

Gli imballaggi, un settore altamente competitivo sempre alla ricerca di nuove soluzioni

Il I Congresso Nazionale sugli imballaggi in polimeri biodegradabili organizzato dall'Università di Parma e da SSICA nei giorni 15 e 16 aprile 2010 presso l'Aula Magna dell'Università degli Studi di Parma, ha visto la partecipazione di circa 200 delegati.

Perché Parma per questo battesimo?

Come affermano il Rettore dell'Università di Parma, Prof. Gino Ferretti, e il Direttore Generale di SSICA, Ing. Luigi Palmieri, nel saluto introduttivo ai lavori, la città ha sempre avuto un ruolo centrale nel settore degli imballaggi sia per la vasta presenza dell'industria alimentare e della relativa impiantistica, sia perché la cosiddetta "Food valley" ospita anche centri di ricerca e istituzioni di primaria importanza fra cui EFSA, SSICA (da anni impegnata in studi sugli imballaggi con un reparto ad essi dedicato) e l'Università, attiva in questo settore con un corso di laurea in Packaging che presto si trasformerà in Master, e con il CIPACK, Centro Interdipartimentale Packaging, nato lo scorso anno con l'obiettivo di sviluppare collaborazioni fra ricerca e mondo dell'industria in un settore che, nonostante la crisi economica, sembra non conoscere flessioni. Proprio dalla collaborazione fra SSICA e Università di Parma nasce l'idea di organizzare questo primo convegno destinato, come afferma Angela Montanari, Responsabile reparto Imballaggi di SSICA, a colmare una lacuna esistente nel panorama congressistico italiano che, pur denso di avvenimenti relativi al settore alimentare, risultava tuttavia carente di un evento plenario che coinvolgesse tutti gli attori che si dedicano, nel nostro Paese, allo sviluppo e all'innovazione nel settore imballaggi in polimeri biodegradabili.

Gli imballaggi in plastica, spiega Angelo Montenero, coordinatore del corso di laurea in Scienza e Tecnologia del Packaging, possiedono una grande stabilità chimica che li rende difficili da smaltire. Enti di ricerca e aziende da anni impiegano gran parte delle loro energie per produrre plastiche basate su polimeri in grado di degradarsi nel tempo così da ridurre, o addirittura eliminare potenziali danni all'ambiente o anche, in taluni casi, di trasformarsi in compost. Tutti questi sforzi hanno portato a produrre una serie molto ampia di prodotti polimerici con caratteristiche diverse, ma sostanzialmente classificabili in: polimeri refrattari, cioè che si degradano in ambiente aerobico in tempi molto lunghi, polimeri biodegradabili in tempi medi, che spesso contengono additivi in grado di accelerare questa degradazione e polimeri di origine naturale che in meno di sei mesi riescono a degradarsi per più del novanta per cento.

Se, da una parte, la ricerca industriale sta avanzando rapidamente in questo settore, dall'altra, le normative esistenti non sempre riescono a stare al passo con i progressi della ricerca e risultano

spesso carenti o poco chiare. Da qui dunque la necessità di una riflessione approfondita, a livello congressuale, sull'attuale stato dell'arte dal punto di vista scientifico, tecnico e normativo sui temi biodegradabilità e compostabilità, in modo da poter utilizzare al meglio e secondo gli obiettivi voluti i vari materiali biodegradabili presenti sul mercato e permettere ai cittadini di conoscere il modo migliore di gestire questa nuova classe di materiali, con indiscusse ricadute positive su tutta la comunità.

Angela Montanari, responsabile del Reparto Imballaggi di SSICA e Presidente del convegno insieme a Montenero, spiega cosa s'intende per materiali biodegradabili e quali sono quelli attualmente impiegati nel campo dell'imballaggio.

Il largo impiego di plastiche derivate dal petrolio e il loro impatto negativo sull'ambiente hanno dato impulso negli ultimi decenni a ricerche su materiali biodegradabili ottenuti da fonti rinnovabili. Il consumo di materie plastiche è aumentato esponenzialmente dagli anni 70 del secolo scorso a oggi; nel 2009 ne sono state prodotte 275Mt.

La produzione e l'uso di biopolimeri/bioplastiche è però ancora limitato; se nel 2003 in Europa i biopolimeri rappresentavano meno dello 0,1% del mercato delle plastiche (fonte Ibaw) a fine 2006 la capacità produttiva era quasi raddoppiata, per triplicare entro il 2010 (fonte Ibaw). Il Global Biodegradable Polymers Report prevede un aumento del 13% annuo tra il 2009 e il 2014. Per l'Europa, che oggi assorbe circa la metà del consumo totale, si prevede un incremento del 20-30%. L'impiego nell'imballaggio per alimenti è uno dei settori trainanti, anche se per ora limitato a prodotti freschi o a shelf-life breve.

I materiali biodegradabili utilizzabili per il confezionamento degli alimenti possono essere suddivisi in tre categorie in base all'origine e alla tecnologia di produzione: polimeri direttamente separati dalle biomasse, quali polisaccaridi, proteine e lipidi; polimeri generati mediante sintesi chimica, impiegando monomeri naturali e rinnovabili quali polilattide e altri poliesteri; polimeri prodotti da microrganismi o da batteri geneticamente modificati quale PHA.

Se a livello di studi numerose sono le ricerche sui biopolimeri da biomasse, a livello commerciale i materiali disponibili sono quelli derivati dal mais, dalla canna da zucchero e dalla cellulosa.

Occorre inoltre distinguere questi dai biopolimeri non biodegradabili, ma prodotti da fonti rinnovabili. Le loro proprietà, specifica Montanari, non sono ancora completamente confrontabili con quelle delle plastiche tradizionali, ma la ricerca sta muovendosi con l'obiettivo di ottenere le stesse prestazioni, anche sotto la spinta dell'aumentata sensibilità ecologica del consumatore, che anche in questo periodo di crisi preferisce acquistare prodotti in imballaggi biocompatibili, nonostante l'imballaggio costi 2 -3 volte di più di quello in plastica tradizionale.

Ma quali le prospettive di ricerca per i due centri ideatori del convegno?

Il Reparto Imballaggi di SSICA, che negli ultimi anni ha incominciato a focalizzare l'interesse su questo settore, ha in progetto studi sulla possibilità di valorizzare gli scarti dell'industria vegetale nella produzione di biopolimeri e di bio rivestimenti per imballaggi rigidi. Sta inoltre effettuando test di shelf-life per valutare l'impiego dei biopolimeri nel settore dei salumi.

Il Dipartimento di Chimica generale dell'ateneo parmense, a sua volta, sta ottenendo apprezzabili risultati dallo studio di una nuova tecnica che consiste nell'attuazione di un trattamento superficiale con un coating sottilissimo che viene depositato sulla superficie esterna dei contenitori o film plastici, diminuendo a dismisura, anche fino a 500 volte, il passaggio di ossigeno ed altri gas. Questo processo permetterà l'uso dei film in plastica anche in ambito alimentare, settore in cui finora i film biodegradabili sono stati poco utilizzati, specie quando il prodotto contenuto è facilmente ossidabile.

II CONVEGNO

Numerose sono state le presentazioni che si sono susseguite nell'arco dei due giorni di lavoro.

La mattina del 15, dopo i saluti di Gino Ferretti, Rettore dell'Università di Parma, Luigi Palmieri, Direttore Generale di SSICA, Angelo Montenero e Angela Montanari, Presidenti del Convegno, il Prof. Pilati dell'Università di Modena e Reggio Emilia ha aperto la sessione dei lavori con una lezione introduttiva sui biopolimeri utilizzati nell'imballaggio alimentare. Nella presentazione è stata fatta chiarezza sull'uso del termine biopolimero o bioplastica e sulla classificazione delle diverse tipologie di bioplastiche attualmente in uso. Sono stati descritti i principali tipi di materiali biodegradabili e discussi i criteri che devono essere presi in esame per la loro scelta.

La parole è passata quindi ai principali produttori di materiali biopolimerici: l'italiana Novamont S.p.A. (Mater-Bi[®]), l'inglese Innovia Films (NatureFlex[™]) e la statunitense NatureWorks (PLA INGENEO[®]).

I produttori hanno presentato i materiali biopolimerici oggi disponibili su scala industriale, illustrandone le caratteristiche prestazionali, i diversi settori di utilizzo e le ultime innovazioni. Accurati dettagli sono stati forniti sul ciclo di vita e sulle proprietà ambientali dei diversi materiali. Novamont ha presentato il Mater-Bi[®] di seconda generazione, introdotto recentemente su larga scala nella produzione di shopper compostabili per le maggiori catene di distribuzione europee. Innovia ha proposto NatureFlex[™], un film a base cellulosa non soltanto biodegradabile, ma anche compostabile, realizzato dalla polpa di legno proveniente da piantagioni a riforestazione programmata.

Per quanto riguarda la produzione di acido polilattico, NatureWork, che rappresenta il maggior produttore mondiale di questo materiale con capacità produttiva di 140000 ton/anno, ha mostrato gli interessanti risultati sull'analisi del ciclo di vita del PLA e sul suo possibile utilizzo non solo nel settore alimentare ma anche in quello dei beni di consumo semidurevoli quali trasporti, elettronica e casalinghi.

La parola è quindi passata ai ricercatori delle numerose università italiane e dei principali centri di ricerca nazionali che lavorano attivamente nel campo dei biopolimeri. Esperti hanno presentato lavori scientifici su: sintesi e proprietà di biopolimeri, compositi e coating biodegradabili, LCA dei materiali biopolimerici e loro biodegradabilità, gestione del fine vita degli imballi, aspetti normativi sui materiali a contatto con gli alimenti.

Sulla sintesi e sulle proprietà dei biopolimeri sono stati presentati i lavori scientifici di A. Brunetin, S. Bronco, L. Fambri, C. Zurlini, L. Mariniello e P. Cinelli.

Sono stati presentati film completamente biodegradabili e compostabili realizzati valorizzando gli scarti dell'industria conserviera vegetale o coating derivati dal siero del latte da utilizzare come rivestimento di film plastici in sostituzione di polimeri più costosi.

Sui compositi e coating biodegradabili hanno presentato le loro relazioni L. Incarnato, N. Ditaranto, S. Bocchini e M. Rocchetti.

Molte le presentazioni inerenti l'utilizzo di nanocompositi a matrice polimerica in grado di migliorare le proprietà chimico-fisiche di materiali come PLA e PHB. E' stato anche presentato un innovativo coating biopolimerico, costituito da collagene e lattoferrina finalizzato alla realizzazione di un packaging ad uso alimentare, biocompatibile, edibile, antiossidante e antisettico.

E' stato inoltre presentato un coating in grado di migliorare considerevolmente le proprietà barriera ai gas dei biopolimeri, in particolare all'ossigeno se applicato come rivestimento esterno.

Sulla biodegradabilità e LCA dei materiali sono intervenuti i seguenti ricercatori: R. Pantani, M. Stephens, D. Tabuani, G. Siracusa, M. Foschia, K. Zavaglia, F. Gironi.

Interessanti spunti di discussione ha suscitato la relazione proposta da Symphony Environmental Technologies Plc., una società britannica che sviluppa e fornisce in tutta Europa additivi oxo-biodegradabili, dal marchio d2wTM, che aggiunti alle normali plastiche flessibili ne permettono una completa degradazione nel tempo.

Grande interesse hanno riscosso gli studi sul fine vita degli imballaggi (LCA) e di biodegradabilità dei materiali, con particolare riferimento alle norme vigenti e alle metodiche di analisi. Secondo quanto riportato dalla dr.ssa M. Foschia, nel caso dei biopolimeri l'esigenza di quantificare il carico ambientale tramite l'applicazione della metodologia Life Cycle Assessment (LCA) risulta ad oggi ambizioso a causa del difficile reperimento di dati primari per tutte le fasi della filiera produttiva.

La presentazione della dr.ssa Sadocco della Stazione Sperimentale Carta Cartoni si è focalizzata sugli aspetti della biodegradabilità dei materiali da imballaggio, sulla normativa di riferimento e sui test ufficiali di analisi.

Il dr. Centemero del Consorzio Italiano Compostatori ha parlato del recupero dei biopolimeri nella filiera del compostaggio, dello stato dell'arte e delle caratteristiche tecniche idonee al processo di trasformazione e certificazione dei manufatti secondo quanto riportato nella norma. Il Consorzio Italiano Compostatori ha recentemente introdotto un programma di certificazione sulla compostabilità che si concretizza con il rilascio di un marchio "Compostabile CIC", in grado di identificare e certificare tutti quei manufatti che si decompongono naturalmente nel processo di compostaggio e che presentano caratteristiche ben definite di biodegradabilità e disintegrabilità, stabilite da standard europei (UNI EN 13432:2002).

La dr.ssa S. Serranti ha illustrato l'uso di una tecnica di imaging iperspettrale applicate a materiali polimerici finalizzate al riconoscimento e al "sorting on-line" delle materie plastiche negli impianti di riciclo, in funzione della loro natura chimica.

Dopo l'interessante intervento della dr.ssa Collauto del Ministero della Salute sulla normativa e sugli aspetti tecnici dei materiali biodegradabili destinati a venire a contatto con gli alimenti, la parola è passata al dr. Feigenbaum di EFSA che, ha presentato i primi studi di migrazione sui materiali biodegradabili destinati al contatto con alimenti come il PLA. La dr.ssa Lupu ha spiegato il ruolo di EFSA nella valutazione del rischio dei materiali a contatto con alimenti, compresi quelli biodegradabili.

A conclusione dei lavori hanno preso la parola i produttori e utilizzatori finali dei biopolimeri, dalla cui testimonianza sono chiaramente emerse la possibilità, la volontà e l'impegno ad utilizzare concretamente questi nuovi materiali.

Dopo una panoramica generale presentata dal Dott. Fontana di Ferrero, interessanti esempi di possibili nuove applicazioni di biopolimeri nel settore alimentare sono stati forniti dalla ditta Coopbox Group S.p.A. che realizza vaschette in PLA espanso per prodotti alimentari freschi.

Polenghi-Las ha presentato un flacone completamente biodegradabile e compostabile denominato "EcoBottle" per contenere succo di limone e Le Fonti di Vinadio S.p.A. hanno illustrato le caratteristiche di "Sant'Anna Bio Bottle", la prima e unica bottiglia di acqua naturale eco-sostenibile realizzata in PLA

Grande successo ha riscosso la sessione poster nella quale sono stati presentati tredici interessanti lavori scientifici sui materiali biopolimerici e sulla loro biodegradabilità e compostabilità.

TAVOLA ROTONDA BIOPOLPACK

Una tavola rotonda coordinata dal giornalista Antonio Cianciulli conclude il congresso del Biopolpack.

All'incontro prendono parte Marco Sachet dell'Istituto Italiano Imballaggio, Michele Amigoni del gruppo Packaging di Barilla, Massimo Centemero del Consorzio Italiano Compostatori, Roberto Magnaghi responsabile tecnico del CONAI, Andrea Corti dell'Università di Pisa e Patrizia Sadocco responsabile del laboratorio microbiologico della Stazione Sperimentale Carta Cartoni e Paste per Carta.

Cianciulli esordisce tracciando un bilancio dei due giorni del convegno che hanno visto una presenza continuativa di tutti gli addetti del settore, il che indica grandi attese da parte del mercato e un coinvolgimento delle aziende che intendono investire in questo settore, cresciuto ma ancora in evoluzione. D'altro lato si sottolinea la presenza non brillante del mondo della politica che non ha tenuto il passo con la tecnologia industriale e la scienza.

Il tema di fondo è quello di una grande attenzione al biopackaging, cioè un prodotto che prevenga il problema dello smaltimento. La tenuta meccanica, la resistenza e permeabilità all'acqua, la qualità dei prodotti, la definizione di compostabilità, la capacità del servizio di praticare una valida raccolta, l'elemento economico, la vendibilità, la capacità di competere, il ciclo di vita, i costi dell'intero ciclo produttivo sono i problemi emersi dalle relazioni.

Ci si chiede quale sia il percorso ancora da compiere e su questo i pareri tecnici non sono sempre concordi. Non può sfuggire il fatto che una quota di prodotto sfugge al sistema della raccolta differenziata, nonostante il messaggio principale da lanciare al consumatore sia quello di non fare finire il prodotto in natura. L'impatto sull'ambiente va sottolineato per sensibilizzare il consumatore perché, anche in presenza di prodotti biodegradabili, il danno ecologico è sempre presente.

Il primo ad intervenire è Marco Sachet dell'Istituto Italiano Imballaggio.

Sachet vede un grande futuro per questi materiali; anche se, per ora, il loro utilizzo in Italia è limitato per la stragrande maggioranza all'industria alimentare, si intravede la possibilità di estenderlo anche a molti altri campi. I costi, però, sono ancora molto elevati e questo crea una resistenza alla loro diffusione da parte delle industrie. Inoltre, nonostante i consumatori siano sensibili al problema del minore impatto ambientale, nel mondo dell'imballaggio i materiali biodegradabili possono essere utili in determinate situazioni ma non risolvono tutti i problemi.

Passando la parola a Michele Amigoni, del gruppo Barilla, Cianciulli osserva che l'azienda è stata pioniera nell'utilizzo di questi prodotti, ma poi ha rallentato la marcia.

Amigoni ammette che l'atteggiamento del gruppo Barilla è improntato ad una certa critica e

prudenza nell'utilizzo di questi prodotti biodegradabili; pur continuando la ricerca di un prodotto che coniughi funzionalità, economicità e minor impatto ambientale, ad oggi non è ancora stato trovato, per la categoria dei prodotti Barilla, qualcosa che sia preferibile alla tecnologia tradizionale. Amigoni fa un esempio concreto parlando dei prodotti a brevissima shelf-life e dei prodotti della IV gamma, per i quali i limiti prestazionali degli imballaggi in biopolimeri hanno un impatto relativo e le loro caratteristiche intrinseche, come la loro traspirabilità, costituiscono un vantaggio; non altrettanto può dirsi per una merenda o un prodotto confezionato a lunga shelf-life. Si giunge al tema dell'impatto ambientale.

Quando si parla di materiali biodegradabili, di compostaggio, di materiali che vengono dalle fonti fossili e di quelli che vengono dall'agricoltura, si tende a pensare che questi ultimi siano intrinsecamente più puliti. Ad introdurre l'argomento viene chiamato Roberto Magnaghi del CONAI.

Magnaghi afferma che la raccolta differenziata ha ridotto considerevolmente l'emissione di gas effetto serra. L'introduzione di materiali biodegradabili può migliorare ancora la situazione, ma pone il problema di come riutilizzare questi materiali dopo la raccolta effettuata in modo corretto. Ci si trova di fronte a nuovi materiali che vanno differenziati ulteriormente rispetto a quelli esistenti e uno degli aspetti più importanti è quello della qualità della materia differenziata: bisogna attrezzarsi come sistema paese per renderla efficace.

Cianciulli chiede se la raccolta differenziata migliorerebbe con l'utilizzo di materiali biodegradabili. Magnaghi risponde che il passo fondamentale da compiere è quello di fornire ai cittadini la certezza di sapere dove conferire i singoli prodotti e i Comuni, che si occupano di raccolta differenziata, devono dare delle direttive molto precise in merito. Esempio concreto: alcuni comuni dispongono che il tetrapack debba essere smaltito assieme alla carta, altri con la plastica. Sono quindi i Comuni che, a fronte di nuovi prodotti immessi sul mercato, devono dettare precise modalità di raccolta. Assieme all'innovazione tecnologia bisogna lanciare anche nuovi messaggi semplici che vengano recepiti chiaramente dai consumatori. Dal punto di vista legislativo bisogna intervenire con incentivazioni.

E' ora la volta di Andrea Corti dell'Università di Pisa, al quale viene chiesto di chiarire i concetti di degradabilità e di requisiti della biodegradabilità, poiché su questo argomento non c'è ancora una visione comune e questo ha generato anche numerosi contenziosi giuridici. Biodegradabile è uguale a naturale? Corti premette che il problema è complesso perché legato al fattore tempo e ad altri fattori. Esiste un principio in microbiologia, il Principio dell'infalibilità microbica, in base al quale qualsiasi sostanza in grado di essere ossidata è suscettibile di essere assimilata, utilizzata dai microrganismi. La biodegradabilità non può essere considerata una proprietà intrinseca; il concetto

che un prodotto naturale è biodegradabile mentre un prodotto sintetico non lo è, è troppo semplicistico e non sempre corrisponde alla realtà. Ci sono esempi di materiali sintetici di natura polimerica che sono biodegradabili ed altri materiali polimerici di provenienza naturale che lo sono in tempi estremamente lunghi. La lignina delle conifere e delle sequoie per degradarsi ha bisogno di molto tempo e di condizioni particolari. L'interazione tra questi fattori, ambiente, substrato e microrganismi, porta alla biodegradabilità.

Il paradosso esemplificativo è quello dell'alcol polivinilico, un polimero di sintesi idrosolubile che è considerato scientificamente biodegradabile. Infatti sono stati isolati i microrganismi responsabili della degradazione, sono stati isolati i sistemi enzimatici responsabili dell'attacco principale sulla catena, sono stati definiti i metaboliti e quindi tracciate le vie metaboliche. Questi microrganismi sono stati isolati dal terreno o dal suolo, tuttavia un materiale a base di polivinilalcol disperso nel terreno non si degrada o si degrada in periodi molto lunghi. Se invece il materiale viene posto in soluzione acquosa in presenza degli stessi microrganismi la sua biodegradabilità è paragonabile per tempi e livelli a quello della cellulosa. Per qualsiasi materiale biodegradabile frammentabile bisogna ragionare in termini di tempi e di caratteristiche del materiale. Un materiale idrocarburico rispetto ad un materiale polisaccaridico o contenente ossigeno necessita di maggiori tempi per l'ossidazione e quindi per la biodegradabilità.

Cianciulli vorrebbe quantificare in termini di tempo e, per fare un esempio, chiede quanto può durare un sacchetto di plastica biodegradabile disperso in natura.

Corti precisa che il messaggio che deve arrivare ai consumatori è quello di non disperdere mai, nemmeno accidentalmente, sacchetti di plastica che, sebbene biodegradabili, sono comunque destinati ad una raccolta differenziata. Per rispondere tecnicamente alla domanda posta, sostiene che una degradazione lenta può rivelarsi utile soprattutto se applicata nel settore agricolo, purché il materiale sia compatibile con il suolo che è un ambiente molto complesso. Si tratta comunque di anni, come avviene nei processi naturali. Ma questo si traduce in un vantaggio, poiché i materiali soggetti ad una rapida mineralizzazione impoveriscono il suolo dalla sostanza organica stabile.

L'esempio che cita è quello dell'erosione eolica, che si era generata negli anni '50 negli Stati Uniti, quando, attraverso lo stoccaggio di granoturco, si introduceva nel terreno una quantità eccessiva di materiale polisaccaridico, per cui la microflora del terreno, spinta da una così ampia disponibilità di substrato facilmente utilizzabile, ossidava anche gli acidi umici che determinano la sostanza organica del terreno. Per evitare fenomeni come questo è bene introdurre nel terreno sostanze a lenta degradazione con caratteristiche chimico-fisiche simili a quelle della lignina.

Sachet si inserisce nel discorso sottolineando che, come consumatori e come cittadini non dobbiamo perdere di vista ciò che abbiamo chiesto al legislatore, una responsabilità nei confronti di chi

disperde in natura ciò che deve essere destinato alla raccolta differenziata, ribadire quindi il concetto che chi sporca paga. Questi materiali devono andare verso un filone che sia sostenibile, cioè il compostaggio. Dobbiamo quindi guardare con favore al business del compostaggio.

La parola viene data a Patrizia Sadocco, responsabile del laboratorio microbiologico della Stazione Sperimentale della Carta, che si occupa di determinazione della biodegradabilità di tutti i materiali manufatti. Secondo Sadocco gli addetti del settore biopolimeri e bioplastiche non possono sostenere che i loro materiali biodegradabili, per quanto di alta tecnologia, siano la soluzione a tutti i problemi; il sistema di prevenzione dell'inquinamento è sempre la regola principale. Lo sforzo di comunicazione deve essere quello di insegnare alla società a non disperdere e non inquinare. Le bioplastiche sono utili in quanto riciclabili e utilizzabili in agricoltura per i teli da pacciamatura e per costituire un serbatoio di carbonio organico e di biogas. Tutto quello che c'è sulla terra è biodegradabile, ma ci vuole sempre molto tempo, determinato dalle condizioni ambientali, e l'unica soluzione da adottare è quella di non disperdere niente in natura.

A questo punto prende la parola Massimo Centemero che parla del compostaggio. Il compostaggio è diffuso in modo abbastanza capillare; anche nei sacchetti di terriccio del supermercato si trova il compost. Il compost costituisce una nuova filiera. La filiera del biodegradabile può coincidere con quella del compostabile, ma non tutto ciò che è biodegradabile è compostabile, sia dal punto di vista tecnico che dal punto di vista operativo. Occorre fare una distinzione fra i vari prodotti. Se prendiamo una bottiglia di acqua, per esempio, la bioplastica flessibile è già immediatamente compostabile, la bioplastica rigida necessita di approfondimenti per essere lavorata.

La ricerca da compiere è ancora molto lunga.