



HIGHLIGHTS LA CHIMICA ALLO SPECCHIO

di Claudio Della Volpe - claudio.dellavolpe@unitn.it

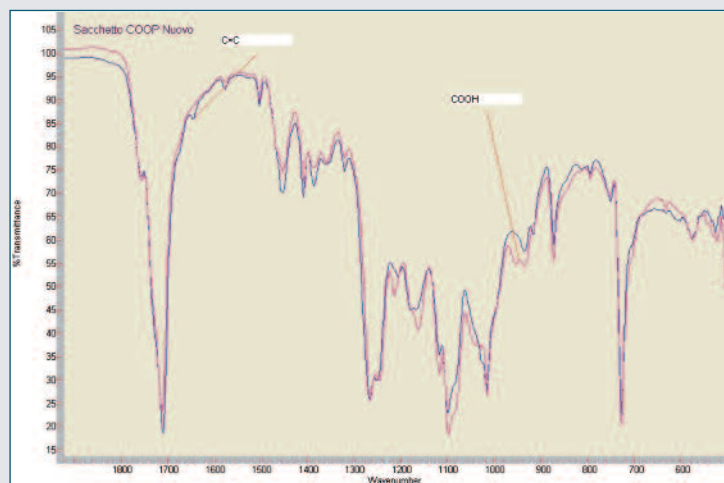
Degradabile, biodegradabile, oxo-biodegradabile, idro-biodegradabile: parole e fatti. Parte 2

Nella prima parte di questo articolo avevamo introdotto il problema della definizione dei termini relativi alla biodegradabilità; cercheremo di approfondire in questa seconda parte alcuni aspetti specifici.

Insieme ad alcuni amici (chimici universitari e di alcune APPA) interessati al problema abbiamo approntato una sorta di test; abbiamo messo in un compostatore domestico per 18 mesi un sacchetto di quelli definiti biodegradabili secondo la norma UNI: EN13432:2002; dopo 18 mesi il sacchetto messo in forma intera, non sminuzzata e ripieno di materiali organici, quindi anche azotati, non era cambiato granché; il compostatore domestico, messo in una zona non particolarmente insolata né in ombra era un normale compostatore (non elettrico) ed i rifiuti, normali rifiuti casalinghi.

A questo punto abbiamo estratto il sacchetto, che si presentava, sostanzialmente integro, forse un po' assottigliato, e lo abbiamo sottoposto ad un'analisi spettroscopica semplice confrontando il suo spettro IR con quello di un sacchetto analogo ma nuovo. Lo spettro è stato fatto con un Varian in modalità ATR, dopo aver sciacquato il sacchetto con acqua distillata; 32 accumuli.

Il risultato lo vedete qui sotto:



In definitiva le uniche differenze fra il sacchetto nuovo e quello sottoposto a 18 mesi di compostaggio domestico sono nella lieve diminuzione di doppi legami (1640 cm^{-1}) e la comparsa di funzioni -COOH (1700 cm^{-1}).

Per il resto il materiale appariva in "buona salute"; la cosa è stata ripetuta in varie salse sia prima che dopo, con risultati analoghi e una serie di commenti si possono leggere su vari blog; su uno di questi blog è gentilmente intervenuto uno degli esperti di Novamont, produttrice del sacchetto, il dott. Degli Innocenti [1].

La conclusione che se ne può trarre è che il Mater-Bi (quello dei normali sacchetti) non può essere compostato se non nelle condizioni del compostaggio industriale. Anche il dott. Degli Innocenti ha precisato che il Mater-Bi dei comuni sacchetti non si compostava in un compostaggio casalingo (che è un procedimento che non consuma energia si badi) ma che ciò è possibile con altre tipologie di Mater-Bi, dotate di apposito marchio. In definitiva il materiale di questi sacchetti, che è il Mater-Bi, è costituito in tutti i casi da un blend di amido di mais (o di patate) con l'aggiunta di percentuali variabili di poliesteri; a stare alle informazioni ottenibili, sono poliesteri di sintesi, ma ottenuti come "prodotti di policondensazione di monomeri derivati da oli vegetali". Sulla base delle mie conoscenze, seppur limitate di chimica organica, un possibile candidato per questi usi è il policaprolattone, PCL o il polivinilalcol (PVA). Ora a me risulta che il PCL si ottenga da caprolattone che a sua volta viene da cicloesano, che a sua volta viene dal cicloesano e quindi da benzene, in definitiva. Un altro possibile candidato è il polibutilen-succinato, un poliestere alifatico che so comunque di origine petrolchimica (correggetemi se sbaglio). Comunque anche a stare alle dichiarazioni degli esperti Novamont non tutto il materiale è di origine "naturale", ma non ne dichiarano la percentuale effettiva. Si può notare che l'amido è un prodotto da agricoltura di tipo industriale, basata su un elevato consumo di energia e di materiali, ma occorre anche riconoscere che di amido nella pratica industriale si fa largo uso, non serve solo per i sacchetti di Mater-Bi. Esistono, comunque, dei lavori che hanno condotto un'analisi del ciclo di vita del materiale (LCA); quali sono le loro conclusioni?

Una cosa importante è che anche le procedure di LCA sono state normalizzate ISO 14040, per cui ha senso considerare le procedure condotte in questo modo.

In un libro dedicato ai polimeri compostabili e scritto da un'autrice che lavora per un grande produttore di acido polilattico [2] (che è un potenziale concorrente del Mater-Bi) si analizza anche il comportamento dell'amido termoplastico (TPS); si vede chiaramente dall'analisi (tab. 8.8-8.9) che al crescere del contenuto di polimeri tradizionali la quantità di energia necessaria per tonnellata di TPS-based o di PLA-based aumenta portandosi verso i valori del PE; idem per la produzione di gas serra. Tuttavia ai rapporti comunemente usati rimane un certo vantaggio, che si può quantificare in circa un terzo, nell'analisi cradle-to-factory, ossia dall'origine al consumatore, ma escludendo la fase di uso e di trasformazione in rifiuto. Se si aggiunge anche la fase di compostaggio industriale e le fasi di incinerazione per i polimeri tradizionali le cose mostrano un ulteriore vantaggio per i materiali a base di amido (c'è un certo vantaggio anche per il PLA, che tuttavia non viene compostato).

Tutte queste considerazioni vengono fatte per unità di massa del materiale. In uno degli studi condotti sul tema [3] questo aspetto viene ulteriormente approfondito: non solo quantità di materiale, ma quanti-



HIGHLIGHTS LA CHIMICA ALLO SPECCHIO

di Claudio Della Volpe - claudio.dellavolpe@unitn.it

tà di materiale usato poi nella pratica. L'approccio è venuto in testa ai colleghi australiani e ai governanti di Melbourne; in questo caso invece di considerare semplicemente l'effetto ambientale di quantità unitarie di materiale si è tenuto conto del fatto che le modalità di uso di un oggetto e quindi dei suoi materiali componenti sono importanti; se per esempio pensiamo ad un sacchetto che si usa una sola volta o ad un sacchetto che viene riusato, poniamo 365 volte all'anno, le quantità di materiale in gioco sono completamente diverse e di conseguenza lo sono le quantità di energia per la sua produzione e gli altri parametri da valutare; la cosa è ovvia, ma vale la pena di sottolinearla.

A questo punto una piacevole borsa di stoffa o un robusto sacchetto di PP, che possono essere riusati molte volte, la fanno da padroni rispetto sia al vecchio shopper monouso di PE che al moderno shopper monouso di Mater-Bi; non parliamo poi del sacchetto monouso di carta

che ha una massa talmente grande da non poter competere con nessun altro quanto a consumi ambientali.

In definitiva oggetti progettati per poter essere riusati molte volte la vincono alla grande; la vecchia borsa di mia zia con la quale mi ricordo è andata a fare la spesa per vent'anni era certamente molto più ecologica di qualunque shopper di qualsiasi tipo di materiale. Tenendo conto delle rispettive durate, secondo i colleghi australiani questa modalità di uso risparmia, per ogni sacchetto "verde" casomai fatto di PP (vecchia Montedison contro Novamont insomma!) circa 6 kg di CO₂, 190 MJ di energia e 7 litri di acqua.

Questa semplice osservazione mette al loro posto tutte le polemiche anche relative agli altri prodotti innovativi.

Ma vale la pena di renderne brevemente conto, per comprenderne almeno la ratio, che mi sembra più commerciale che scientifica.

L'altra idea moderna, concorrenziale al Mater-Bi o al PLA, insomma a quella di cambiare almeno parzialmente il materiale degli shopper, è quella di rendere il vecchio materiale (le poliolefine) degradabile o biodegradabile.

In sostanza si tratta della distinzione fra polimeri di condensazione, quelli di cui abbiamo già accennato (amido, PLA, PCL) e polimeri di addizione come le tradizionali poliolefine.

La cosa si può ottenere aggiungendo al materiale di partenza delle sostanze ad effetto pro-ossidante, le quali possano dare inizio in modo controllato alla degradazione dell'edificio macromolecolare; l'idea che si è dimostrata vincente a questo riguardo venne nel 1993 a due scienziati della 3M, Sipinen e Rutherford [4] che scoprirono l'efficacia degli ioni di metalli di transizione nell'attivare la degradazione della



catena delle poliolefine. Altre scoperte si susseguirono negli anni [5].

Veramente occorre riconoscere che sia pure in forma letteraria e con vari dettagli diversi l'idea era venuta ancora prima ad uno scrittore di fantascienza [6].

In Italia il massimo specialista di questo approccio è certamente Emo Chiellini, dell'Università di Pisa, che se ne occupa da molto tempo [7].

Chiellini si è dedicato ad uno dei prodotti pro-ossidanti, il cosiddetto TDPA, Totally Degradable Plastic Additive (TDPA™) messo a punto da EPI Environmental Products; tuttavia ne esistono altri come il d₂w della Symphony. Se ho capito bene il primo è a base di sali di ferro, mentre il secondo è a base di sali di cobalto (vedremo quale dei due brevetti avrà maggiore successo). Questi pro-ossidanti scatenano la degradazione della catena e il loro mix con sostanze anti-ossidanti può rendere le poliolefine (e il PS), dei materiali la cui durata di vita è completamente

prevedibile; ovviamente l'idea è perfezionabile e sarà certamente ulteriormente perfezionata; al momento sembra che le performance dei prodotti oxo-biodegradabili, non rispettando alla lettera la norma 13432:2002, siano inferiori a quelle dei prodotti idro-biodegradabili, leggi Mater-Bi e PLA, ma questo dipenderebbe non dal fatto che i materiali non si biodegradano ma dal fatto che la velocità di scomparsa non rispetta i canoni stabiliti dalla normativa.

Chiellini, con cui ho anche collaborato in passato, e degli Innocenti, che ringrazio per le cortesi precisazioni, non me ne vorranno se io continuo ad usare la vecchia borsa di mia zia.

Voi che ne dite?

Bibliografia

- [1] www.aspoitalia.it/blog/nte/2009/06/17/sacchetti-ecologici-la-risposta-della-novamont/
- [2] E. Rudnik, *Compostable polymer materials*, Elsevier, 2008.
- [3] a) Sustainability Victoria - Comparison of existing life cycle analysis of shopping bag alternatives, 2007; b) ref. 27 p.199 di [4]; c) www.sustainability.vic.gov.au/www/html/1517-home-page.asp
- [4] A.J. Sipinen, D.R. Rutherford, *J. Environ. Polym. Degrad.*, 1993, **1**(3), 193.
- [5] I. Jakubowicz, *Polym. Degrad. Stab.*, 2003, **80**(1).
- [6] K. Pedler, G. Davis, *Lebbra antiplastica*, Oscar Mondadori, 1977.
- [7] E. Chiellini *et al.*, in *Polymer Degradation and Performance*, ACS Symposium Series, 2009, 1004, Ch. 1, 2.

Cosa dice Novamont

Lo scopo dichiarato dello standard UNI EN 13432 è identificare gli imballaggi che possono essere recuperati mediante riciclo organico, ossia in impianti di compostaggio industriale. Il “compostaggio domestico” dei rifiuti di imballaggio in realtà non è stato preso in considerazione dal legislatore europeo al momento di licenziare la Direttiva Imballaggi (94/62/EC), così come non è stato preso in considerazione lo smaltimento con mezzi incontrollati (rilascio in ambiente o discarica). Il “compostaggio domestico” si differenzia da quello industriale per due principali ragioni: 1) è un processo che avviene a bassa temperatura ed è quindi lento; il compostaggio industriale è “caldo” (termofilo) ed è veloce; 2) le compostiere domestiche non sono generalmente controllate e le relative condizioni possono non essere sempre ottimali (gli impianti di compostaggio industriale, invece, sono gestiti da personale qualificato e mantenuti in condizioni ottimali di lavorazione). Quindi non deve suscitare sorpresa la scarsa biodegradazione registrata da un sacco in Mater-Bi in un compostatore domestico. Peraltro, questa informazione è fornita da Novamont in modo molto trasparente. Infatti non rientra nelle caratteristiche dichiarate (parentesi: se fossi stato interpellato direttamente dai colleghi avrei potuto indirizzare verso prove capaci di simulare un processo di compostaggio termofilo controllato su piccola scala). I marchi “CIC”, “OK Compost” e “DINCERTCO” certificano che il materiale è conforme all’UNI EN 13432. Non mi risulta, ad oggi, contestazioni su questo punto per il Mater-Bi.

Le informazioni relative al ciclo di vita del materiale e al contenuto di sostanze rinnovabili sono disponibili nell’Environmental Product Declaration (EPD) scaricabile nel seguente link: http://gryphon-environdec.com/data/files/6/7705/EPD%20CF05S_20100929_ve r3.1.pdf.

I risultati dello studio LCA dimostrano il basso impatto ambientale del Mater-Bi. Detto questo, non credo che nessuno contesti che l’uso dei sacchi a lunga vita, ossia le “sporte” sia l’opzione preferibile: si consumano meno risorse e si produce meno inquinamento perché i costi ambientali (sia iniziali che finali) sono spalmati su numerosi cicli “supermercato-casa”. Il sacchetto biodegradabile va utilizzato solo quando il consumatore dimentica la “sporta”. Il sacchetto per asporto merci in Mater-Bi può essere riutilizzato per lo smaltimento sia del rifiuto organico domestico, che per il rifiuto indifferenziato, semplificando la raccolta. È un sacchetto per rifiuti “multi-scopo”. Occorre sottolineare che la biodegradabilità non giustifica in nessun modo lo smaltimento incontrollato. Questo vale per le bioplastiche e per tutti gli altri materiali biodegradabili. Nessuno butta il giornale appena letto nell’aiuola del parco cittadino, solo perché è biodegradabile. Altre informazioni sui sacchetti sono disponibili nella “carta d’identità del sacchetto per asporto merci in

Mater-Bi” scaricabile nel sito Novamont: www.novamont.com/detail.asp?c=1&p=0&id=714.

Non credo che la suddivisione dei polimeri in “idrodegradabili” e “oxodegradabili” sia utile alla discussione in corso sul problema dei rifiuti plastici. Infatti questa suddivisione si basa sullo studio del meccanismo di degradazione, che può avvenire, in modo preminente, o mediante un processo idrolitico oppure mediante un processo ossidativo. Forse è interessante per fini accademici, ma se si considera la problematica dal punto di vista della gestione e del trattamento dei rifiuti è una questione irrilevante. La questione fondamentale per il gestore dell’impianto di trattamento non è tanto sapere se il meccanismo è di tipo idrolitico od ossidativo, ma piuttosto sapere se il materiale X in ingresso sia compatibile con il proprio processo. Ossia si disintegri, si biodegradi e non crei problemi nella qualità e salubrità del compost finale (che, come noto, viene poi applicato in agricoltura). Ed è forse partendo da questo punto di vista, e per chiarire meglio alcune questioni molto dibattute, che il DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs) inglese ha prodotto un ponderoso studio intitolato “Assessing the Environmental Impacts of Oxo-degradable Plastics Across Their Life Cycle”, che è un punto di riferimento da aggiungere al proprio bagaglio bibliografico perché compendio autorevole sulle conoscenze già maturate nel settore. È scaricabile presso il sito del DEFRA: http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=EV0422_8858_FRP.pdf

Francesco Degli Innocenti

*Direttore Ecologia dei Prodotti e Comunicazione Ambientale
Novamont*

