



A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,  
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",  
SEBEȘ, 2011

## **TENDINȚE ÎN PRODUCEREA MATERIALELOR BIOPLASTICE**

Gabriel FODOREAN, Victor ROȘ

### **TRENDS IN BIOPLASTICS OBTAINING MATERIAL PRODUCTION**

Bioplastics, industry and agriculture are close connected. On a side renewable resources from agriculture are basic feedstock for bioplastics manufacturing. On the other side, products made from bioplastic materials have a large applicability in agriculture, and as packaging in food industry. After the bioplastics fulfill their mean and become residues, the cycle is closed by using them as compost for fertilizer and a soil improvement in agriculture.

This interdependence lied when about 50 million hectares in EU are not needed for food production for new opportunities in agriculture.

Keywords: bio-materials, renewable energy, agriculture

Cuvinte cheie: materiale bioplastice, surse regenerabile, agricultură

#### **1. Introducere**

În ultima jumătate de secol produsele din materiale plastice sintetice au devenit componente ale vieții zilnice care, pe lângă avantajele pe care le au, creează mari probleme în lumea întregă. Pe de o parte datorită impactului negativ pe care îl au asupra mediului și pe de altă parte datorită consumului ridicat de țigări - o resursă mereu deficitară și scumpă, necesar producerii lor. Aceste produse au un timp necesar pentru degradare de circa 20 de ani la paharele din plastic utilizate la mașinile automate pentru băuturi alimentare, de circa 100 de ani pentru sticlele din PET și de circa 500 de ani pentru produsele

realizate din spumă de polistiren (polistiren expandat). Deși se urmărește reciclarea acestora, prețul ridicat al acestei reciclări și piața limitată pentru produsele obținute din reciclare fac ca circa 75 % dintre ambalajele din plastic să fie depozitate pe terenuri special amenajate sau de cele mai multe ori haotic, pe terenurile agricole din jurul localităților.

Soluția viabilă pentru rezolvarea acestei probleme de poluare a mediului o constituie bioplasticele, care sunt materiale biodegradabile obținute din materii prime regenerabile, de tipul polimerilor biodegradabili, provenite din resurse agricole.

Anual se produc pe plan mondial prin fotosinteză 60 milioane de tone de materiale organice, care sunt apoi fie recoltate și procesate pentru a fi utilizate în diverse domenii, fie se descompun prin degradare microbiană în elementele lor de bază:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  și biomasă în cadrul unui ciclu global fără a crea probleme de mediu și fără a necesita costuri ridicate.

În figura 1 se prezintă etapele prin care trece un material biodegradabil pe parcursul ciclului de viață.

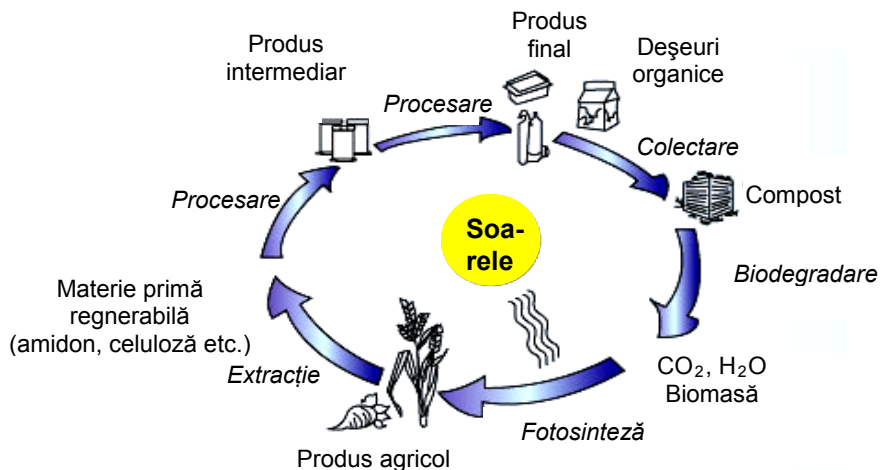


Fig. 1 Bucla ciclului ideal de viață în cazul producerii bioplasticele

Bioplasticele au început să fie recunoscute ca o invenție pozitivă și importantă a industriei chimice și a maselor plastice, oferind numeroase și variate oportunități. Noua categorie de bioplastice și plastice biodegradabile prezintă un real interes pentru aproape toate sectoarele societății și industriei.

## 2. Caracterizarea materialelor bioplastice

Bioplasticele nu formează o singură clasă de polimeri ci mai curând o familie de produse cu proprietăți foarte apropiate. O definiție general recunoscută a acestui concept nu există. Comisia Europeană a Bioplasticelor, ca și alte asociații, definesc materialele bioplastice în două feluri diferite:

- materiale plastice care au la bază materiale regenerabile;
- polimeri biodegradabili care întrunesc criteriile științifice și normele recunoscute pentru biodegradabilitate și compostabilitate a materialelor plastice și produselor din plastic. În Europa aceste norme se găsesc în EN 13432.

În ambele clase, în producția de polimeri este folosit un mare procentaj de resurse regenerabile. Produsele din prima grupă nu este necesar să aibă proprietăți de biodegradabilitate sau compostabilitate; cele din a doua grupă nu este necesar să se bazeze pe materiale regenerabile, conform criteriilor standardului european EN 13432. Chiar și un număr de polimeri petrochimici sunt certificați ca fiind biodegradabili și compostabili. Ei extind aria de aplicații și sunt adesea responsabili de crearea unor pre-cerințe pentru implementarea resurselor regenerabile în producția de materiale plastice.

Bioplasticul nu este un produs omogen. Produsele din bioplastic sunt compuse din polimeri naturali și aditivi ca adaosuri de procesare, stabilizare, colorare etc. Fiecare polimer are proprietățile sale specifice. Fiecare rețetă și fiecare produs finalizat trece prin operații de optimizare cu privire la procesele și aplicațiile specifice – în aceeași manieră ca și în cazul materialelor plastice convenționale. Dezvoltarea acestui domeniu este încă într-o fază incipientă și din acest motiv nu este încă posibilă fabricarea pe termen lung a materialelor plastice 100 % din resurse regenerabile. Majoritatea companiilor desfășoară propriile lor programe, prin care caută posibilități de a utiliza o proporție cât mai mare de resurse regenerabile. Asociația Internațională a Producătorilor de Materiale Plastice estimează, că în funcție de media tuturor aplicațiilor cu materiale plastice pot fi folosite ca materii prime biodegradabile un procent de aproximativ 50 % (estimare bazată pe producție, o estimare precisă a consumului nu există încă). Polimeri ca PLA (acid polylactic) sau PHA (Polyhydroxyalkanoates) pot fi fabricați 100 % din resurse regenerabile. Coloranții și aditivii folosiți în procesul de fabricație pot fi fabricați de asemenea din resurse regenerabile. Aceasta înseamnă, că în cazul unor produse se poate ajunge ca 100 % din materiile prime folosite să provină din resurse regenerabile.

Majoritatea bioplasticelor sunt biodegradabile, deși aceasta nu este o cerință inerentă. Există de asemenea polimeri sintetici care sunt certificați ca fiind biodegradabili. Biodegradabilitatea și compostabilitatea sunt strâns legate de rețeta utilizată, precum și de structura și originea materiilor prime. Aceste proprietăți fac distincția față de materialele plastice convenționale, care nu sunt nici biodegradabile, nici compostabile (exemplu, polimeri ca PE (polietilena), PP (polipropilena), PS (polistiren), PET (polyethylene terephthalate) sau PVC (polivinilcloride)). Toți polimerii naturali pe bază de carbon ca amidonul, celuloza, lignina și aditivii au la bază materiale biodegradabile. În concluzie, biopolimerii pot fi prelucrați utilizând procedee comune de prelucrare cu polimerii sintetici. De menționat că bioplasticele care au la bază monomeri naturali, pot să își piardă din proprietăți în urma transformărilor chimice și polimerizării.

Se spune, că **materialele plastice se caracterizează** prin enorma lor diversitate, care le asigură succesul în numeroase aplicații. Această afirmație începe să fie valabilă și pentru bioplastice.

Dezvoltarea intensivă a noilor materiale plastice biodegradabile cu proprietăți mereu îmbunătățite, a condus la apariția pe piață a numeroase noi produse. Există la ora actuală circa 30 de materiale biodegradabile care se găsesc deja pe piață sau sunt într-un stadiu avansat de implementare la scară industrială. Se pot distinge mai multe clase de materiale biodegradabile obținute din resurse regenerabile, și anume:

a) Polimeri naturali nemodificați din care fac parte:

- Materiale din amidon pur;
- Poly (hidroxialcani) bacteriali;
- Materiale din colagen.

b) Polimeri naturali modificați, formați din acetăți de celuloză și amidon.

Amidonul și celuloza sunt modificate pentru a le îmbunătăți proprietățile de prelucrare și de utilizare prin esterificarea grupelor hidroxil din reziduurile de zahăr.

c) Polimeri sintetici din monomeri naturali, reprezentați prin acidul polilactic.

Sinteza chimică a polimerilor din monomeri obținuți din resurse regenerabile combină înaltul potențial al chimiei polimerilor cu utilizarea resurselor naturale. În cazul fabricării foliilor și a pieselor extrudate, flexibilitatea poate fi ajustată prin utilizarea diferiților stereozomeri ai acidului lactic. O primă aplicare a acestor materiale a fost la paharele firmei Danone din Germania.

d) Polimeri din lanțul C-C, de tipul polivinilalcoolilor.

### **3. Stadiul actual în cercetarea și obținerea materialelor bioplastice**

Deși cercetările în domeniul bioplasticelor au început cu câțiva zeci de ani în urmă, produsele realizate din aceste materiale au apărut pe piață doar în ultima decadă.

Astfel au fost și sunt întreprinse în întreaga lume cercetări în vederea asimilării biopolimerilor începând cu anii '80. Cele mai multe fonduri pentru astfel de cercetări au fost alocate în SUA și Japonia. Din baza de date a revistei Chemical Abstract rezultă că în doar patru ani au fost înregistrate pe plan mondial 694 de brevete de invenție, ceea ce este încă o dovadă a activității deosebite de cercetare desfășurată în acest domeniu.

În anul 1998 se prognoza pentru anul 2000, în Europa, o producție de circa 10 000 t în valoare de circa 38000 euro, cu o creștere de 15-30 % pe an, urmând ca în anul 2004 această producție să ajungă la 25 000 t. Această prognoză a fost însă devansată, creșterea fiind mult mai mare, atingându-se deja la sfârșitul anului 2003 o producție de 30 000 t.

Studiile efectuate în acest domeniu indică faptul că în anul 2010 s-a depășit pragul de 3 milioane t în Europa, urmând ca materialele bioplastice să ajungă la circa 10 % din producția mondială de materiale plastice.

Evoluția capacităților de producție a bioplasticelor este prezentată în figura 2. Din diagramă se observă tendința de creștere accentuată a producției de bioplastice, concomitent cu scăderea, în structura lor, a ponderii componentelor sintetice.

Ca și structură a producției situația se prezintă astfel: 74,5 % bioplastice din amidon și amestecuri de amidon; 13 % bioplastice produse prin fermentare; 12,5 % bioplastice din materiale petrochimice.

La ora actuală, cele mai semnificative arii de aplicare, în ordinea consumului, a bioplasticelor, sunt:

- saci biodegradabili pentru resturi menajere;
- folii pentru ambalarea produselor alimentare și nealimentare;
- materiale de umplutură antișoc (loose fill);
- saci pentru produse alimentare;
- produse pentru catering: pahare, farfurii și tacâmuri;
- filme de protecție pentru agricultură;

- articole compostabile pentru horticultură.

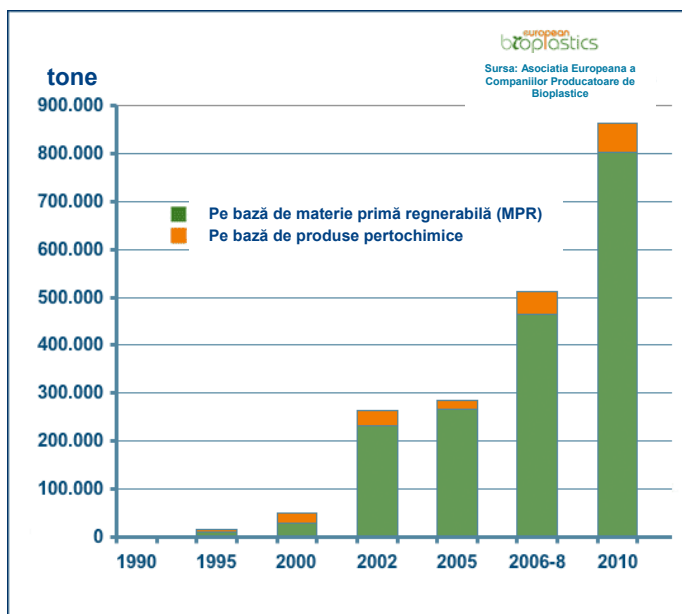


Fig. 2 Capacitatea mondială de producție a bioplasticilor

#### 4. Oportunități viitoare

Bioplasticele industria și agricultura sunt într-o relație foarte apropiată una față de cealaltă, având în vedere că:

- resursele regenerabile provenite din agricultură joacă un rol important în fabricarea bioplasticilor (industrie);
- produsele bioplastice se pot utiliza cu succes în diferite domenii ale industriei și agriculturii;
- compostabilitatea bioplasticilor și utilizarea compostului în agricultură permite închiderea circuitului natural al sistemului.

Pentru agricultura europeană este foarte important astăzi să se dezvolte culturi și să se implementeze alternative pentru valorificarea sectorului non-alimentar. Aproape 50 milioane de hectare de pe teritoriul Europei nu mai sunt necesare pentru producția alimentară. Pe de altă parte, în Uniunea Europeană este dusă o politică de reducere a subvențiilor pentru industria alimentară, și în consecință multe locuri de muncă din agricultură pot să dispară. Folosirea resurselor regenerabile

obținute din culturile non-alimentare oferă o cale de ieșire din această situație. Biomasa poate fi utilizată pe piața industrială și energetică non-alimentară.

Agricultura oferă un potențial enorm: un hectar de teren agricol poate produce două tone de bioplastice. Teoretic aceasta înseamnă, că întreg necesarul de plastic al Europei se poate baza pe producția de biomasă. Aceasta reprezintă o piață atractivă și un potențial pentru resursele agricole oferite de plantele producătoare de amidon (porumb, cartofi, grâu etc.) și zahăr (sfecla de zahăr) și de asemenea de uleiurile vegetale (ulei de rapiță, floarea soarelui, ricin) sau uleiurile din lemn (celuloza). Considerând în viitor o cotă de 10 % din piața de materiale plastice pentru bioplastice, această cotă se poate traduce într-un consum de aproximativ 10 milioane de tone de amidon sau zahăr, acest necesar reprezentând 10 % din suprafața agricolă cultivabilă cu produse non-alimentare. În felul acesta bioplasticele pot contribui alături de biocombustibil la stabilizarea pieței agricole, la salvarea locurilor de muncă din agricultură și la liberalizare pieței.

Un rol important pentru agricultură îl joacă valoarea adăugată de realizarea de materiale bioplastice (astăzi costul unei tone de bioplastic trece adesea de 1200 euro) în comparație cu utilizarea biomasei pentru producerea energiei.

De asemenea, bioplasticele se pot utiliza în agricultură pentru:

- realizarea de straturi de protecție biodegradabile care pot fi îngropate în pământ în urma operației de arat, acest lucru conducând la reducerea costului lucrărilor;
- realizarea de articole compostabile pentru horticoltură și culturile de legume: există bioplastice care oferă aceste posibilități de exemplu pentru: straturi de protecție pentru culturile de bananieri care trebuie protejate de praf și alți factori de poluare; articole pentru fixarea solului; conservarea culturilor până la înmugurire; țepuse de fertilizare sau suporturi pentru feromoni. Toate acestea nu necesita adunarea lor după utilizare.

## 5. Concluzii

■ Fermierii și industria prelucrătoare primară a produselor agricole din întreaga lume conștientizează oportunitatea apărută prin utilizarea biomasei și a materiilor prime biodegradabile la fabricarea bioplasticilor.

■ Bioplasticele, industria și agricultura sunt într-o strânsă legătură. Pe de o parte, resursele regenerabile din agricultură constituie

materia primă de bază pentru fabricarea bioplasticelor. Pe de altă parte, articolele realizate din materiale bioplastice au pe lângă alte utilizări, o largă aplicabilitate în agricultură și ca ambalaje în industria alimentară. Ciclul se încheie prin utilizarea acestora, în final după ce și-au îndeplinit funcțiunea pentru care au fost concepute și devin reziduuri, sub formă de compost ca fertilizatori și amelioratori ai solurilor din agricultură.

■ În documentele Comisiei Europene a Bioplasticelor se specifică faptul, că în România există capacități de prelucrare de peste 20 000 t/an amidon, și că în prezent producția de amidon se obține din porumb, aceasta variind în ultimii doi ani între 12 000–15 000 t/an, beneficiind de o piață internă în creștere și posibilități de export.

**Notă:** Aceasta lucrare a beneficiat de suport financiar prin proiectul "Creșterea calității studiilor doctorale în științe inginerești pentru sprijinirea dezvoltării societății bazate pe cunoaștere", contract: POSDRU/107/1.5/S/78534, proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Van Dek Burgt, M.C., Van Der Woude, M.E., Janssen, B.M., *The Influence of Plasticizer on Extruded Thermoplastic Starch*, Journal of Vinyl & Additive Technology, 2 (1996), pag. 170-174.
- [2] McGlashan, S.A., Halley, P.J., *Preparation and characterization of biodegradable starch-based nanocomposite materials*. Polymer International, 2003, 52, 1767–1773.
- [3] Park, H.M., Li, X., Jin, C.Z., Park, C.Y., Cho, W.J., Ha, C.S., *Preparation and properties of biodegradable thermoplastic starch/clay hybrids*. Macromolecular Materials and Engineering, 2002, 287, 553–558.
- [4] \* \* \* *Bioplastics and Agriculture*, [www.european-bioplastics.org](http://www.european-bioplastics.org)
- [5] \* \* \* *Biopolymers and Bioplastics*, [www.biportal.gc.ca](http://www.biportal.gc.ca)
- [6] \* \* \* *Compostable, Biodegradable BioPlastics*, [www.worldcentric.org](http://www.worldcentric.org)
- [7] \* \* \* *Negocieri aderare. Capitolul 7–Agricultura*, B. Organizarea comună de piață, [www.bursaagricola.ro](http://www.bursaagricola.ro)

Drd.Ing.Ec. Gabriel FODOREAN, doctorand an I  
Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, membru AGIR  
e-mail: [gabrielfodorean@yahoo.com](mailto:gabrielfodorean@yahoo.com)  
Prof.Dr.Ing. Victor ROS,  
Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, membru AGIR  
e-mail: [vctros@yahoo.com](mailto:vctros@yahoo.com)