**8 PACKAGING**

(E. Feller)

**8.1 INTRODUZIONE**

La terminologia tecnica moderna si avvale sempre più di neologismi, acronimi e di parole straniere che favoriscono rapidamente, in ogni settore specialistico, la diffusione di scambi e aggiornamenti fra gli addetti.

Così nel settore dell’imballaggio viene usato il termine “packaging” per definire sia il *la confezione* di un prodotto sia *l’imballaggio* dello stesso.

In Italiano il termine imballaggio viene utilizzato soprattutto per indicare il contenitore da trasporto, con imballaggio si intende sia l’oggetto che l’azione; mentre con il termine confezione si indica solitamente l’oggetto di contenimento a contatto diretto con il prodotto.

Il termine italiano “condizionamento” risulta essere quello che più propriamente traduce il termine anglosassone “packaging”, in quanto possiede un significato molto ampio e pertinente.

Possiamo distinguere 3 macrocategorie di imballaggi o contenitori:

* *imballaggio primario*, è quello adibito alla vendita ovvero all’unità di vendita, risulta a diretto contatto con il prodotto e svolge anche la funzione di presentazione dello stesso;
* *imballaggio secondario,* è definito multiplo, consta di un insieme di imballaggi primari esposti nel punto vendita; se il prodotto viene rimosso dal suo imballaggio secondario non variano né le sue caratteristiche né il suo valore commerciale;
* *imballaggio terziario*, è rappresentato da più contenitori che possono essere sia primari che secondari, è predisposto esclusivamente per la movimentazione ed il trasporto.

Da questa prima introduzione si evince che è quindi importante fare attenzione al contesto in cui il termine “packaging” viene usato (confezione, imballaggio, contenitore, operazione o fase di un processo tecnologico, processo tecnologico, ecc.).

**8.1.1 CONSIDERAZIONI, DATI STATISTICI E FUNZIONI DEL PACKAGING**

Negli ultimi 30 anni le dimensioni dell’industria alimentare dei paesi più sviluppati sono aumentate in maniera considerevole, ciò è dovuto al fatto che questo settore è molto frammentato e diversificato ed è in grado di offrire innumerevoli tipologie di prodotti.

Nella sola Europa, secondo dati della CIAA (Confédération des industries Agro-Alimentaires de L’UE o Confederazione delle Industrie degli Alimenti e delle bevande dell’UE), i prodotti tradizionali, per esempio, rappresentano i 2/3 di tutta l’industria alimentare; la testimonianza del fatto che la varietà di prodotti è strategica per il settore, è rappresentata dal numero di articoli che sono oggi a disposizione dei consumatori nei supermercati: l’offerta è passata da circa 250 prodotti presenti negli anni ’70 a oltre i 2000 riscontrati nel 2010. Inoltre, sempre in ambito europeo, l’industria alimentare è risultata il primo settore manifatturiero superando l’automobilistico e il chimico, con un fatturato di 954 mld € nel 2010 (primato mondiale).

Il mondo del packaging si è sviluppato ed evoluto di conseguenza all’industria alimentare, coinvolgendo svariati settori che vanno dalle imprese che producono macchine dedicate e materiali, passando per le imprese che forniscono le prime trasformazioni fino a quelle che procurano gli imballaggi finiti e tutto ciò viene svolto in modo sempre più qualificato.

Sono aumentate anche le figure professionali che si occupano a pieno titolo di food packaging: esperti di legislazione, garanti dello sviluppo sostenibile, responsabili della gestione rifiuti, designer e tutti gli operatori coinvolti nell’organizzazione della catena di distribuzione (supply chain) a livello logistico.

L’industria alimentare utilizza, da sola, il 70% degli imballaggi prodotti (dati Istituto Italiano Imballaggi); in molti PVS (Paesi in Via di Sviluppo) dove il packaging non esiste, più del 50% dei prodotti alimentari potenzialmente possono divenire rifiuti ancor prima di raggiungere il consumatore finale.

Detto tutto ciò è estremamente evidente quanta importanza abbia acquisito il packaging nel tempo e come sia aumentata l’aspettativa nei suoi confronti, in relazione alle molteplici funzioni che svolge:

*FUNZIONI STRUTTURALI*

* *contenimento*, è la più scontata ma soprattutto per i prodotti definiti con un efficace espressione inglese “free flowing” (letteralmente significa “a flusso libero”), rappresentati dai liquidi e da tutti i prodotti granulari e in polvere, è una necessità irrinunciabile;
* *durabilità*, caratteristica grazie alla quale il contenitore permette ad un alimento di mantenere inalterate le sue proprietà nutrizionali, qualitative ed organolettiche;
* *garanzia e sicurezza*, ovvero protezione meccanica (da sollecitazioni di varia natura e da possibili manipolazioni indesiderate e/o fraudolente), termica, chimica e microbiologica.

*FUNZIONI DI INFORMAZIONE*

* *ingredienti/composizione*;
* *informazioni nutrizionali*;
* *claims nutrizionali/ salutistici/ funzionali (stili di vita)*, ovvero indicazioni che suggeriscono particolari proprietà benefiche di determinati alimenti, le quali devono essere supportate da una serie di riscontri scientifici obbligatori, in base al Reg. (CE) n. 1924/2006 conosciuto come “Regolamento claims” che attualmente consente solo poche frasi informative quali, ad esempio, “senza zuccheri aggiunti”, ”ricco di fibre”…;
* *quantità e dosi giornaliere consigliate*;
* *modalità d’uso e di preparazione, ricette, ecc.*;
* *condizioni di conservazione del prodotto* (imballaggi intelligenti);
* *qualità normata* (biologico, indicazioni geografiche).

Per maggiori dettagli sulle “funzioni di informazione” vedere il capitolo 9 “etichettatura degli alimenti confezionati, venduti sfusi e somministari”

*FUNZIONI DI PROMOZIONE, MARKETING, QUALIFICAZIONE AZIENDALE DI PROCESSO E DI PRODOTTO*

* *design/eco-design,* ovvero la forma;
* *abbigliaggio,* colore e/o grafica (uniti al punto precedente dell’elenco, condizionano moltissimo i consumatori);
* *riconoscibilità* (marchio, codice a barre, ologrammi, ecc.);
* *certificazione qualitativa e ambientale.*

*FUNZIONI DI SERVIZIO*

* *logistica, trasporto, movimentazione, ecc. S*ono aspetti molto influenzati, soprattutto economicamente, dal tipo di packaging utilizzato;
* *servizio,* imballaggi con funzioni tecniche d’uso quali ad esempio la richiudibilità della confezione, l’apertura facilitata, la possibilità di utilizzo direttamente in forno microonde, ecc.;
* *interazione con il prodotto* (c. d. imballaggi intelligenti).

L’impegno dell’industria alimentare e dell’industria del packaging nelle scelte più idonee, per il futuro, sono rivolte tendenzialmente a:

* aumentare l’offerta dei prodotti monodose, in particolare per le bevande,
* aumentare i prodotti “ready to eat” (alimenti pronti al consumo), quali prodotti preconfezionati tipo formaggi e salumi, prodotti ortofrutticoli freschi porzionati e confezionati (IV e V gamma),
* mantenere le medesime prestazioni diminuendo il peso medio dell’imballaggio,
* migliorare l’uso dei materiali e di tutti gli strumenti utili ad estendere la durata di conservazione (shelf-life) e la sicurezza del food packaging.

Per quanto riguarda il mercato italiano è necessario, inoltre, difendere la qualità del marchio “made in Italy”; infatti, a causa del fenomeno dell’*italian sounding* che sfrutta l’italianità di determinate categorie di alimenti per creare prodotti contraffatti ed imitazioni tramite slogan, immagini, loghi, richiami espliciti a luoghi e colori italiani, si è potuto constatare come il packaging giochi un ruolo fondamentale nell’ingannare il consumatore.

Secondo la Federalimentare dati riferiti a marzo 2010 indicano percentuali sconcertanti in merito all’imitazione di prodotti alimentari italiani; per esempio tra Canada e Stati Uniti il 97% dei sughi per pasta venduti nei supermercati è “falso”, così come lo è il 94% delle conserve sott’olio e sotto aceto e solo il 15% dei formaggi italiani è autentico (l’85% dei formaggi contraffatti ha denominazioni tipo: parmesan, parmeson, parmetta, ecc.)

L’elenco che segue, stilato dall’Istituto Italiano Imballaggio, evidenzia i comparti maggiori di sbocco degli imballaggi e le relative percentuali di utilizzo:

* vino 21%
* prodotti ortofrutticoli freschi 18%
* acqua minerale 9%
* birra 7,5%
* derivati pomodoro 6,5%
* farina, pasta e pane 5,5%
* latte e derivati del latte 4,5%
* prodotti da forno e dolci 4%
* olio alimentare 3,5%
* carni fresche e salumi 3%
* altri settori 17,5%

Altre cifre fornite dall’Istituto Italiano Imballaggio, mostrano l’incidenza in peso degli imballaggi alimentari per materiale:

* imballi cellulosici 38,3%
* imballaggi in plastica 29,5%
* imballaggi in legno 15,7%
* imballaggi in vetro 8,9%
* imballaggi in acciaio 7%
* imballaggi in alluminio 0,6%

**8.1.2 ASPETTI SANITARI E QUADRO NORMATIVO**

La sicurezza alimentare è strettamente legata alla sicurezza degli imballaggi.

I materiali destinati a diventare packaging per il confezionamento e il contenimento dei prodotti alimentari, definiti anche MCA o MOCA (Materiali e Oggetti a Contatto con gli Alimenti), giocano un ruolo chiave per la sicurezza dei prodotti alimentari (come già affermato nel capitolo 7 sulla conservazione degli alimenti) e devono risultare idonei a svolgere il compito di preservare gli alimenti, attenendosi alle definizioni dettate dal Reg. (CE) n. 178/2002. Tale regolamento rappresenta la “costituzione” del diritto alimentare dell’UE e stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare.

I MOCA, inoltre, devono presentare i requisiti generali stabiliti dal Reg. (CE) n. 1935/2004 (norma quadro) tali da non trasferire ai prodotti alimentari dei componenti estranei in quantità tale da:

* costituire pericolo per la salute umana,
* implicare deterioramento delle caratteristiche organolettiche,
* comportare modifiche inaccettabili della composizione dei prodotti alimentari.

Altri punti innovativi e importanti da citare, trattati dal Reg. (CE) n. 1935/2004, sono:

* dichiarazione di conformità, che attesta che i materiali e gli oggetti siano appunto conformi e consta di documentazione che deve essere approvata e sempre disponibile ai controlli;
* requisiti specifici (requisiti di purezza, limiti di cessione, condizioni d’impiego);
* misure specifiche per determinati gruppi di materiali e oggetti (elenco delle sostanze autorizzate); limiti specifici o globali di cessazione;
* procedura d’autorizzazione (per le sostanze extra elenco);
* disposizioni sulla rintracciabilità e la tracciabilità (in riferimento ai principi del Reg. (CE) n.178/2002).

Di seguito sono riportate alcune definizioni dell’art. 2 del Reg. (CE) n. 1935/2004:

* per «rintracciabilità» s’intende la possibilità di ricostruire e seguire il percorso dei materiali od oggetti attraverso tutte le fasi della lavorazione, della trasformazione e della distribuzione;
* per «immissione sul mercato» s’intende la detenzione di materiali e oggetti a scopo di vendita, comprese l’offerta di vendita o ogni altra forma, gratuita o a pagamento, di cessione nonché la vendita stessa, la distribuzione e le altre forme di cessione propriamente dette;
* per «materiali e oggetti attivi destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari» (qui di seguito denominati «materiali e oggetti attivi») s’intendono materiali e oggetti destinati a prolungare la conservabilità o mantenere o migliorare le condizioni dei prodotti alimentari imballati. Essi sono concepiti in modo da incorporare deliberatamente componenti che rilascino sostanze nel prodotto alimentare imballato o nel suo ambiente, o le assorbano dagli stessi;
* per «materiali e oggetti intelligenti destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari» s’intendono materiali e oggetti che controllano le condizioni del prodotto alimentare imballato o del suo ambiente;
* per «impresa» s’intende ogni soggetto pubblico o privato, con o senza fini di lucro, che svolga attività connesse con qualunque fase della lavorazione, della trasformazione e della distribuzione dei materiali e degli oggetti;
* per «operatore economico» s’intende la persona fisica o giuridica responsabile di garantire il rispetto delle disposizioni del presente regolamento nell’impresa posta sotto il suo controllo.

Il Reg. (CE) n. 450/2009 - del 29/05/2009 - integra il Reg. (CE) 1935/2004, stabilendo i requisiti per l’immissione sul mercato dei materiali e degli oggetti attivi e intelligenti destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari, incluso un “limite massimo di 0,01 mg/kg nei prodotti alimentari per la migrazione di sostanze non autorizzate attraverso la barriera funzionale”. Per chiarezza si riportano alcune delle definizioni di cui all’art. 3:

* per *«componente»* si intende la sostanza singola o la combinazione di varie sostanze che svolgono la funzione attiva e/o intelligente del materiale od oggetto, compresi i prodotti della reazione in situ di tali sostanze; la definizione non comprende le parti passive, come il materiale al quale le sostanze sono aggiunte o incorporate;
* per *«barriera funzionale»* si intende la barriera costituita da uno o più strati di materiali e oggetti destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari, in grado di garantire che il materiale o l’oggetto finito sia conforme all’articolo 3 del regolamento (CE) n. 1935/2004 e al presente regolamento;
* per *«materiali e oggetti attivi rilascianti»* si intendono i materiali e oggetti attivi i quali, per concezione, incorporano deliberatamente componenti che rilasciano sostanze nei o sui prodotti alimentari imballati o nell’ambiente dei prodotti alimentari;
* per *«sostanze attive rilasciate»* si intendono le sostanze destinate ad essere rilasciate dai materiali e oggetti attivi rilascianti nei o sui prodotti alimentari imballati o nell’ambiente dei prodotti alimentari e che svolgono una funzione in tali prodotti.

Inoltre i MOCA devono essere prodotti conformemente alle BPF (Buone Pratiche di Fabbricazione) o in lingua inglese GMP (Good Manufacturing Practices) secondo il Reg. (CE) 2023/2006 (detto “Regolamento GMP”) che fa riferimento a tutti i materiali e gli oggetti elencati nell’Allegato I del Reg. (CE) 1935/2004 (allegato “aperto” perché periodicamente aggiornato) e le loro combinazioni.

Il Reg. (CE) 2023/2006 rappresenta il “regolamento quadro” per le BPF dei MOCA e ne garantisce l’uniformità fra gli Stati membri, stabilendo le procedure riguardanti:

* sistemi di controllo della qualità;
* sistemi di assicurazione della qualità;
* documentazione.

Le definizioni che si applicano nel “Regolamento GMP”, elencate all’art. 3 dello stesso, sono:

* «buone pratiche di fabbricazione (good manufacturing practices–GMP)»: gli aspetti di assicurazione della qualità che assicurano che i materiali e gli oggetti siano costantemente fabbricati e controllati, per assicurare la conformità alle norme ad essi applicabili e agli standard qualitativi adeguati all'uso cui sono destinati, senza costituire rischi per la salute umana o modificare in modo inaccettabile la composizione del prodotto alimentare o provocare un deterioramento delle sue caratteristiche organolettiche;
* «sistema di assicurazione della qualità»: tutti gli accordi organizzati e documentati, conclusi al fine di garantire che i materiali e gli oggetti siano della qualità atta a renderli conformi alle norme ad essi applicabili e agli standard qualitativi necessari per l’uso cui sono destinati;
* «sistema di controllo della qualità»: l’applicazione sistematica di misure stabilite nell’ambito del sistema di assicurazione della qualità al fine di garantire che i materiali di partenza e i materiali e gli oggetti intermedi e finiti siano conformi alle specifiche elaborate nel sistema di assicurazione della qualità;
* «lato non a contatto con il prodotto alimentare» indica la superficie del materiale o dell'oggetto che non si trova direttamente a contatto con il prodotto alimentare;
* «lato a contatto con il prodotto alimentare» indica la superficie del materiale o dell'oggetto che si trova direttamente a contatto con il prodotto alimentare.

Dal 1° maggio 2011 è entrato in vigore il Reg. (CE) n. 10/2011 (conosciuto come il “*Reg. PIM”* da Plastic Implementation Measure), una sorta di “pulizia” razionale alla Direttiva 2002/72/CE che in tal modo è stata consolidata.

Tale regolamento riguarda i materiali e gli oggetti di materia plastica destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari, stabilisce un elenco dell'Unione europea di monomeri, altre sostanze di partenza e additivi che possono essere utilizzati per la fabbricazione dei materiali e oggetti in materia plastica per il contatto alimentare, disciplina le materie plastiche anche utilizzate in combinazione con altri materiali (detti multistrato multi materiali); questo regolamento è stato successivamente - dal 28/11/2011 - modificato e corretto dal Reg. (CE) 1282/2011, in quanto l'Autorità europea per la sicurezza alimentare, ha espresso una valutazione scientifica favorevole concernente altre sostanze che ha ritenuto opportuno aggiungere all'elenco presente nel “Reg. PIM”.

A livello comunitario è stato istituito il meccanismo delle comunicazioni rapide detto RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) che è un sistema di allerta comunitario che trova il fondamento giuridico nella Direttiva 92/59/CEE del Consiglio europeo, recepita col D. Lgs. 115/95, il quale raccoglie dati e fornisce relazioni annuali sulle irregolarità segnalate, distinte per contaminanti chimici, contaminanti microbiologici e altre irregolarità.

Dalla relazione del 2010, sul sistema di allerta comunitaria, fornita dal Ministero della Salute, si è riscontrato che il problema principale dei MOCA è la migrazione di:

* metalli pesanti (soprattutto cromo, nichel, cadmio e piombo);
* ammine aromatiche;
* formaldeide;
* benzofenone, sostanza chimica usata negli inchiostri di stampa degli imballaggi alimentari;
* 4-metil benzofenone.

Altre sostanze indesiderate che vengono tenute sotto stretta sorveglianza sono:

* bisfenolo A, sostanza chimica usata in associazione con altre sostanze chimiche per ottenere plastiche e resine;
* semicarbazide (SEM) usata per i contenitori di vetro per alimenti;
* 2-isopropiltioxantone (ITX), presente negli inchiostri;
* olio di soia epossidato (ESBO), usato come plastificante nelle guarnizioni dei contenitori in vetro.

Una curiosità: nel 2010 i contaminanti MOCA si trovavano al quarto posto della classifica RASFF delle notifiche dei principali rischi di contaminazione (dopo micotossine, salmonelle, pesticidi), con 229 segnalazioni di contaminante MOCA e di queste “merci contraffatte” 133 riguardavano prodotti importati dalla Cina.

**8.2 MATERIALI**

Conoscere le proprietà e le prestazioni dei materiali impiegati per produrre imballaggi alimentari è doveroso per riuscire a scegliere con cognizione di causa il tipo di protezione più idoneo da abbinare al prodotto alimentare da confezionare.

Inoltre, sono le normative e i capitolati di fornitura che obbligano gli OSA a valutare i materiali e le loro peculiarità sotto ogni punto di vista (economico, di sicurezza, ecc..).

**8.2.1 PROPRIETÀ CHIMICHE E FISICHE**

Le *proprietà chimiche* di un materiale sono quelle legate alla sua natura atomica e molecolare; quando un materiale subisce dei cambiamenti a livello strutturale essi risultano, il più delle volte, irreversibili ed influenzano pure molte delle proprietà fisiche del materiale trattato.

La struttura chimica di un materiale è definita da:

* tipo di atomi che lo formano, stabiliscono se il materiale appartiene alla categoria delle *materie organiche* (materiali cellulosici e plastici) oppure delle *materie inorganiche* (vetro e metalli). Le prime possiedono atomi di carbonio e di norma hanno, rispetto alle seconde, una densità, un punto di fusione o di combustione più bassi e presentano una sensibilità maggiore all’ossidazione e ai solventi;
* tipi di legami sia atomici che molecolari, influenzano la classificazione dei materiali. Per fare un esempio, se degli atomi sono uniti mediante legami covalenti che prevedono la compartecipazione di elettroni siamo di fronte a materie plastiche o cellulosiche che presentano una scarsa conducibilità termica ed elettrica, al contrario di materiali quali alluminio, acciai e altri leghe ferrose, costituiti da legami metallici. A livello molecolare il legame esistente, a seconda se crea una piccola o una notevole distanza tra le molecole, influenza la quantità d’energia che bisogna fornire per rompere il legame stesso; così se la distanza è limitata l’energia da utilizzare per rompere, tagliare o fondere il materiale sarà più intensa che nel caso contrario.
* organizzazione delle molecole, cioè la loro disposizione nello spazio che permette di distinguere due tipologie di strutture: la prima, definita “amorfa”, (tipica del vetro e di alcune materie plastiche) è casuale, disordinata, aperiodica e comporta maggior trasparenza, caratteristiche meccaniche più basse e un’inerzia chimica più importante rispetto alla seconda tipologia che prevede la disposizione delle molecole in maniera, simmetrica, ordinata e periodica e definisce i cosiddetti materiali “cristallini” (metalli, alcune materie plastiche e parzialmente la cellulosa). I materiali “cristallini” sono contraddistinti da migliori caratteristiche meccaniche e maggiore densità rispetto ai precedenti.

Ai fini del packaging le proprietà chimiche più importanti che si devono valutare riguardo a un materiale sono:

* comportamento all’ossidazione e alla combustione, sono da considerare eventuali sviluppi di odori, colori e fumi particolari;
* resistenza agli oli e ai grassi, importantissima da valutare per quanto riguarda i materiali di imballaggio flessibile sia di natura plastica che cellulosica;
* resistenza alla corrosione che riguarda solamente i metalli;
* resistenza agli agenti aggressivi sia chimici che fisici (luce, temperatura e umidità) che interessa qualunque tipologia di materiale;
* biodegradabilità, è una caratteristica calcolata secondo la norma EN 13432 che prevede la misurazione dei materiali che “biodegradano” per almeno il 90% in 6 mesi, cioè si scindono ad anidride carbonica, acqua, sali minerali e altre molecole di basso peso molecolare (NH3, H2, ecc.);
* biodeterioramento, fenomeno causato da agenti biologici che rendono il materiale inadeguato rispetto all’uso a cui era destinato;
* caratteristiche antimicrobiche, sono intrinseche in alcuni materiali come l’argento o il chitosano (polimero cationico ottenuto dalla parziale deacilazione della chitina insita nell’esoscheletro di crostacei e insetti) e vengono utilizzati per il contatto diretto con gli alimenti o come ingredienti o come rivestimenti per dare funzioni antimicrobiche a materiali più convenzionali;
* formazione di biofilm, che avviene durante il processo di biodeterioramento ad opera della maggior parte dei microrganismi; per la sua formazione è necessario che le superfici potenzialmente interessate siano in un ambiente umido o liquido e presentino determinate caratteristiche di cariche elettrostatiche, tensione superficiale e ruvidità, oltre a presentare sostanze nutrienti sufficienti a sostenere la sopravvivenza e la moltiplicazione delle colonie batteriche.

Le *proprietà fisiche* di un materiale sono facilmente misurabili in modo strumentale e oggettivo e le variazioni che possono apportare ad un qualsiasi materiale sono spesso di natura reversibile; possiamo classificarle in 5 categorie:

* *proprietà di superficie*, sono rappresentate dalla tensione superficiale, dall’adesività e dalla bagnabilità. Risultano determinanti per il successo delle operazioni tecnologiche tipo l’adesione e/o la stampa e per ottimizzare caratteristiche funzionali quali la brillantezza, la repellenza agli oli e all’acqua
* *proprietà termiche*, descrivono il comportamento di un materiale rispetto a sollecitazioni termiche durante un processo o di riscaldamento o di raffreddamento. Le più importanti proprietà termiche che sono coinvolte nel settore del materiale di confezionamento sono conducibilità termica, capacità termica e calore specifico, coefficiente di dilatazione termica, intervallo utile di impiego (o di temperatura), potere calorifero e contenuto energetico, temperature di transizione.
* *proprietà meccaniche*, importantissime al fine di discriminare tra materiali simili, sono rappresentate dalle doti che descrivono il comportamento di un solido sottoposto ad una forza che può essere rappresentata dal peso del corpo stesso o da una sollecitazione esterna. Le prestazioni meccaniche non mancano mai nelle specifiche tecniche che descrivono la fornitura di un materiale e sono rappresentate dalla risposta a stress dinamici, dalla durezza, dalle proprietà di frizione e di resistenza.
* *proprietà elettromagnetiche*, sono quell’insieme di caratteristiche che esprimono il comportamento di un materiale sottoposto all’irraggiamento con radiazioni elettromagnetiche che prevedono una simultanea propagazione nello spazio dell’energia associata a campi elettrici e magnetici che variano nel tempo. Quando la radiazione interagisce con la materia può evidenziare due diversi comportamenti: può essere riflessa dalla superficie che viene colpita oppure rifratta attraverso la superficie stessa, in quest’ultimo caso una volta nel materiale può essere diffusa, trasmessa o assorbita.
* *proprietà diffusionali*, interessano i fenomeni di trasporto di massa di gas e vapori (aeriformi) che si verificano attraverso gli imballaggi e i materiali di confezionamento alimentare che molto spesso sono collegati a fenomeni i quali condizionano la sicurezza e la qualità dei prodotti confezionati. È noto che l’ingresso di ossigeno in una confezione può favorire un’ossidazione lipidica con comparsa di odori sgradevoli, alterazioni del colore e proliferazione di microrganismi; al contrario se non si ha un adeguato scambio di ossigeno, anidride carbonica e vapore acqueo tra interno e esterno in una confezione di vegetali freschi, non si riesce ad assecondare la naturale respirazione aerobica che previene alterazioni sensoriali a carico del prodotto. Altri fenomeni di trasporto, non meno importanti, sono quelli che vedono coinvolti l’interfaccia dell’alimento e l’imballaggio che sono due fasi fisicamente distinte. Se consideriamo come interfaccia anche l’ambiente possiamo classificare varie tipi di interazione: ambiente/alimento (contaminazione chimica o biologica), alimento/ambiente (esempio: perdita di aromi), ambiente/imballaggio (micro e macro organismi, aria, luce), imballaggio/ambiente (smaltimento rifiuti), alimento/imballaggio (“migrazione negativa”), imballaggio/alimento (migrazione o cessazione).

**8.2.2 SISTEMATICA**

**Materiali e imballaggi cellulosici**

Si possono considerare a tutti gli effetti risorse rinnovabili, perché la fonte principale delle materie prime che li costituiscono è rifornita dal mondo vegetale. Il livello di biodegradabilità delle varie tipologie deriva dal processo di trasformazione che si utilizza e dalla qualità e quantità in percentuale degli ingredienti. Le proprietà finali degli imballaggi cellulosici dipendono, in primis, dalla specie vegetale da cui provengono le fibre di cellulosa. Nel settore del packaging e della stampa la fonte più utilizzata deriva dalle fibre del legno, le quali saranno di conifere (legno morbido) o di piante decidue (legno duro). I materiali e imballaggi cellulosici sono rappresentati da categorie molto eterogenee che vanno dai fogli di carta che vengono utilizzati per avvolgere direttamente gli alimenti o per costituire confezioni flessibili e rigide, impiegate come contenitori primari e secondari, fino ai cartoni e cartoncini che vanno a costituire imballaggi secondari e terziari.

**Materiali e imballaggi plastici**

Sono formati da sostanze organiche completamente o parzialmente sintetiche. Sono costituiti essenzialmente da composti, detti polimeri, che hanno un elevato peso molecolare e sono la risultante di tanti monomeri uniti da legami chimici per lo più covalenti. La struttura deriva da catene lineari organizzate in reticoli tridimensionali molto aggrovigliati che hanno atomi di carbonio, idrogeno e, a volte, di ossigeno, cloro, azoto, zolfo o silicio. Possono essere modellate allo stato fluido almeno una volta, ma allo stato finito si presentano solide. Derivano dalla distillazione frazionata del greggio, la quale fornisce direttamente i monomeri (stirene, propilene, etilene, ecc.) o i loro precursori indispensabili alla realizzazione di centinaia di sostanze diverse. Una volta uniti i vari monomeri (polimerizzazione) si procede con il “compounding”, ovvero quel processo durante il quale al polimero vengono uniti, in una fase di estrusione, additivi, pigmenti e/o cariche per ottenere i pellet, che verranno poi impiegati per produrre i manufatti finali. Le materie plastiche vergini maggiormente impiegate nel packaging sono essenzialmente meno di una decina (LDPE, PP, HDPE, PET, PS, PVC, PA e altri) però vengono trasformate in una miriade di manufatti molto differenti tra loro e nuovi polimeri plastici sono sintetizzati continuamente.

**Tabella 8.1** CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DELLE MATERIE PLASTICHE (adattata da: “Food packaging, L. Piergiovanni/ S. Limbo, Springer editore, 2010)

|  |  |
| --- | --- |
| **CRITERIO DI CLASSIFICAZIONE** | **CARATTERISTICHE** |
| Natura delle materie prime | Naturali, sintetiche, parzialmente sintetiche |
| Meccanismo di polimerizzazione | Addizione, condensazione |
| Tatticità | Polimeri isotattici, atattici, sindiotattici |
| Peso molecolare | Polimeri mono e polidispersi |
| Comportamento al calore | Termoplastiche e termoindurenti |
| Temperatura di transizione vetrosa | Polimeri gommosi e vetrosi |
| Morfologia | Polimeri amorfi, cristallini, semicristallini |
| Organizzazione strutturale | Omo e copolimeri, miscele e leghe |

**Tabella 8.2** INTERPRETAZIONE DELLE SIGLE SOPRA RIPORTATE PER L’IDENTIFICAZIONE DEI POLIMERI SEGNALATI e alcune loro caratteristiche (adattata da: “Food packaging, L. Piergiovanni/ S. Limbo, Springer editore, 2010)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **SIMBOLO** | **POLIMERO** | **CARATTERISTICHE** |
| PVC | Cloruro di polivinile | È il meno “petrolifero dei polimeri plastici; resiste ad acidi e alcali diluiti, solventi non polari, oli e grassi, benzina; non resiste a solventi polari, acidi concentrati, idrocarburi clorurati e aromatici; |
| PP | Polipropilene | Elevata cristallinità; rigido e resistente; eccellente isolamento termico; permeabilità bassa all’acqua e alta all’ossigeno; resistente ad acidi, alcali, oli, alcoli; non resiste a solventi organici e ad agenti ossidanti a caldo; |
| HDPE | Polietilene ad alta densità | Basso costo, buona idoneità alimentare; eccellente isolamento termico; permeabilità bassa all’acqua e alta all’ossigeno; non resiste a solventi organici e ad agenti ossidanti a caldo; |
| PS | Polistirene | Rigido e fragile; trasparente e brillante; non resiste ad agenti ossidanti, solventi organici, UV; resiste ad alcoli inferiori, acidi, alcali, oli; |
| PE | Polietilene | Ottime proprietà isolanti; molto stabile; è il polimero più semplice; |
| LDPE | Polietilene a bassa densità | Basso costo, buona idoneità alimentare; resiste ad acidi e alcali; non resiste a soventi organici a caldo, tensioattivi, agenti ossidanti, poco trasparente |
| PET | Polietilentereftalato | Elevata durezza e rigidità; non è termosaldabile; resiste a idrocarburi anche aromatici, grassi, oli, acidi, alcali diluiti; non resiste ad idrocarburi alogenati, acetone, acidi ealcali concentrati; |
| PA | Poliammidi | Elevata durezza, rigidità e resilienza; alta permeabilità al vapor d’acqua e bassa all’ossigeno; sono tra i polimeri più costosi; resistenti a idrocarburi, oli, solventi polari, alcali diluiti; non resistono ad acidi e alcali concentrati e agli agenti ossidanti; |
| PVDC | Cloruro di polivinilidene | Da solo non è utilizzato per il confezionamento perché molto rigido, ma accoppiato con PVC è un’ottima pellicola morbida e impermeabile all’ossigeno e al vapor d’acqua; sopporta la sterilizzazione; |

**Tabella 8.3** POLIMERI IMPIEGATI NELLA FABBRICAZIONE DEGLI IMBALLAGGI (adattata da: “Food packaging, L. Piergiovanni/ S. Limbo, Springer editore, 2010)

|  |  |
| --- | --- |
| **TIPOLOGIA DI IMBALLAGGI** | **MATERIE PLASTICHE IMPIEGATE** |
| Bicchieri, vaschette | PVC, PP, HDPE, PS |
| Vassoi | PS, PE |
| Bottiglie semirigide | LDPE, HDPE |
| Bottiglie rigide | HDPE, PP, PVC, PET |
| Bottiglie trasparenti | PVC, PET |
| Taniche | HDPE, LDPE |
| Fusti | HDPE |
| Cassette monouso | PP,PS |
| Casse e cassette | PP, HDPE |
| Film estensibili | LDPE, PVC |
| Film per avvolgimento | PVC, LDPE, HDPE, PP |
| Film per accoppiati | PP, PET, PA, LDPE, HDPE |
| Rivestimenti (coating) | LDPE, PP, PVDC |
| Sacchetti | LDPE, PP, HDPE |
| Sacchi | PVC, LDPE,HDPE |

**Vetro e imballaggio in vetro**

Il vetro rappresenta il materiale più antico, è prodotto per fusione e viene raffreddato in modo veloce così da non far avvenire la cristallizzazione. Nel settore dell’imballaggio è impiegato nella produzione soprattutto di contenitori cavi (bicchieri, bottiglie, flaconi, vasi, ecc.), resiste alla concorrenza dei materiali plastici di sintesi (PET, PE). Per le sue caratteristiche di trasparenza, resistenza termica e per l’inerzia sensoriale è il materiale più idoneo per contenere prodotti di qualità quali: olio di oliva extravergine, bevande alcoliche, conserve, ecc. Il suo principale costituente è rappresentato dall’ossido di silice (SiO2) che a seconda della percentuale presente origina diversi tipi di vetro. Per i contenitori in vetro a produzione industriale la percentuale si aggira sul 70-74%. Se alla silice, per esempio, aggiungiamo un’altra sostanza vetrificante quale l’anidride borica, si ottiene un vetro che ha maggiore resistenza agli sbalzi termici. Una curiosità è data dal fatto che le vetrerie sono praticamente le uniche aziende in grado di produrre sia il materiale che il prodotto finito. Al giorno d’oggi si sono sviluppate molte tecniche di rafforzamento dei contenitori di vetro e si è ottenuto, rispetto a 30-40 anni fa, un dimezzamento del peso del prodotto finito.

**Metalli e imballaggio metallico**

Solitamente per contenere alimenti e bevande si utilizzano metalli che non sono nella loro forma pura ma sono congiunti sottoforma di leghe. I materiali metallici di maggior interesse da utilizzare come FCM (Food Contact Materials) sono rappresentati dalle leghe di alluminio (che è il metallo più leggero per eccellenza ed è in grado di autopassivarsi, ovvero di ricoprirsi di uno strato di ossido che lo preserva dalla corrosione), dagli acciai inossidabili (devono contenere almeno l’11% di cromo che fornisce al materiale un’ottima resistenza alla corrosione e un’elevata inerzia chimica) e dagli acciai rivestiti (sono leghe ferrose rivestite con ossidi di stagno o cromo). Tutti i materiali metallici devono possedere determinate caratteristiche che sono: una struttura molecolare compatta che blocca qualunque fenomeno di diffusione di qualsiasi elemento (sia esso luce, gas o vapore); una buona malleabilità che assicura la possibilità di forgiare il materiale in modo da conferirgli qualunque forma con un dispendio energetico relativamente contenuto; la tenacità che conferisce robustezza e resistenza meccanica per proteggere il contenuto; la conducibilità termica elevata che permette di sterilizzare e pastorizzare in sicurezza aumentando la conservabilità dell’alimento; la facilità di raccolta e selezione dopo l’uso che permette un riciclo mantenendo le prestazioni originali del imballaggio metallico. L’unico neo nell’utilizzo di questa tipologia di materiali nel settore del packaging è dato dal fatto che in natura i metalli devono essere estratti e purificati (si trovano in forme combinate con zolfo, ossigeno, silicio, ecc.) e il processo risulta alquanto complesso e costoso. I contenitori di metallo presentano una grande varietà di tipologie: tubetti deformabili, fusti, barili, barilotti (kegs, imballaggi a rendere, nuovamente riempibili), contenitori per aerosol (sospensione di particelle solide o liquide in aria o gas), barattoli, scatole. Molti di questi oggetti vengono rivestiti internamente con materiali sintetici di protezione che aumentano l’inerzia del packaging che “interfaccia” con bevande e alimenti.

**Materiali e imballaggi prodotti a partire da biopolimeri**

Sono di origine animale, vegetale o microbica e si possono utilizzare da soli o in combinazione con quelli sintetici e di natura petrolchimica. La loro produzione ed applicazione è in forte ascesa a causa dei problemi sempre più pressanti che riguardano lo smaltimento dei rifiuti da imballaggio e la disponibilità limitata di petrolio. I biopolimeri sono materiali organici e polimerici che sono direttamente estratti oppure prodotti indirettamente da biomassa e i loro atomi di carbonio derivano solamente da risorse biologiche rinnovabili. Presentano il vantaggio di essere compostabili ovvero si possono eliminare con relativa facilità controllando i vari parametri che influenzano la biodegradabilità. La biodegradabilità rappresenta il fenomeno della decomposizione di una sostanza organica grazie all’azione di microrganismi ed enzimi presenti in natura, lo svolgimento del processo avviene in tempi “naturali”. La classificazione di queste sostanze si basa sulla loro origine e individua principalmente tre categorie: i polimeri direttamente ottenuti da fonti naturali, vegetali (polisaccaridi come l’amido e la cellulosa) o animali (proteine come il glutine e la caseina); i polimeri prodotti per via sintetica partendo da monomeri bio-derivati (polilattato che è un bio-poliestere derivante da acido lattico di fermentazione); i polimeri ottenuti da microrganismi, anche modificati geneticamente (pullulano).

**Materiali e imballaggi flessibili compositi**

Sono costituiti da materiali diversi che vengono utilizzati insieme nell’intento di ottimizzare le prestazioni del packaging impiegando al minimo le risorse sia di materiali che economiche. Lo svantaggio è costituito dall’aumento delle problematiche relative alle operazioni di riciclo dei rifiuti, al contrario della categoria precedente. L’uso di questi materiali è particolarmente evidente per il cosiddetto imballaggio flessibile (flexible packaging) dove vediamo fogli di plastica accoppiati con film plastici o strati di cartoncino uniti a fogli sottilissimi di alluminio piuttosto che rivestiti di plastica.

**Tabella 8.4** POTENZIALI VANTAGGI DEL CONFEZIONAMENTO IN IMBALLAGGI FLESSIBILI (adattata da: “Food packaging, L. Piergiovanni/ S. Limbo, Springer editore, 2010)

|  |
| --- |
| Minor peso della confezione |
| Infrangibilità della confezione |
| Nessun rischio di tagli e/o ferite associato all’uso |
| Minor costo dei trasporti |
| Minor costo energetico di produzione |
| Minor costo del materiale |
| Minor ingombro del vuoto in magazzino |
| Più efficace promozione del prodotto |
| Più facile servizio della confezione |
| Possibilità di produrre il contenitore all’atto del riempimento |

**8.3 TECNOLOGIE DI PACKAGING**

Le moderne tecnologie di packaging si sono affermate, ovviamente, per gradi e fanno riferimento a tutte le nozioni acquisite che riguardano i materiali coinvolti e le operazioni che si collegano, in maniera diretta o meno, al riempimento e al confezionamento, conferendo in modo sempre più tangibile, un valore aggiunto all’intero processo.

Alcune prevedono la cosiddetta “modificazione di atmosfera”, la quale può comportare cambiamenti di pressione totale (sottovuoto, confezionamento ipobarico, confezionamento iperbarico) oppure cambiamenti di pressione parziale (atmosfere controllate, atmosfere protettive, atmosfere passive, imballaggi attivi che assorbono ed emettono gas).

Esaminiamo di seguito in modo schematico, attraverso brevi cenni, le diverse modalità di modificazione dell’atmosfera.

* *Sottovuoto:* viene estratta l’aria dalla confezione del prodotto prima di chiuderla in modo ermetico, stabilendo un valore di pressione totale inferiore a quella atmosferica; nel caso specifico deve risultare inferiore a 26 mbar. Il valore di pressione totale residua che si può raggiungere all’interno di una confezione dipende in parte dalla natura dell’alimento; se quest’ultimo è umido quando viene posto sottovuoto sarà circondato da un pressione parziale di ossigeno inferiore a quella di un alimento secco nelle stesse condizioni.
* *Confezionamento ipobarico*: il procedimento è il medesimo del precedente con l’unica differenza che il valore di pressione residua raggiunto, in questo caso, è compreso tra 26 e 1000 mbar.
* *Confezionamento iperbarico*:è quello che si usa per tutte le bevande carbonatate, dove la pressione interna alla confezione risulta superiore a quella atmosferica, cioè maggiore di 1000 mbar.
* *Atmosfere controllate*:si riferisce a modificazioni delle pressioni parziali di prodotti conservati in magazzino, dove sia possibile esercitare un controllo e un’eventuale correzione sull’atmosfera che circonda il prodotto alimentare (magazzini per la conservazione o la maturazione di derrate animali o vegetali).
* *Atmosfere passive:* sono dovute a modificazioni di atmosfera causate dai metabolismi propri del prodotto (respirazione) e ai fenomeni di trasmissione dei gas attraverso l’imballaggio (permeazione).
* *Imballaggi attivi (assorbitori ed emettitori di gas)*:originano le cosiddette *“atmosfere protettive”,* sinonimo di “atmosfere modificate” o ancora di “atmosfere attive”, tutte espressioni che non sono condivise all’unanimità. Tendenzialmente si mettono in risalto gli imballaggi attivi stessi che hanno la possibilità di modificare le concentrazioni dei gas all’interno della confezione. Questi composti sono utilizzabili in svariate proporzioni in modo da ottimizzare qualitativamente e quantitativamente la miscela gassosa costituita e sono rappresentati da ossigeno (principalmente), azoto, anidride carbonica, argon, elio e protossido d’azoto. Questa pratica non deve considerarsi come un mezzo per poter risanare il prodotto alimentare scadente ma come un supporto tecnologico che, unito al controllo igienico, alla refrigerazione, ecc., estende la conservabilità del prodotto, fino a giungere al raddoppio della shelf-life.

**Tabella 8.5** PRINCIPALI EFFETTI DEI GAS D’IMBALLAGGIO (adattata da: “Food packaging, L. Piergiovanni/ S. Limbo, Springer editore, 2010)

|  |  |
| --- | --- |
| **GAS** | **EFFETTI PRINCIPALI** |
| azoto | Nessun effetto biochimico rilevante, poco solubile, evita il collassamento del materiale sul prodotto alimentare, usato in sostituzione dell’ossigeno, consente di dosare esattamente le concentrazioni di CO2 o O2 |
| Argon | È più denso e solubile dell’azoto, compete con l’ossigeno a livello chimico ed enzimatico, può controllare al respirazione microbica |
| Protossido di azoto | Nessun effetto biochimico rilevante, impiegato come propellente per l’erogazione di prodotti liquidi |
| Elio | Nessun effetto biochimico rilevante, impiegato nelle atmosfere come tracciante per la rilevazione di difetti d’integrità della confezione |
| Ossigeno | Ossigena la mioglobina (pigmento rosso della carne fresca) migliorando il colore, attiva le ossidazioni enzimatiche e chimiche, attiva la degradazione del beta-carotene, è il substrato della respirazione di cellule vegetali e microbiche, inibisce gli anaerobi stretti |
| Anidride carbonica | Inibisce la crescita microbica (in particolare dei Gram -), inibisce la respirazione dei vegetali, acidifica i liquidi tissutali, può denaturare alcune proteine, inibisce gli ormoni vegetali della crescita, inibisce l’idrolisi delle pectine (evitando la fluidificazione), rallenta la maturazione dei vegetali, riduce i danni da freddo dei tessuti vegetali, inibisce la degradazione della clorofilla |

**Tabella 8.6** PRINCIPALI TIPOLOGIE DI DISPOSITIVI DI INTELLIGENT PACKAGING

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipologia** | **Posizionamento**  **rispetto alla confezione** | **Funzione** |
| Indicatore  di temperature limite | Esterno | Monitorare e indicare le temperature di esposizione |
| Integratori tempo-temperatura (TTI) | Esterno | Monitorare le condizioni di conservazione e la qualità del prodotto |
| Indicatori di gas | Interno/Esterno | Monitorare la qualità dell’alimento segnalando la presenza di un gas(O2) |
| Indicatore di difetti  di integrità | Interno/Esterno | Indicare la presenza di microfori o di difetti di saldatura |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipologia** | **Posizionamento rispetto alla confezione** | **Funzione** |
| Indicatori di freschezza | Interno/Esterno | Monitorare uno o più attributi di qualità dell’alimento |
| Codici a barre | Esterno | Definire l’identità per un controllo logistico |
| Tag di identificazione elettronica | Esterno | Antifurto, protezione del marchio,controllo logistico, localizzazione, flusso d’informazioni, anti-manomissione |

**8.4 SHELF-LIFE**

La vita di scaffale o shelf-life è già stata trattata in alcuni punti precedenti del testo ma l’esigenza di accennare alle dipendenze di questa caratteristica dei prodotti alimentari sottolinea solamente come la materia che tratta gli alimenti possieda una sorta di trasversalità che mette in relazione continuamente tutti gli aspetti che la riguardano.

È importante ribadire che l’intervallo di tempo che identifica la shelf-life non corrisponde automaticamente alla fine reale delle potenzialità merceologiche, igienico-sanitarie o nutrizionali del prodotto stesso ma solo al termine del suo tempo limite di commerciabilità; tuttavia il prodotto, in quanto può essere ancora commestibile, può essere recuperato bonificandolo e utilizzandolo a livello industriale Un esempio è dato da un prodotto secco che una volta persa la sua croccantezza non è più commerciabile tal quale ma risulta ancora commestibile.

I meccanismi che regolano le modificazioni in grado di determinare il calo del valore qualitativo di un prodotto confezionato dipendono da una miriade di fattori e un valore assoluto di shelf-life ha poco senso perché le condizioni di magazzinaggio, di trasporto e distribuzione, la stagione in corso e il clima dell’ambiente in cui un prodotto si ritrova possono influenzare in modo molto diverso prodotti alimentari che alla partenza avevano le medesime caratteristiche e potenzialità.

Alcune definizioni di shelf-life ribadiscono i concetti appena presentati e ne mostrano altri:

* periodo di tempo che corrisponde – in definite circostanze (packaging, trasporto, condizioni di conservazione, clima) – a una tollerabile diminuzione della qualità di un prodotto confezionato;
* shelf-life primaria, periodo di tempo nel quale un prodotto alimentare, in specifiche condizioni di confezionamento, stoccaggio e distribuzione, mantiene caratteristiche igienico-sanitarie, nutrizionali e/o sensoriali accettabili;
* shelf-life secondaria, è quella domestica e corrisponde al periodo di tempo nel quale il prodotto alimentare, in specifiche condizioni di conservazione, mantiene caratteristiche igienico-sanitarie, nutrizionali e sensoriali accettabili dopo l’apertura della confezione;
* shelf-life attesa, è la minima vita di scaffale che un prodotto deve avere per essere competitivo sul mercato;
* shelf-life ideale, (massima) è quella ottenuta con la migliore soluzione di packaging possibile, senza alcuna limitazione di costo, per ottenere la massima estensione della conservabilità.

Conoscere con precisione la shelf-life secondaria e considerarla assieme alla shelf-life primaria, fornisce la possibilità di quantificare con esattezza l’effetto protettivo del packaging, il fenomeno conosciuto come “ *shelf-life extending*”.

È interessante sottolineare come sia sempre auspicabile progettare i prodotti alimentari e i loro imballaggi in modo tale che raggiungano o addirittura superino la shelf-life attesa, ma è da evitare assolutamente il fornire eccessive protezioni (*overpackaging*) con inutili aggravi economici in relazione alle operazioni di packaging. Se si opera l’overpackaging può accadere che la shelf-life del prodotto risulti agli occhi del consumatore eccessiva e sospetta e si può ottenere l’effetto di restare con la merce invenduta; è questo il caso di prodotti le cui caratteristiche di richiamo sono legate a concetti di freschezza e naturalità.

Le specifiche proprietà degli imballaggi influenzano, sia dal punto di vista qualitativo che della quantità, il mantenimento della qualità alimentare dei prodotti.

Tante sono le proprietà del packaging che incidono sulla shelf-life, esse vanno dalla resistenza alle sollecitazioni meccaniche, alla trasparenza, alle radiazioni, ecc., ma quella divenuta la più seguita è la caratteristica dei fenomeni diffusionali di permeazione; questo non perché gli altri aspetti del packaging siano di minor rilievo, ma per il fatto che i fenomeni riguardanti la diffusione si sono imposti all’attenzione degli addetti sia per l’aumento dell’uso di imballaggi flessibili, intrinsecamente permeabili, sia perché sono risultati i più frequenti e vi sono modelli di previsione e descrizioni teoriche che potenzialmente sono in grado di ridurre il problema.

La permeazione dei gas o di vapori dipende da moltissimi fattori, tra cui:

* differenze di pressione;
* geometria del packaging che condiziona il rapporto superficie/volume anche definito rapporto di forma. Si è notato che quanto più la forma di un imballaggio si avvicina a quella di una sfera o comunque è dotato di simmetria, tanto più sarà minimizzato il rapporto di forma e allungata la vita commerciale del prodotto; anche le dimensioni del packaging condizionano il rapporto in questione, infatti, se aumento le dimensioni del packaging aumenta al cubo il volume ma la superficie cresce seguendo una funzione quadratica che, come conseguenza, riduce il rapporto di forma favorendo quello inferiore. Quindi se uno stesso alimento è confezionato in “formato famiglia” o in “monoporzione”, con un medesimo materiale, ha una shelf-life differente che gioca a favore della confezione più grande.
* un’altra variabile di packaging, poco conosciuta, che influenza la shelf-life è quella che considera il volume della confezione che non risulta occupato dall’alimento. Questa variabile è nota come “spazio di testa” *(head space, HS) e* viene anche descritta attraverso la sigla *UFV (unfilled volume).* È una grandezza facile da regolare in fase di progettazione dell’imballaggio. La sua importanza è dovuta al fatto che un ridotto spazio di testa comporta rapide variazioni della concentrazione dell’aeriforme permeante, mentre un alto valore di spazio di testa può risultare una sorta di protezione per l’alimento in quanto diluisce eventuali permeazioni che derivano dall’ambiente esterno alla confezione.

**8.5 SMALTIMENTO E/O RIUTILIZZO DEL PACKAGING (SOSTENIBILITÀ)**

La gestione degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio soggiace alle Direttive 1994/62/CE e 2004/12/CE che sono state recepite dai D. Lgs. 1997/22 e 152/06.

Il D. Lgs. 152 del 3 aprile 2006, in particolare, stabilisce le norme in materia ambientale con:

* disposizioni comuni e principi generali;
* procedure per valutare impatto ambientale, ecc.;
* norme in difesa del suolo, delle acque, ecc.;
* norme in materia di gestione rifiuti e di bonifica dei siti inquinati;
* norme in materia di tutela dell’aria;
* norme in materia di tutela risarcitoria contro danni all’ambiente.

L’art. 179 del suddetto decreto individua una gerarchia precisa nella gestione dei rifiuti, sia derivanti dagli imballaggi che di altra natura, che vede come prioritaria la prevenzione, seguita dalla preparazione per il riutilizzo, il successivo riciclaggio, il recupero di altro tipo (tra cui quello energetico) ed infine lo smaltimento vero e proprio.

La responsabilità delle operazioni che mirano a prevenire la formazione di rifiuti di imballaggio interessano le singole imprese e il CONAI (Consorzio Nazionale Imballaggi).

Il CONAI, sistema privato istituito per legge, è stato concepito dalle imprese per ottimizzare il raggiungimento degli obbiettivi di recupero e riciclo degli imballaggi cercando di ridurre i costi e preservando l’ambiente.

Alle singole imprese spetta inoltre la progettazione e la realizzazione di imballaggi ecocompatibili ed ecosostenibili, e non dà meno è il loro compito nel facilitare la raccolta e il recupero/riciclo attraverso la marcatura e i sistemi di identificazione degli imballaggio.

I comuni devono perseguire gli obiettivi di raccolta dei rifiuti di imballaggio.

Il CONAI, oltre alle responsabilità sopra citate, ha come compito anche il perseguimento degli obiettivi di recupero degli imballaggi.

Produttori e consumatori sono tenuti ad adempiere gli obblighi di legge, partecipare a tutte le iniziative del CONAI e applicare il contributo ambientale. Sono definiti produttori i fornitori di materie prime, i fabbricanti e i trasformatori, gli importatori di imballaggi vuoti e di materiali da imballaggio. Sono definiti utilizzatori le industrie, i commercianti e i distributori, gli importatori di imballaggi pieni.

Per quanto riguarda la performance di riciclo e recupero degli imballaggi nel 2010 il trend di crescita è stato confermato con dati molto confortanti: circa il 74,9% degli imballaggi recuperati è stato recuperato e circa l’64,8% degli imballaggi riciclati (elaborazioni CONAI su dati dei consorzi di Filiera). Un esempio di quanto riportato è rappresentato dal riciclo della carta che si attesta a valori superiori all’80%, e che sembra essere in ascesa.

Il settore che si occupa della prevenzione nella gestione degli imballaggio si sta prodigando al fine di riuscire a soddisfare tutte le richieste riportate nel D. Lgs 152/06:

* ridurre il peso degli imballaggi (30% in meno il peso delle scatolette per alimenti in acciaio, 28% in meno il peso degli imballaggi in plastica. Dati riferiti all’attività di prevenzione in oltre 10 anni);
* analizzare il ciclo di vita dei singoli materiali (anche valutando soluzioni di eco-design e di progettazione eco-sostenibile).