

INFORMATICA, BIOTECNOLOGIE, NANOTECNOLOGIE E LE LORO INFINITE COMBINAZIONI PER IL FOOD

# Meglio prevenire che curare, dalla ricerca le prime applicazioni

L'informatica, le biotecnologie, le nanotecnologie e le loro infinite possibili combinazioni stanno modificando lo scenario del confezionamento alimentare. Le nanotecnologie sono ancor oggi un mix di R&D e di prime applicazioni industriali, volte a formulare, produrre e utilizzare materiali di dimensioni pari o inferiori a

1. I nanomateriali attirano l'attenzione di chi confeziona prodotti freschi
2. Ma le caratteristiche che li rendono eccezionali stanno sollevando questioni
3. Probabilmente sfoceranno in un nuovo impianto legislativo

100 nanometri. La possibilità di intervenire sulle molecole per conferire proprietà inusuali ai materiali che le impiegano apre nuove opportunità per il confezionamento dei prodotti freschi.

Per secoli l'industria alimentare ha cercato di migliorare lo stoccaggio e il mantenimento delle proprietà nutrizionali, del sapore, del colore, della struttura e limitare il decadimento microbiologico dei cibi. In futuro i materiali ottenuti ricorrendo alle nanotecnologie



Invisibili a scaffale, molti miglioramenti si misurano in sicurezza e durabilità

forniranno risposte più efficaci a questi quesiti, ma già ora il settore fattura diversi miliardi di euro. Molte aziende stanno, infatti, valutando le potenzialità delle nanotecnologie nel settore alimentare e del food packaging, e lo stato di avanzamento dei molti progetti in corso è estremamente vario. Il maggior numero di applicazioni sono negli Usa, seguono Giappone e Cina, e si prevede che quest'ultima, nei prossimi anni, diventerà il principale utilizzatore al mondo. Diversi studi concordano nell'affermare che entro il 2012 il valore delle applicazioni nel settore alimentare dovrebbe superare i 4,5 miliardi di euro (così suddivisi: lavorazione di prodotti 1.003 milioni, ingredienti alimentari 1.135 milioni, sicurezza 74,69 milioni, packaging 2.256 milioni), mentre entro il 2015 il mercato potrebbe raggiungere 10 miliardi di euro.

## MOLTE NUOVE POSSIBILITÀ

Le nanotecnologie miglioreranno le caratteristiche degli imballaggi soprattutto per quanto riguarda le proprietà barriera, la rilevazione della presenza dei microrganismi e la riduzione della carica microbica. I nanopolimeri sostitui-

ranno molte delle attuali materie plastiche, perché poche nanoparticelle cambiano il comportamento di un materiale senza richiedere significative modifiche alla lavorazione delle plastiche e senza evidenti variazioni di densità e trasparenza. Le nanotecnologie entreranno anche nel mondo degli imballaggi "attivi", ossia dei materiali capaci di interagire con il contenuto e con l'ambiente interno ed esterno alla confezione migliorando la qualità del prodotto e prolungandone la shelf life. Tra le applicazioni più significative spiccano i film plastici instillati con ossigeno e gli assorbitori di etilene o di umidità. Si sta inoltre lavorando allo sviluppo di sensori e di componenti elettronici come transistor in film sottili ricavati da piccolissimi strati di silicio costruiti direttamente nel materiale da imballaggio e adeguatamente protetti.

Segue a pag. 34



Quello delle applicazioni delle nanotecnologie sarà un mercato miliardario



Continua da pag. 32

Questa soluzione permette un attivo monitoraggio della freschezza del prodotto e la visualizzazione sulla confezione delle informazioni così ricavate.

Come anticipato, alcuni nanocomponenti sono in grado di distruggere i patogeni che contaminano gli alimenti confezionati o di indicare quando il prodotto è scaduto. Le nanostrutture possono essere utilizzate anche contro la contraffazione. Una delle prime sperimentazioni di successo ha riguardato la costruzione di film plastici in cui il polimero di base incorpora delle nanoparticelle di argilla.

Sono ricavati dalla combinazione di polimeri molto usati nel settore alimentare (poliolefine, polistirene, etilene-vinilacetato copolimero, resine epossidiche, polietilene-tereftalato ecc.) e bentonite, un'argilla ricavata da rocce vulcaniche e pertanto facilmente reperibile in natura.

Le nanoparticelle così ottenute modificano le proprietà barriera ai gas di alcuni materiali utili per il confezionamento di carne, pesce, formaggi, dolci, cereali e piatti pronti da cuocere al vapore direttamente nelle confezioni.

Sono stati sviluppati anche polimeri con nanocomponenti a

base di metalli e di ossidi metallici. Se ne ricavano film per imballaggi attivi, molto resistenti all'abrasione e alla trazione, nonché capaci di assorbire i raggi Uv.

I metalli normalmente utilizzati sono argento, oro, ossido di zinco, silicio, diossido di titanio, allumina e ossido di ferro. I materiali contenenti nanoargento attivo inibiscono lo sviluppo microbico, e ultimamente si è scoperto che le stesse proprietà sono riscontrabili anche in nanomateriali a base di ossido di zinco e di magnesio che potrebbero quindi porsi come valide e più economiche alternative all'argento.

Altri biochip formati da Dna individueranno la presenza di batteri patogeni nei prodotti freschi o di muffe nella frutta.

I nanomateriali troveranno applicazione anche nel settore dell'Rfid. Se utilizzati per la tracciabilità assicureranno una rapida e accurata distribuzione di prodotti a breve shelf life. Sfruttando la tecnologia dei film sottili a base di nanocomposti organici, le etichette Rfid incorporeranno transistor polimerici capaci di monitorare e di segnalare informazioni relative all'interruzione della catena del freddo, al termine della shelf life e a quanto altro possa essere ritenuto utile. ■

## I limiti dell'attuale legislazione: molte le incertezze sulla sicurezza

La prevedibile espansione dell'uso delle nanotecnologie nel comparto food packaging sta suscitando quesiti sulla loro sicurezza e sul vuoto legislativo venutosi a creare. Crescono le preoccupazioni per i rischi legati all'esposizione indiretta a nanoparticelle migrate dall'imballaggio al prodotto. Le nanoparticelle hanno un rapporto superficie/volume superiore a quello delle loro forme "normali" e possono avere proprietà fisiche, chimiche e biologiche molto diverse.

Nell'autunno del 2008 l'Efsa (Autorità europea per la sicurezza alimentare) ha pubblicato un parere dove afferma che molte delle incertezze sulla sicurezza delle nanotecnologie nel settore alimentare non sono ancora state chiarite e dove raccomanda ulteriori ricerche. Efsa scrive che i principali dubbi derivano dalle scarse conoscenze sugli effetti delle nanoparticelle sulla salute umana e sull'ambiente. L'autorità sostiene inoltre che è difficile individuare, misurare e identificare le nanoparticelle negli alimenti e nella matrice biologica; che ci sono pochissime informazioni relative alla tossicocinetica e alla tossicologia.



Non tutti gli aspetti sulla sicurezza sono già stati chiariti in ambito alimentare

Sottolinea inoltre come a oggi non sia nota l'entità dell'uso dei nanomateriali nel settore alimentare e mangimistico.

La norma comunitaria che si occupa dei temi della composizione, delle caratteristiche e dell'utilizzo dei materiali a contatto con gli alimenti è il Regolamento 1935/2004/Ce. Questa legge stabilisce che i materiali destinati al contatto con gli alimenti devono essere idonei a tale uso e sostanzialmente inattivi in modo da non

cedere al prodotto contaminanti in quantità tali da costituire un pericolo per la salute umana o da determinare modificazioni inaccettabili nella composizione dell'alimento o nelle sue caratteristiche. Questo principio vale per qualsiasi materiale che possa trasferire i suoi costituenti all'alimento con risultati inaccettabili e riguarda quindi anche la migrazione dei nanocomponenti. È pertanto implicito che la quantità di sostanze migrate e le caratteristiche dei migranti siano

note, cosa che nel caso dei nanocomponenti non è sempre vera. La stessa norma prevede il ricorso a test pro-attivi sui componenti in modo da identificare i potenziali rischi legati alla loro migrazione. Nel caso dei nanocomponenti questo non è sempre possibile. Il Regolamento 1935/2004/Ue fa anche riferimento all'uso degli "imballaggi attivi ed intelligenti", li riconosce come "non inerti" e dà precise raccomandazioni per il loro utilizzo.

Gli imballaggi attivi possono modificare la composizione o le caratteristiche sensoriali degli alimenti solo se tali cambiamenti rispettano la pertinente normativa comunitaria. Pertanto ogni nanocomponente rilasciato dall'imballaggio dovrebbe essere già stato valutato e classificato alla stregua di un qualsiasi altro additivo alimentare. Alle prescrizioni normative di carattere generale l'Unione europea ha affiancato norme specifiche su plastica, ceramica e cellulosa rigenerata. Altri materiali (carta, cartone, gomma, vernici, inchiostri e adesivi) sono regolamentati da norme nazionali o da standard industriali. Tutte queste



Nanostrutture contro le sofisticazioni

norme prevedono che i componenti e gli additivi ammessi per la fabbricazione dei materiali siano elencati in liste positive.

Le loro restrizioni all'uso sono espresse sotto forma di limiti alla migrazione negli alimenti o come limiti nella composizione dei materiali. Queste regole valgono anche per i nanomateriali, ma i limiti di migrazione definiti per i corrispondenti composti di normali dimensioni non sono applicabili ai loro nanoequivalenti a causa delle possibili differenze in termini di caratteristiche fisiche, chimiche o biologiche.

La normativa Ue definisce anche le procedure analitiche. Non è stato ancora appurato se le attuali procedure valgano anche per la migrazione delle nanoparticelle dall'imballaggio all'alimento. In ambito comunitario si sta valutando un documento che potrebbe presto trasformarsi in una proposta di norma sull'uso di sostanze e materiali che per le loro caratteristiche sono difficilmente associabili alle leggi esistenti, fino ad allora i nanomateriali continueranno a essere soggetti all'impianto legislativo esistente. ■

## Limits of current legislation: the lack of knowledge about the impacts

**T**he foreseeable extensive use of nanotechnologies by fresh food packaging industry is stirring up safety and regulatory questions. Many people fear risk of indirect exposure due to potential migration of nanoparticles from packaging.

Nanoparticles have a surface areas/volume rate higher than their conventional forms and may reveal considerably different physical, chemical and biological properties. In fall 2008 Efsa (European Food Safety Authority) issued a draft opinion which stated that there are uncertainties over the safe use of nanotechnology for foodstuffs, so more research is recommended.

The Authority wrote: "The main concerns stem from the lack of knowledge about the potential effects and impacts of nano-sized materials on human health and the environment" and that there is a "difficulty to characterise, detect and measure engineered nanomaterials in food/feed and biological matrices".

The Authority says that there are limited information available related to aspects of toxicokinetics and toxicology, besides "The current usage levels of engineered nanomaterials in the food and feed area is unknown".

The main Eu regulatory framework related to composition, properties and use of food contact materials and articles is the Regulation (EC) 1935/2004.

It states that any material intended for food contact must be suitably and inactive to avoid that the substances are transferred to products, in such quantities to harm human health or to bring about an unacceptable change in food composition or properties. This rule is for any material that may transfer its constituents into food with unbearable results and it affects also the migration of "nanocomponents" from packaging.

This implies that the transfer rate and the properties of migrated substance are known, but for the nano-

components this is not always true. The same Regulation requires proactive testing of components to identify their potential hazard and determine any dose-response. The Regulation (EC) 1935/2004 also applies to the use of: "active packaging" and "intelligent packaging", it recognizes that they are not inert by design, and, therefore, addresses the main requirements for their use. Active packaging may change the composition or sensorial properties of foods only if the changes comply with the EU provisions valid for them.

So any nano-sized ingredient intended to be released would have to be evaluated as a direct food additive. In addition to the general provisions of the framework regulation, EU has specific rules for plastics, ceramics and regenerated cellulose. Other materials (paper, paperboard, rubber, coatings, inks and adhesives) fall under national laws or industrial standards. The general approach is that the material ingredients, additives and more are included in positive lists of admitted ingredients.

Restrictions on these substances take the form of limits of their migration into foodstuffs or limits on the

composition of the materials. These rules are relevant also for nanomaterials but the safe maximum migration limits that have been determined for macro-components can not be applied to their nano-equivalents, due to possible differences in their physical, chemical or biological properties. EU regulation describes also test procedures. It has to be already determined if the current test procedures are valid also with respect to the possible transfer of nanoparticles from materials into foods.

The current legislation clearly places the responsibility of products safety on the manufacturers' shoulders; they have to carry out an adequate risk assessment based on data for migration, toxicity and intake. A working document is currently being discussed by the European Commission and Member States, it may become a proposal for rules on substances and materials that are tricky and not dealt with elsewhere in the legislation. Until such legislation is completed and adopted, nano-materials will continue to be dealt with by a combination of general EU food law and more specific controls on particular materials and articles. ■



Restano dubbi sulle procedure per constatare la migrazione verso l'alimento



## Nano-packaging and precautionary principle: the food packaging industry scenario is changing

**N**anomaterials are going to play an increasing role across the fresh food market, but the properties that make them so beneficial are raising safety concerns that will probably lead to a new regulatory process. Information technology, biotechnology, nanotechnology and their merging are changing the food packaging industry scenarios. Nanotechnology is still a mix of R&D and industrial applications; they lead to making, processing and using materials having reference to dimensions in a range of 100 nanometers or less. The fresh food packaging area is particularly interested in such developments as they modify packaging materials structure on a molecular scale, providing them with one or more desired properties. For centuries, food industry has explored the way to enhance products storage maintaining their original nutritional value, color, taste, flavor, texture and, of course, ensuring the due microbiological safety. In future a lot of new materials obtained by nanotechnology will provide better answers to many of these needs but also today nanotechnology is a wide-ranging, multi-million-euros global industry. Many food companies are actively

exploring the potential of nanotechnology for use in food or food packaging, at the same time products and their applications are currently at different stages of development. The nanofood sector is currently headed by USA, followed by Japan and China, the last one is expected to become the world biggest market within a few years. Several researches agree to state that by 2012 the overall market value related to food industry is supposed to reach 4.5 billion Euros (food processing will worth 1,003 m Euros, food ingredients 1,135 m Euros, food safety 74.69 m Euros and food packaging 2,256 m Euros) and its global market impact is expected to go up to 10 billion Euros by 2015.

### A WIDE RANGE OF NEW POSSIBILITIES

Nanotechnology will impact packaging R&D in a number of areas including: improved barrier properties, biodetection and antimicrobialism. Polymer nanocomposites are supposed to replace a large percentage of present plastics in packaging applications, because a rela-

tively low level of nano-particles is enough to change the properties of packaging materials without significant changes in processing characteristics, density and transparency. The development of sensors and electronics such as thin film transistors based on thin-film silicon made-up directly (with appropriate coating) on packaging material allows active monitoring of product freshness and displays information on the package. Some nanocomposites destroy pathogens in film-packaged foods or indicate when product passed the point of safety. The nanostructures are also a powerful weapon against counterfeiters. The first to emerge as improved materials for food packaging were polymer composites incorporating clay nanoparticles. They are a combination of polymers well known by food industry (such as polyolefins, polystyrene, ethylene-vinylacetate copolymer, epoxy resins, polyethylene terephthalate, etc.) and bentonite, a cheap and widely available natural clay from volcanic rocks. Such materials can change the gas barrier properties of many food-packaging materials used for meats, cheese, confectionery, cereals, steam bag cooking foods. To obtain antimicro-



Verso la creazione di barriere invalicabili

bial "active" packaging, enhance abrasion resistance, UV absorption and film strength, polymer nanocomposites incorporating metal or metal oxide nanoparticles have been developed. The metal and metal oxide nanomaterials frequently used are silver, gold, zinc oxide, silica, titanium dioxide, alumina and iron oxides. Nanosilver "active" materials preserve the food by inhibiting the growth of microorganisms and the recently discovered antimicrobial properties of nano-zinc oxide and magnesium oxide are expected to provide a more affordable and safe food packaging solutions in the future. Dna-based biochips will detect the presence of harmful bacteria in fresh foods, or moulds affecting fruit. Nanomaterial will be used also for Radio Frequency Identification. If used for traceability they will assure a quick and accurate distribution of a wide variety of goods with limited shelf-life. RFID smart labels incorporating polymeric transistors that use nanoscale organic thin-film technology, will control and provide reports for anomalies such as wrong temperature, extinguished shelf life and more. ■



Gli Stati Uniti sono al momento leader nell'implementazione. Bene anche Giappone e Cina