa dal tipico giallo a cui siamo abituati; il biossido di titanio, notoriamente inerte, in nanoforma manifesta reattività chimica; il carbonio, caratterizzato da bassa conduttività, sotto forma di nanotubi diventa un buon conduttore. Nel settore dell'imballaggio alimentare le tecniche a disposizioni permettono la dispersione di particelle all'interno di una matrice polimerica (in questo caso si parla di nanocompositi), ma è anche possibile depositare le stesse sulla superficie della confezione ottenendo così un *nanocoating*.





©www.shutterstock.com

36

## Nanotecnologie nell'imballaggio alimentare: quali benefici

Guardando alla funzione primaria di una confezione, ovvero contenere e proteggere il cibo, è facile capire che essa deve avere perlomeno una resistenza meccanica tale da renderla resistente per tutta la sua vita utile, offrire una sufficiente barriera ai gas e garantire una sufficiente stabilità termica e all'umidità. I nanomateriali possono migliorare tutte queste proprietà.

Ma se negli ultimi 20 anni i nanocompositi sono stati una delle aree di maggior ricerca nel settore dei polimeri è per ragioni ben precise. Innanzitutto la realizzazione di nanocompositi prevede l'impiego di matrici tradizionali; il fatto che non siano necessarie nuove sintesi polimeriche è indubbiamente vantaggioso sotto il profilo economico. Vi è poi l'aspetto legato alla quantità necessaria per raggiungere gli effetti desiderati. Rispetto alle cariche tradizionali, per le quali si è costretti ad aggiungere anche decine di punti percentuali, con le nanocariche è sufficiente solo qualche punto percentuale. Ciò riduce drasticamente i rischi di alterazione delle performance e della

processabilità del materiale coinvolto e consente di conservare, ove necessario e nella maggior parte dei casi, la trasparenza ottica della matrice polimerica.

## Imballaggi attivi ed intelligenti

Se le confezioni tradizionali sono barriere passive che possono solo ritardare gli effetti negativi della contaminazione di un alimento, negli "imballaggi attivi" il packaging interagisce deliberatamente, nonché in maniera calibrata, con esso o con l'atmosfera che lo circonda, incorporando o sottraendo sostanze, secondo esigenza. Una delle maggiori preoccupazioni rispetto alla sicurezza alimentare di un prodotto confezionato, come dimostrano i recenti casi di cronaca, è rappresentato dalla possibile contaminazione da parte di microrganismi patogeni. Ecco che una soluzione è fornita proprio dagli imballaggi attivi, in grado di limitare la proliferazione microbica incorporando nanoparticelle di metalli (tra i più comuni argento, rame, oro) e ossidi (biossido di titanio, ossido di silicio o di zinco). Sostanze molto stabili che, tuttavia, risultano

## Negli imballaggi attivi il packaging interagisce deliberatamente con l'alimento o con l'atmosfera che lo circonda

tossiche per un'ampia gamma di microorganismi, tra cui *Escherichia coli*, *Salmonella* e *Stafilococcus aureus*, principali cause di tossinfezioni alimentari in Europa.

L'ingresso di ossigeno nelle confezioni è un altro fenomeno che può portare ad una riduzione della shelf-life a causa di reazioni ossidative. Tra gli effetti negativi si evidenziano odori e sapori indesiderati, cambiamenti di colore, crescita di microrganismi, consumo delle vitamine e ridotte qualità nutrizionali.

Le nanotecnologie possono conferire all'imballaggio la capacità di catturare le molecole d'ossigeno presenti all'interno: si parla in questo caso di assorbitori di ossigeno (*oxygen scavengers*). Infine, alcune sostanze indesiderate, generate dal processo di maturazione di frutta e verdura, possono formarsi durante il periodo di conservazione.

È il caso dell'etilene, ormone prodotto naturalmente, incolore ed inodore, che tuttavia accelera a sua volta la maturazione e il deterioramento della qualità del prodotto.

Una situazione in cui risultano di particolare utilità gli "assorbitori di etilene".

Sono ancora una volta le nanoparticelle d'argento a svolgere un ruolo attivo che, assorbendo e decomponendo la molecola, consentono di estendere il tempo di conservazione di molti prodotti freschi.

L'imballaggio può anche avere un ruolo comunicativo nei confronti del consumatore: si definisce intelligente (o smart) una confezione che ha la capacità di monitorare lo stato di conservazione del prodotto alimentare o dell'ambiente che lo circonda, consentendo così di capire se il cibo è ancora fresco e se è stato gestito in modo corretto lungo tutta la supply chain.

Tra i nanosensori più all'avanguardia si annoverano indicatori di freschezza, tempo-temperatura,

rilevatori di umidità, sensori ottici di ossigeno e di CO<sub>2</sub>, rilevatori di tossine e di contaminanti. Basandosi su nanocompositi conduttivi, sono persino in grado di rilevare agenti patogeni prodotti dalla decomposizione del cibo, come *Salmonella*. Gli identificatori a radiofrequenza (RFID) possono offrire diversi vantaggi legati alla tracciabilità degli alimenti: in questo contesto, inchiostri basati su nanoparticelle possono sostituire il silicio attualmente utilizzato per la realizzazione di questi indicatori, con una netta riduzione dei costi, senza contare l'interessante possibilità di averli flessibili.

## Contributo alla sostenibilità

Sempre più spesso si sente parlare di sostenibilità e il mondo delle nanotecnologie non può esimersi dal concentrarsi anche su questo ambito.

Non a caso molti dei più recenti studi hanno posto l'attenzione su cariche disperse in biopolimeri, per coniugare il vantaggio offerto dalle nanotecnologie con quello ambientale dell'uso di polimeri derivanti da fonti rinnovabili. La carta è certamente il materiale principe



©www.shutterstock.com



©www.shutterstock.com

## Le nanotecnologie possono conferire all'imballaggio la capacità di catturare le molecole d'ossigeno presenti all'interno

quando si tratta di sostenibilità, essendo anche il maggiormente riciclato tra quelli usati per il confezionamento; ed ecco che anche imballaggi realizzati con questo materiale possono godere dell'impiego di *nanocoating*, sia in termini di prestazione meccaniche sia di effetto barriera. Ma le potenzialità dei composti nano sembrano davvero illimitate quando si tratta di imballaggi cellulosici: mediante nanoparticelle di silicio si è riusciti a realizzare *coating* in grado di fornire caratteristiche di idrorepellenza e idrofobia (molto ricercate in ambito packaging)

notevolmente più alte rispetto ai *coating* tradizionali. Doveroso citare tra le innovazioni anche la nanocellulosa, materiale che potrebbe rivoluzionare l'industria cartaria. Si tratta di un prodotto di origine naturale, biodegradabile e non tossico, le cui proprietà di barriera ai gas, di resistenza termica e meccanica sono competitive rispetto a quelle delle materie plastiche sintetiche. Pur in presenza di numerosi vantaggi, la sua sensibilità all'umidità e il suo comportamento non termoplastico rappresentano oggi un grosso ostacolo per un'ampia diffusione nel settore del confezionamento alimentare.

## I rischi e la legge europea

Se la nanotecnologia ha enormi potenzialità e ampi margini di sviluppo, tuttavia non possono non essere considerati i potenziali rischi per la salute umana.



Proprio per questo motivo si è sviluppata una nuova scienza, la nanotossicologia, che si prefigge di studiare come le alterate proprietà fisico-chimiche possano aumentare la biodisponibilità e le proprietà biologiche dei nanomateriali rispetto agli stessi materiali in forma convenzionale.

Ad influire sulla tossicità dei nanomateriali sarebbero infatti la dimensione e la forma piuttosto che la composizione chimica; la (molto limitata) mole di dati oggi a disposizione costringe ad una valutazione del rischio da condursi "caso per caso".

A livello europeo, non esiste nemmeno una legislazione dedicata ai nanomateriali ma solo una serie di raccomandazioni, linee guida e regolamenti di carattere generico. Di conseguenza, l'impiego di una sostanza in nanoforma deve prima essere valutato in termini di sicurezza e successivamente autorizzato: a questo proposito l'Autorità europea per la Sicurezza alimentare

**La nanotossicologia studia come le alterate proprietà fisico-chimiche possano aumentare la biodisponibilità e le proprietà biologiche dei nanomateriali rispetto agli stessi materiali in forma convenzionale**

(EFSA) fornisce consulenze scientifiche sulle modalità di valutazione delle richieste, presentate da industrie alimentari, volte ad ottenere l'autorizzazione all'uso di nanomateriali (ingegnerizzati) in materiali destinati al contatto con alimenti.



©www.shutterstock.com

# Spezie

## Come influenzano la shelf life

Gli effetti sulla durata di vita di un prodotto

di Lia Bardasi e Paolo Bonilauri

Biologi dirigenti, Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna

**Le spezie sono state utilizzate fin dai tempi antichi con diverse finalità, grazie alle loro capacità di conferire sapori e colori ai cibi e alle loro proprietà conservanti**

**L**e spezie, grazie ai loro naturali componenti, possono avere effetto batteriostatico e/o battericida o antifungino sia sui microrganismi alteranti sia sui microrganismi patogeni.

La valutazione della loro efficacia nei confronti dei microrganismi può essere studiata in vitro, ma, nel caso si renda necessario, attraverso un challenge test è possibile effettuarla durante la shelf life del prodotto.

La Food and Drug Administration definisce le spezie come sostanze vegetali aromatiche, intere,

frammentate o macinate, la cui funzione significativa in un alimento è il condimento piuttosto che la nutrizione; da esse non viene rimossa alcuna porzione di olio volatile o altro principio aromatizzante<sup>1</sup>.

In tutto il mondo ne vengono prodotte oltre 100 varietà. L'Asia è leader nella produzione in particolare di cannella, pepe, noce moscata, chiodi di garofano e zenzero; l'Europa produce principalmente basilico, alloro, sedano, erba cipollina, coriandolo, aneto, timo, crescione; l'America, invece, è produttrice prevalentemente di peperoncino, noce moscata, zenzero, pepe di Giamaica, semi di sesamo.

Le spezie sono state utilizzate fin dai tempi antichi con diverse finalità ed hanno trovato largo impiego nel settore alimentare grazie alle loro svariate capacità di conferire sapori e colori ai cibi e alle loro proprietà conservanti<sup>2</sup>. Molte sostanze isolate dalle spezie, come ad esempio allicina, curcumina e anetolo, hanno infatti mostrato attività antimicrobica verso i più comuni microrganismi in grado di condizionare la qualità e la sicurezza microbiologica di un alimento e di conseguenza

<sup>1</sup> U.S. Food and Drug Administration. Compliance Policy Guide -CPG Sec 525.750 Spices – Definitions October 1980.

<sup>2</sup> Gottardi, D., Bukvick, D., Prasad, S., Tyagi, A.K. (2016). *Beneficial effects of spices in food preservation and safety*. Front. Microbiol. 7:1394. Doi: 10.3389/fmicb.2016.01394.





©www.shutterstock.com

## L'allicina, la curcumina e l'anetolo hanno mostrato un'attività antimicrobica verso i più comuni microrganismi

incidere sulla durata della vita commerciale del prodotto.

Il deterioramento di un alimento dipende da diversi fattori fisico-chimici, come la presenza di ossigeno, la luce, la temperatura, ma anche da fenomeni biologici come l'attività enzimatica e lo sviluppo microbico. A molte spezie, come ad esempio zenzero, pepe nero, peperoncino, origano, timo, viene attribuita attività antiossidante e la relazione fra tali proprietà e il deterioramento degli alimenti è ben documentata<sup>3</sup>.

Per prevenire il fenomeno dell'ossidazione lipidica, l'industria alimentare utilizza normalmente composti come BHT (Butylated Hydroxytoluene) e BHA (Butylated Hydroxyanisole), ma sempre di più si sta orientando verso la scelta di prodotti naturali. L'utilizzo di spezie con potere antiossidante grazie alla presenza di composti fenolici costituisce un valido approccio alternativo.

Normalmente per prolungare la shelf life di un alimento si interviene cercando di contenere lo sviluppo microbico: tutti i trattamenti più frequentemente utilizzati sono volti ad abbattere la flora batterica potenzialmente presente o a contenerne o modularne lo sviluppo, quindi vengono utilizzati trattamenti termici come la pastorizzazione o la sterilizzazione oppure vengono fornite indicazioni stringenti sulle modalità di conservazione a basse temperature o ancora vengono utilizzate combinazioni fra trattamenti tecnologici e utilizzo di sostanze con attività inibente lo sviluppo

<sup>3</sup> Vedi nota 2.

## Le spezie possono essere utili sia per prevenire e contenere lo sviluppo di microrganismi alteranti sia per inibire o contenere lo sviluppo di quelli patogeni potenzialmente presenti

dei microrganismi aventi attività batteriostatica o battericida.

Le spezie possono essere utili sia per prevenire e contenere lo sviluppo di microrganismi alteranti sia per inibire o contenere lo sviluppo dei microrganismi patogeni potenzialmente presenti.

Le spezie e i corrispettivi oli essenziali contengono diversi composti che hanno dimostrato in vitro di

essere biologicamente attivi, ma la loro azione nell'alimento non è semplicemente riconducibile alle proprietà dei singoli componenti noti e le modalità con cui le spezie agiscono, nonostante i diversi studi effettuati, non sono ancora completamente comprese.

Questi principi attivi presenti nelle spezie possono essere suddivisi in composti volatili e composti non volatili. I primi sono principalmente responsabili dell'attività battericida e a loro volta si possono dividere in quattro gruppi (terpeni, terpenoidi, fenilpropeni e altri prodotti di degradazione), che differiscono fra loro per struttura chimica e per livello di attività battericida<sup>4</sup>. Poiché le sostanze con effetto antimicrobico rientrano fra le caratteristiche intrinseche di un alimento in grado di condizionare, ritardando o prevenendo, lo sviluppo dei microrganismi, l'utilizzo di composti naturali come le spezie in alternativa a composti di sintesi



<sup>4</sup> Vedi nota 2.





andrebbe incontro alla soddisfazione della richiesta del mercato.

### **Aggiunta o eliminazione di spezie: l'influenza sulla shelf life**

Una volta che ad un prodotto è stata attribuita una determinata vita commerciale e che il processo produttivo è stato validato, è noto che la validazione effettuata è relativa solo a quel prodotto e a quel determinato processo produttivo. Ogni modifica apportata alla formulazione del prodotto o a parametri o fasi del processo deve essere attentamente valutata per comprendere quale possa essere l'impatto del cambiamento e se debba rendersi necessaria una nuova validazione. Le modifiche più frequentemente apportate alle ricette sono relative proprio alla presenza delle spezie, ovvero la tendenza è quella di creare diverse varianti per un determinato alimento

### **Le spezie possiedono uno spettro molto ampio di attività nei confronti di batteri gram positivi, batteri gram negativi e miceti**

che differiscono fra loro solo per l'aggiunta di una determinata sostanza aromatizzante.

Risulta sempre opportuno procedere con attente considerazioni quando si desidera aggiungere o togliere spezie da una ricetta di un prodotto che ha una shelf life validata da studi sperimentali, sia perché le spezie possono risultare per loro natura contaminate e quindi essere apportatrici di microrganismi anche patogeni, sia perché possono essere caratterizzate dal possedere effetto batteriostatico o battericida.

Tra le cose da considerare in questo processo è



Tabella 1

**Alcune comuni spezie con principale componente attivo, microrganismi sensibili in vitro, studi negli alimenti e relativi riferimenti bibliografici**

Nome scientifico (nome comune)	Principale componente attivo	Microrganismi sensibili in vitro	Riferimenti bibliografici	Studi negli alimenti	Riferimenti bibliografici
<i>Allium sativum</i> (aglio)	Diallyl sulfide Allicin	<i>St. aureus</i> , <i>Salmonella Typhi</i> <i>B. cereus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>E. coli</i> , <i>L. monocytogenes</i>	Yadav and Singh, 2004	L'estratto alcolico controlla lo sviluppo di batteri mesofili e psicrofili in carni di pollame	Yadav and Singh, 2004
<i>Cuminum cyminum</i> (cumino)	Cuminal	<i>B. cereus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>L. Monocytogenes</i> , <i>C. freundii</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>Ps. fluorescens</i> , <i>S. enteritidis</i> , <i>St. aureus</i> A. <i>niger</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>C. albicans</i>	Ceylan and Fung, 2004 Jirovetz et al., 2005 Sethi et al., 2013	L'olio di semi di cumino protegge frumento e ceci contro <i>Aspergillus</i> spp. Inoltre riduce la carica batterica totale nei campioni di carne	Kedia et al., 2014
<i>Foeniculum vulgare</i> (finocchio)	Anethole	<i>B. cereus</i> , <i>S. enteritidis</i> <i>Y. enterocolitica</i> , <i>St. aureus</i> , <i>B. subtilis</i> E. <i>coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> A. <i>niger</i> , <i>C. vulgaris</i> <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>E. coli</i>	Ceylan and Fung, 2004 Shahat et al., 2011		
<i>Mentha piperita</i> (menta)	Menthol 1,8-cineole	<i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>St. aureus</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>C. albicans</i>	Sharafi et al., 2010 Saharkhiz et al., 2012 McKay and Blumberg, 2006; Tyagi et al., 2013	L'olio essenziale inibisce la crescita di <i>S. cerevisiae</i> nei succhi di mele e arance	Tyagi et al., 2013
<i>Origanum vulgare</i> (origano)	Carvacrol	<i>E. coli</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. cerevisiae</i>	Siroli et al., 2014 b Lv et al., 2011	Inibisce la crescita di <i>L. monocytogenes</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>E. coli</i> O157:H7, <i>Y. enterocolitica</i> , <i>Aeromonas hydrophila</i> , e <i>Pseudomonas</i> nelle carni di diverse specie (pollo, coniglio e altre) e in preparazioni vegetali (insalate di melanzana) svolgendo anche un controllo sulla flora microbica alterante	Tajkarimi et al., 2010 Burt, 2004 Jayasena and Jo, 2013 Radha et al., 2014 Patrignani et al., 2015
<i>Piper nigrum</i> (pepe nero)	Piperine	<i>St. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>B. cereus</i> , <i>P. aeruginosa</i>	Shiva Rani et al., 2013	Olio e resine oleose controllano la crescita microbica nel succo d'arancia	Kapoor et al., 2014
<i>Rosmarinus officinalis</i> (rosmarino)	<i>p</i> -Cymene Linalool Thymol Terpinene Carnosic acid Carnosol	<i>Brochothrix thermosphacta</i> <i>Pseudomonas</i> spp	Jayasena and Jo, 2013 Özcan and Chalchat, 2008 De La Torre Torres et al., 2015	Inibisce la crescita di <i>L. monocytogenes</i> , <i>E. coli</i> O157:H7, <i>Y. enterocolitica</i> , <i>A. hydrophila</i> in preparazioni a base di carne e insalate fresche	Tajkarimi et al., 2010 Patrignani et al., 2015
<i>Salvia officinalis</i> (salvia)	1,8-Cineole	<i>Salmonella</i> spp	Hayouni et al., 2008	Rallenta il deterioramento degli alimenti a base di latte e lo sviluppo di <i>Salmonella</i> spp. nella carne di manzo macinata	Tajkarimi et al., 2010 Hayouni et al., 2008



©www.shutterstock.com

opportuno valutare la fase in cui queste spezie vengono addizionate e la tipologia di prodotto a cui si vogliono addizionare.

Non sarà possibile fare una trattazione esaustiva di tutti i casi che si possono presentare, ma possiamo analizzarne alcuni. Considerando l'aspetto "negativo" della potenziale contaminazione microbiologica che la spezia può apportare (*Salmonella* spp., *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Cronobacter* spp, *Shigella*), è importante tenere conto del momento del processo produttivo in cui avviene l'aggiunta, ad esempio se prima o dopo una fase letale e quali sono gli step successivi del processo produttivo e le modalità di conservazione del prodotto durante la shelf life<sup>5</sup>. Valutando invece gli aspetti "positivi", cioè gli effetti batteriostatici e/o battericidi che caratterizzano talune spezie, si possono considerare due categorie di alimenti:

- una prima tipologia, caratterizzata solo dalla presenza della flora microbica presente nei singoli ingredienti;
- una seconda tipologia, che deve subire una trasformazione microbiologica (ad esempio, fermentazione) in cui è frequente l'aggiunta di flora microbica con funzione tecnologica (salumi e formaggi).

Nel primo caso, l'aggiunta di una spezia con effetto batteriostatico andrà considerata favorevolmente, mentre l'eliminazione andrà valutata con attenzione. Per gli alimenti trasformati, invece, l'aggiunta o l'eliminazione di una spezia potrà incidere non solo sui microrganismi patogeni potenzialmente presenti, ma anche sulla flora batterica addizionata o naturalmente presente utile al processo, rendendo questa valutazione più complessa. Fortunatamente il ruolo delle spezie nell'ambito della sicurezza alimentare e della conservazione degli alimenti è stato oggetto di molteplici studi, effettuati sia in vitro sia in vivo.

### Valutazione dell'attività antimicrobica in vitro

Numerosi articoli sono stati pubblicati sulla valutazione dell'attività antimicrobica delle spezie in vitro; estratti di intere piante o di parti di esse sono stati testati nei confronti di diversi microrganismi, così come oli essenziali e composti attivi derivati dalle spezie sono stati utilizzati per valutare l'attività battericida e/o batteriostatica nei confronti di diversi batteri. A fronte di queste diverse ricerche effettuate, si è evidenziato che le spezie possiedono uno spettro molto ampio di attività nei confronti di batteri gram+, batteri gram- e miceti (vedi *Tabella 1*). Tuttavia, è difficile predire come i differenti microrganismi risultino sensibili, dal momento che i composti attivi delle spezie possono avere impatto su diversi bersagli, come

<sup>5</sup> U.S. Food and Drug Administration (2013). *Draft Risk Profile: Pathogens and Filth in Spices*.

ad esempio le membrane cellulari, enzimi e/o materiale genetico.

Alcune indagini effettuate utilizzando miscele di spezie e/o di loro componenti hanno evidenziato un effetto sinergico nella maggior parte dei casi, ovvero l'attività battericida sui microrganismi testati risultava maggiore quando le spezie venivano utilizzate in miscela anziché singolarmente.

## Valutazione dell'attività antimicrobica in vivo

La valutazione del potenziale antimicrobico di determinate spezie in vitro necessita anche di una fase valutativa in vivo, dal momento che nel sistema "alimento reale" le proprietà fisiche e biochimiche dei principi attivi delle spezie possono subire cambiamenti in relazione alla complessità della matrice alimentare. La capacità di alcune spezie o dei loro componenti di inibire il deterioramento degli alimenti agendo come conservante è stata, in questo modo, determinata in diversi studi su prodotti carnei, pesce, latticini, vegetali (Tabella).

Sebbene esistano diversi studi sulle possibili applicazioni dell'utilizzo di spezie come conservanti negli alimenti, solo alcune sono correntemente utilizzate; il rosmarino, ad esempio, viene utilizzato per le sue proprietà conservanti nella preparazioni di carne e l'olio essenziale di rosmarino viene impiegato non solo per le sue qualità aromatizzanti, ma anche per le sue attività antimicrobica ed antiossidante: l'acido carnosico, uno dei suoi principali componenti, oltre ad avere un effetto antibatterico, possiede un'attività antiossidante maggiore di quella dei comuni additivi alimentari, quali BHT (Butylated Hydroxytoluene) e BHA (Butylated Hydroxyanisole)<sup>6</sup>.

Sebbene alcuni studi in matrice alimentare abbiano avuto come oggetto prodotti che risultavano anche accettabili per il consumatore, l'aspetto sensoriale rappresenta un punto critico per l'adozione delle spezie o dei loro composti attivi

negli alimenti. Talvolta, infatti, i valori di minima concentrazione inibente rilevati in vivo sono maggiori di 3-4 volte rispetto a quelli rilevati in vitro, pertanto il quantitativo di spezia da aggiungere per raggiungere un effetto battericida potrebbe essere tale da rendere l'alimento non più accettabile per il consumatore dal punto di vista organolettico. Per ovviare a questa problematica è possibile sfruttare l'effetto sinergico che alcune spezie manifestano oppure utilizzare la spezia in associazione con un altro trattamento tecnologico come pastorizzazione, trattamento con alte pressioni idrostatiche (High Pressure Processing, HPP) o trattamento con campo elettrico pulsato. Le spezie sono un ottimo strumento a disposizione per migliorare le caratteristiche organolettiche di un alimento, ma possono anche trovare un ruolo nella parziale o integrale sostituzione di sostanze sintetiche con effetto batteriostatico oppure essere utilizzate in associazione con altri trattamenti tecnologici per migliorarne l'efficacia. Tuttavia, quando si decide di aggiungere o eliminare una spezia, è importante considerare

- la sua potenziale contaminazione microbiologica;
- il punto del processo in cui viene aggiunta (pre o post letale);
- il potenziale effetto batteriostatico/battericida e se questo si può manifestare alla concentrazione d'uso;
- verso quali microrganismi questo potenziale effetto si può manifestare;
- se la spezia aggiunta può alterare il processo di trasformazione dell'alimento.

Al termine di queste valutazioni va ricordato che, se considerato utile, si possono eseguire delle prove in vitro per testare la capacità della spezia di influire sul proprio processo predittivo e successivamente valutare se debba essere necessario rivalidare il processo e/o la shelf life del prodotto dopo il cambio di ricetta.

<sup>6</sup> De La Torre Torres, J.E., Gassara, F., Kouassi, A.P., Kaur Brar, S., Belkacemi, K. (2015). *Spices use in food: properties and benefits*. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. Doi: 10.1080/10408398.2013.858235.