



Nanomateriali nel settore alimentare: decisamente **utili**, ma... altrettanto **sicuri**?

Dalla storia della nanotecnologia alle infinite applicazioni dei nanomateriali nel settore alimentare. Un argomento estremamente ampio che "lab" ha approfondito con Federica Gallocchio, Dirigente Chimico presso la struttura SCS2 – Chimica dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie.

a cura di **Giovanni Abramo**

Biologo



Federica Gallocchio,
Dirigente Chimico, SCS2
Chimica, IZSve.

lab: Cosa si intende per nanotecnologia e nanomateriali?

Federica Gallocchio: La nanotecnologia è un campo della scienza e delle tecnologie applicate che si occupa del controllo della materia su scala atomica e molecolare, solitamente tra 1-100 nanometri (1 nanometro = 10^{-9} metri). Si tratta di dimensioni estremamente piccole, che possono essere osservate solo al microscopio elettronico. La nanotecnologia può essere impiegata trasversalmente in moltissimi campi: dalla chimica alla biologia, dalla fisica alla scienza dei materiali e all'ingegneria, solo per citarne alcuni.

Un materiale prodotto grazie alla nanotecnologia viene definito NanMateriale (NM). Nello specifico, un NM presenta composizione chimica identica allo stesso materiale in scala normale, ma talvolta può manifestare proprietà chimico-fisiche diverse grazie a una maggiore superficie specifica.

Tanto per fare alcuni esempi: l'oro in forma nano acquista una colorazione rossa ben diversa dalla colorazione "gialla" a cui tutti siamo abituati; il biossido di titanio, notoriamente inerte, in forma nano manifesta reattività chimica; il carbonio, noto come cattivo conduttore, sotto forma di nanotubi diventa un buon conduttore ecc.

lab: Qual è stato lo sviluppo e l'utilizzo dei nanomateriali nel corso degli anni?

FG: Innanzitutto, i NM esistono da sempre in natura. Esempi ne sono il polline, costituito da particelle piccolissime definibili nanoparticelle (NPs), oppure i virus, che hanno dimensioni comprese nel range di 1-100 nm. Le NPs possono trovarsi nell'ambiente in quanto presenti nelle polveri o nella cenere vulcanica, oppure come conseguenza di attività antropiche (ad esempio, sono contenute nei gas di scarico delle automobili o in quelli emessi dalle candele accese).

Le stesse NPs di oro e argento sono state usate sin dall'antichità grazie alle loro proprietà ottiche, in grado di conferire al vetro colorazioni diverse. Basti pensare

alla famosa "coppa di Licurgo" che, grazie alla presenza di NPs di oro e argento, cambia colore a seconda dell'illuminazione. Ma è solo a partire dalla seconda metà del '900 che è iniziato un uso consapevole dei nanomateriali, grazie all'aiuto della scienza che ha consentito una loro produzione volontaria.

I nanomateriali vengono impiegati in molteplici e diversi ambiti; in molti casi, si tratta ancora di fasi di studio e sviluppo, ma i risultati evidenziati sono promettenti. Ad esempio, in medicina, si sta testando l'uso di NPs come carrier in grado di veicolare i farmaci direttamente all'organo bersaglio colpito dalla malattia, riducendo notevolmente gli effetti collaterali associati a trattamenti invasivi (come la chemioterapia). In elettronica, le aziende stanno conducendo studi per lo sviluppo di batterie con durata maggiore o in grado di ricaricarsi molto più velocemente rispetto alle batterie convenzionali. Lo sviluppo di celle solari nanotech ha consentito di ottenere sistemi più efficaci, riducendo significativamente i costi di produzione rispetto alle celle solari convenzionali. La nanotecnologia, inoltre, può essere impiegata in ambito aerospaziale. I nanomateriali impiegati per la costruzione di veicoli spaziali diminuiscono notevolmente il peso e quindi la quantità di carburante richiesta. Questi progressi potrebbero ridurre notevolmente i costi per raggiungere l'orbita e viaggiare nello spazio.

Nel settore ambientale i nanomateriali possono essere sfruttati per migliorare la qualità dell'acqua e dell'aria. Nel primo caso, si è visto che alcuni tipi di NPs sono in grado di rimuovere i contaminanti derivanti da processi industriali attraverso reazioni chimiche in grado di neutralizzarli. Nel secondo caso, le nanotecnologie possono migliorare le prestazioni dei catalizzatori utilizzati per trasformare i vapori che fuoriescono dalle automobili o dagli impianti industriali in gas innocui. Questo grazie a una superficie maggiore che consente una più efficace interazione con le sostanze chimiche.

lab: Come vengono usate le nanotecnologie in campo alimentare?

FG: Le nanotecnologie possono essere impiegate anche in campo alimentare in diverse fasi del processo produttivo.

Grazie all'elevata area superficiale, l'utilizzo di NM consente una maggiore efficienza produttiva, comportando una diminuzione dell'uso di sostanze chimiche (conservanti, coloranti, aromatizzanti, zuccheri, sale ecc.) e, quindi, l'ottenimento di alimenti più "salutari".

I NM possono inoltre essere impiegati per migliorare l'assorbimento di nutrienti negli integratori e nei mangimi (ad esempio, sono in via di studio integratori a

base di nanoparticelle di ferro che sembrano incrementare notevolmente l'assorbimento dell'elemento). L'impiego di nanomateriali con attività antibatterica (ad esempio, nanoparticelle di argento) come costituenti di food-packaging o di superfici destinate al contatto con gli alimenti possono contribuire al controllo e alla riduzione delle tossinfezioni alimentari. L'impiego di nanosensori nel food-packaging può consentire un monitoraggio continuo dello stato di conservazione degli alimenti, oltre che la tracciabilità e l'autenticità degli stessi. Sempre più spesso, inoltre, si parla di nanopesticidi, che consistono in formulazioni di nanoemulsioni o nanoincapsulati più efficaci rispetto alle classiche formulazioni e che comportano un minor impiego di sostanze chimiche.

lab: Parliamo di sicurezza delle nanoparticelle. Cosa sappiamo a riguardo e quali le normative di riferimento in ambito alimentare?

FG: Se da un lato la nanotecnologia rappresenta una vera e propria innovazione, dall'altro, la possibilità di ottenere dalla materia proprietà nuove rende necessario studiare i nanomateriali in vista di potenziali rischi per la salute. Per rispondere a questi nuovi dubbi si è affermata una nuova branca della tossicologia, ovvero la nanotossicologia, che studia come le alterate proprietà fisico-chimiche possano aumentare la biodisponibilità sistemica e le proprietà biologiche dei nanomateriali rispetto agli stessi materiali in forma convenzionale. Infatti, non è possibile estrapolare la potenziale tossicità dei NM dalle informazioni a disposizione dai corrispondenti materiali in forma non nano. La dimensione e la forma, oltre che la composizione chimica, influiscono in modo significativo sulla tossicocinetica e sulla tossicità dei NM.

Purtroppo, attualmente, i dati a disposizione sono ancora estremamente limitati e ciò in parte è dovuto anche a una lacuna di tipo analitico, che non consente una caratterizzazione completa e univoca (composizione chimica, dimensione, forma). Di conseguenza, la valutazione del rischio associata all'uso dei NMs deve essere effettuata considerando "caso per caso".

lab: L'Unione Europea ha deciso di adottare un "approccio integrato, sicuro e responsabile" nei confronti dello sviluppo delle nanotecnologie ed è per questo che richiede di integrare la valutazione della sicurezza nella fase di progettazione e innovazione dello sviluppo di un nanomateriale anziché sperimentare la sicurezza di tali sostanze dopo la loro immissione sul mercato.

FG: Per quanto riguarda l'ambito alimentare e man-

gimistico, dal 2006 l'EFSA (European Food Safety Agency) fornisce ai gestori del rischio consulenze scientifiche e assistenza tecnica di natura indipendente, compresa l'analisi dello stato attuale di conoscenze e degli ultimi sviluppi nel settore della nanotecnologia relativamente ad alimenti e mangimi.

Attualmente, a livello europeo, non esiste una legislazione interamente dedicata ai NM in ambito alimentare, ma una serie di raccomandazioni, linee guida e regolamenti finalizzati a un uso sicuro dei NM (ad esempio, i Reg. 10/2011 e 450/2009, riguardanti il food-packaging; il Reg. 1333/2008, riguardante gli additivi alimentari; il Reg. 2283/2015, riguardante i Novel Food; il Reg. 1169/2011, che fornisce informazioni sugli alimenti ai consumatori).

In generale, in Europa, l'impiego di qualsiasi NM in ambito alimentare deve prima essere valutato in termini di sicurezza e poi autorizzato. È per questo che nel 2018 l'EFSA ha pubblicato una linea guida che fornisce suggerimenti pratici sui tipi di test richiesti e sui metodi applicabili per la valutazione dei NM. Tale linea guida può essere presa come riferimento dalle aziende che intendono utilizzare NM, al fine di redigere un dossier che ne dimostri la sicurezza. Se a livello europeo i rischi potenziali derivanti dall'impiego di nanomateriali sono tuttora oggetto di studi e valutazioni scientifiche da parte dell'EFSA e delle agenzie sanitarie nazionali, in Italia, da anni, se ne stanno occupando il Ministero della Salute, l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e alcuni centri di ricerca tra cui l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie (IZSve). Per valutare il livello di esposizione dei consumatori, i ricercatori dell'IZSve stanno sviluppando nuovi protocolli analitici di screening per rilevare nanoparticelle eventualmente presenti negli alimenti. Gli studi in corso, contestualizzati in vari progetti di ricerca, riguardano diversi tipi di NPs (argento, oro, biossido di titanio e biossido di cerio) in differenti matrici e prevedono sperimentazioni *in vivo* per simulare l'uso reale delle NPs e il loro potenziale impatto sulla catena alimentare.

lab: Infine, cosa dobbiamo aspettarci nei prossimi anni?

FG: La nanotecnologia è una scienza emergente, che promette sviluppi futuri rapidi e dinamici e da cui ci si aspetta un contributo significativo in diversi ambiti produttivi. Sicuramente tutte le attuali attività di ricerca porteranno a un uso concreto dei NM nei diversi ambiti produttivi, compreso quello alimentare. Tale risultato non potrà comunque prescindere dall'approfondimento degli aspetti tossicologici che ancora oggi risultano essere piuttosto complessi.