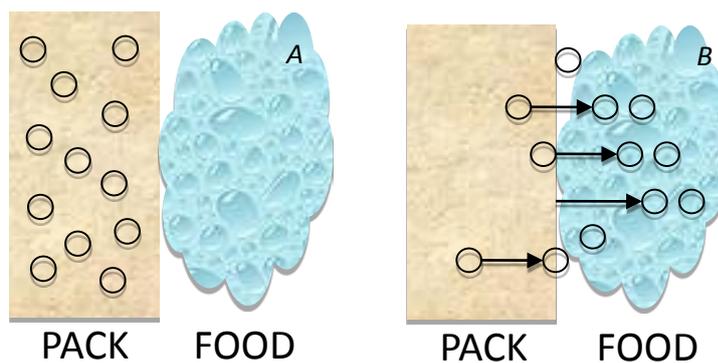


## Materiali *smart* per l'imballaggio

L'imballaggio primario, quello a diretto contatto con l'alimento, è stato storicamente considerato sempre come un contenitore o un materiale di tipo *passivo*, avente l'unica funzione di barriera inerte, per proteggere il cibo confezionato da gas, umidità e contaminazioni esterne. Negli ultimi 20 anni, si è andata consolidando l'idea di nuovi sistemi di confezionamento che potessero rispondere con successo alle evoluzioni che hanno caratterizzano e caratterizzano il mercato alimentare. E' necessario, infatti, che le industrie alimentari e di food packaging tengano conto delle esigenze relative al mercato degli alimenti confezionati, a sua volta legato alle nuove abitudini sociali: attualmente si fa la spesa ad intervalli di tempo sempre più lunghi per cui è necessario disporre di imballaggi in grado di prolungare il più a lungo possibile la shelf-life soprattutto dei prodotti freschi. Lo sviluppo di **nuovi materiali attivi** per l'imballaggio rappresenta una delle innovazioni necessarie per fronteggiare le problematiche evidenziate. I sistemi di imballaggio attivo, infatti, interagiscono con l'alimento confezionato e, andando a rallentare o inibire quei meccanismi di degradazione che causano l'inaccettabilità, ne aumentano notevolmente la shelf-life.

Esistono numerosi esempi di imballaggi attivi, ciascuno avente una specifica funzione: assorbitori di ossigeno, di anidride carbonica, di acqua e di etilene, emettitori di etanolo, di antiossidanti, di antimicrobici e di aromi. Tra essi, i più interessanti sia dal punto di vista scientifico che applicativo sono i sistemi a rilascio controllato di sostanze antimicrobiche ed antiossidanti. Gli agenti attivi devono combinare il potenziale effetto battericida e/o fungicida a caratteristiche di sicurezza ambientale, assenza di tossicità e basso costo.

Numerosissimi sono gli studi riportati in letteratura su materiali polimerici sintetici o di origine naturale in cui sono state inglobate sostanze attive che, una volta rilasciate dal materiale all'alimento, sono grado di rallentare la crescita di microorganismi contaminanti l'alimento o di inibire fenomeni di ossidazione e di irrancidimento.



**Figura 1.** Schematizzazione del meccanismo di rilascio della sostanza attiva, inizialmente inglobata nel film polimerico (A), dal film all'alimento (B)

Attualmente una delle sfide più interessanti è la capacità di riuscire a controllare la cinetica e la quantità di sostanza attiva rilasciata dal materiale polimerico per poter contrastare in maniera mirata, e quindi particolarmente efficace, il meccanismo di degradazione dello specifico alimento confezionato. Tra le varie tecniche proponibili per l'additivazione del film polimerico, va considerato sia l'inserimento diretto della sostanza attiva all'interno di materiali polimerici multistrato che la sua veicolazione attraverso particelle organiche o inorganiche con il duplice scopo di modulare le cinetiche di rilascio dall'imballo all'alimento e di migliorare le performances del materiale plastico in termini di stabilità termica e dimensionale, proprietà meccaniche e proprietà barriera. Questo secondo approccio è certamente più recente ed innovativo e la sua applicazione diventa fondamentale soprattutto quando la matrice polimerica in cui additivare le sostanze attive è biodegradabile e quindi presenta, in alcuni casi, scarse proprietà barriera e di resistenza meccanica.

Un'altra tipologia di imballaggi *smart* è quella dei **nuovi materiali intelligenti** ovvero sistemi in grado di monitorare lo stato di conservazione del prodotto confezionato comunicando al consumatore informazioni basate sulla capacità di rilevare e registrare cambiamenti che avvengono all'interno o all'esterno della confezione. Esistono, infatti, due tipologie di imballaggi intelligenti, quelli in grado di misurare le condizioni esterne alla confezione (i.e. temperatura) e quelli in grado di rilevare direttamente la qualità dell'alimento conservato all'interno della confezione (i.e. presenza di sostanze di degradazione). Alcuni degli imballaggi intelligenti sviluppati sono sistemi in grado di monitorare lo stato di conservazione del prodotto confezionato, ovvero indicatori tempo-temperatura capaci di dare evidenza di eventuali interruzioni della catena del freddo per prodotti alimentari che richiedono la conservazione a basse temperature oppure indicatori di freschezza,

sensori in grado di indicare la presenza di ossigeno nella confezione e di microrganismi patogeni. Più recentemente invece le attività di ricerca si sono focalizzate sulla possibilità di inglobare nei materiali da imballaggio gli indicatori a radio frequenza (RFID) che permettono l'identificazione, mediante onde radio, di ogni singolo prodotto. L'utilizzo di questi sistemi permette la tracciabilità completa della filiera e la possibilità di evidenziare quindi eventuali anomalie nel percorso del prodotto alimentare, oltre a ridurre notevolmente la possibilità di contraffazione.

Dal punto di vista legislativo il Regolamento dell'Unione Europea 1935/2004/EC ha fornito per la prima volta la possibilità di utilizzare i materiali attivi in Europa permettendo l'uso di materiali contenenti sostanze che possono migrare nell'alimento. Il Regolamento contiene inoltre le disposizioni generali circa la sicurezza di tali materiali attivi ed intelligenti e definisce il quadro del processo di valutazione da parte dell'EFSA (European Food Safety Authority). Il nuovo Regolamento 450/2009/EC del 2009 può essere considerata una misura che definisce specifiche regole per l'utilizzo sicuro dei materiali attivi ed intelligenti da applicare in aggiunta ai requisiti descritti nel precedente Regolamento 1935/2004/EC.

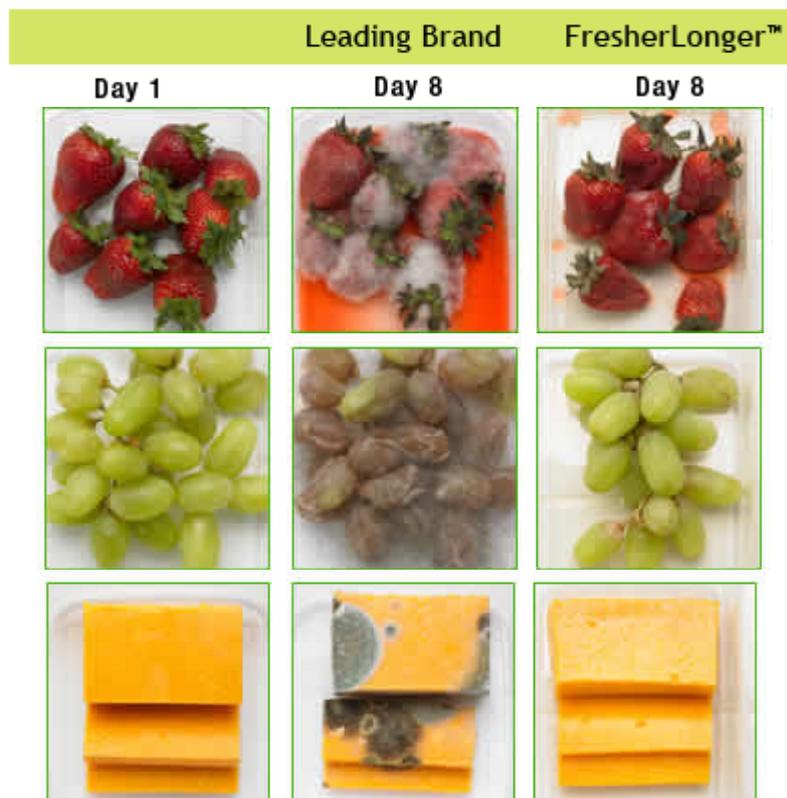


Figure. 2. Example of active packaging system: FresherLonger™ Containers and Bags (Fonte: <http://education.mrsec.wisc.edu>)



Figure. 3. Example of intelligent packaging (Fonte: <http://vitsab.com>)