

Privedila: Gordana BARIĆ



Stanje na tržištu biorazgradljivih polimernih materijala*

Uvod

Biorazgradljivi polimerni materijali poznati su već više od dva desetljeća, ali je tek u posljednje dvije do tri godine njihova proizvodnja dosegla komercijalnu razinu. Od tih se materijala pravi ambalaža za prehrambene proizvode, vreće za pakiranje i vrećice za nošenje, poljoprivredne folije i slični proizvodi. Iako su većinom orijentirani na određene tržišne niše, biorazgradljivi polimerni materijali pripremaju svoj ulazak na masovna tržišta zahvaljujući prvim većim proizvođačima kao što su *NatureWorks LLC*, *Novamont* i *BASF*.

Biorazgradljiv je onaj polimerni materijal koji se razgrađuje s pomoću mikroorganizama kao što su određene vrste bakterija, gljivica ili algi. Kompostiranje je kontrolabilni proces biološke razgradnje proizvoda od takvog materijala i njegovo pretvaranje u kompost, proizvod sličan humusu.

Biorazgradljivi polimerni materijali i biopolimeri proizvode se različitim postupcima iz obnovljivih izvora životinjskoga ili biljnoga podrijetla te iz neobnovljivih izvora. Biorazgradljivi polimerni materijali načinjeni iz obnovljivih izvora uključuju poliestere, kao npr. polimer mliječne kiseline (PLA) i polihidroksialkanoat (PHA). Biorazgradljivi polimerni materijali mogu se praviti od poljoprivrednih proizvoda kao što su pšenica, kukuruz, palmino ulje, soja i krumpir. Po kemijskoj strukturi slični su širokoprimjenjivim plastomerima poput polietilena, polipropilena i polistirena, a mogu se prerađivati uobičajenim preradbenim postupcima: ekstrudiranjem, injekcijskim prešanjem i puhanjem. Kemijska struktura biorazgradljivih polimernih materijala omogućuje posebne uporabne karakteristike gotovih proizvoda. Npr., od smjese škroba može se proizvoditi film koji bolje štiti od vlage i potpuno je proziran, za razliku od nekih konvencionalnih plastomera. PLA izvrsno propušta vodenu paru, što je važno pri pakiranju svježih hrane, gdje je nužno da vodena para što brže ispari uz istodobno smanjenje orošavanja ambalaže.

Rast potražnje za biorazgradljivim polimernim materijalima uzrokuje nekoliko izdvojenih trendova. U nekima od razvijenih zema-

lja, ponajprije zapadnoeuropskima, ozakonjen je zahtjev za smanjenje odlaganih količina ambalažnoga otpada povećanjem udjela recikliranja, energijske uporabe i kompostiranja. Upravo je kompostiranje zanimljiv način zbrinjavanja ambalažnoga otpada, prije svega za biorazgradljive polimerne materijale. Mjesne jedinice pripomogle su izgradnji infrastrukture za kompostiranje u pojedinim regijama i velikim gradovima. Istodobno su trgovci i proizvođači robnih marki prepoznali potencijalnu marketinšku korist koja proizlazi iz uporabe zelene ili održive ambalaže jer su i kupci sve zabrinutiji i traže razvoj održivih proizvodnji, smanjenje emisija štetnih plinova te smanjenje potrošnje sirovina iz neobnovljivih izvora. U Italiji i Francuskoj se i politika opredijelila za primjenu biorazgradljive ambalaže. Nekoliko velikih lanaca trgovina, među njima i *Wal-Mart*, zamijenilo je uobičajenu plastičnu ambalažu onom načinjenom od biorazgradljivih polimernih materijala. Porast potražnje za biorazgradljivim polimernim materijalima potaknulo je i smanjenje cjenovne razlike između biopolimera i petrokemijskih polimernih materijala. Cijene petrokemijskih proizvoda u posljednje su dvije godine zbog rasta cijena nafte veoma porasle, dok su istodobno cijene biopolimera znatno snižene zahvaljujući učinkovitijim proizvodnim postupcima, boljim izvorima sirovina i većim proizvedenim količinama. U 2006. godini neki polimerni materijali na bazi škroba ili polimeri na bazi mliječne kiseline stajali su koliko i PET, jedan od širokoprimjenjivih plastomera.

Kretanja na tržištu biorazgradljivih polimernih materijala

Tržište biorazgradljivih polimernih materijala veoma brzo raste posljednjih pet godina, premda je polazna osnova bila vrlo niska. Još uvijek postoji samo nekoliko proizvođača koji proizvode ovu skupinu materijala za tržište. Međutim, planirana je gradnja novih velikih kapaciteta u idućih nekoliko godina. Osnovne tržišne niše za ove materijale su kruta i savitljiva ambalaža, vreće i vrećice te proizvodi za nadopunu praznoga prostora u paketima. U 2005. godini potrošnja biopolimernih materijala iznosila je

samo 0,14 % ukupne potrošnje plastomera u Zapadnoj Europi ili 94 800 tona. U 2000. godini potrošeno je oko 28 000 tona biorazgradljivih polimernih materijala, a predviđa se kako će se 2010. potrošiti oko 214 400 tona. To znači da će u idućih pet godina potrošnja biorazgradljivih polimernih materijala rasti po stopi od 17,7 % na godinu. Ako se iz ove količine isključe proizvodi za nadopunu praznoga prostora u paketima, jer je riječ o zreom tržišnom segmentu, ukupno je u 2005. potrošeno oko 71 700 tona biorazgradljivih polimernih materijala, a do 2010. se očekuje godišnji rast po stopi od gotovo nevjerojatnih 20,3 % (tablica 1).

TABLICA 1. Svjetska potrošnja pojedinih vrsta biorazgradljivih polimernih materijala u 2000. i 2005. te predviđanje za 2010. (u tisućama tona)

Biorazgradljivi polimerni materijal	Godina		
	2000.	2005.	2010.
na osnovi škroba	15,5	44,8	89,2
polimeri mliječne kiseline	8,7	35,8	89,5
polihidroksialkanoat	-	0,2	2,9
sintetski	3,9	14,0	32,8
Ukupno	28,1	94,8	214,4

U 2005. godini najveći dio biorazgradljivih polimernih materijala odnosio se na one načinjene na osnovi škroba (više od 47 %), od čega se više od polovice potrošilo na proizvodnju proizvoda za nadopunu praznoga prostora u paketima. Na drugome mjestu po potrošenoj količini bili su PLA, a zatim sintetski alifatsko-aromatski kopoliesteri. Trenutačna potrošnja PHA vrlo je niska jer je veći dio materijala iz te skupine još u razvojnoj fazi.

Za sve se skupine biorazgradljivih polimernih materijala očekuju vrlo visoke stope rasta do 2010. godine, a najviše za materijale

* * D. K. Platt: *Biodegradable Polymers, Market Report*, Smitters Rapra Limited, Shrewsbury, 2006.

iz skupine PLA i sintetske biorazgradljive polimerne materijale (oko 20 % na godinu). Očekuje se kako će stope rasta biorazgradljivih polimernih materijala na osnovi škroba biti nešto niže zbog već spomenute zrelosti tržišnoga segmenta proizvoda za nadopunu praznoga prostora u paketima, na koji se odnosi najveći dio potrošnje ove skupine materijala. Skupina materijala na bazi PHA trebala bi rasti po očekivanoj stopi od čak preko 60 % na godinu jer se očekuje početak rada velikih postrojenja koja su usvojila poboljšane proizvodne procese.

Trendovi u razvoju biorazgradljivih polimernih materijala

Daljnji razvoj tržišta biorazgradljivih polimernih materijala ovisi o razvoju samih materijala koji moraju prije svega imati osiguran stalan, pouzdan i jeftin izvor sirovina. Kako ovi materijali konkuriraju širokoprimejivim plastomerima, nužno je usmjeriti napore u poboljšanje njihovih preradbenih svojstava te razvoj novih materijala i smjesa. Pobrojeno je nekoliko uočljivih napora proizvođača i istraživača biorazgradljivih polimernih materijala.

Palmino ulje zasigurno će biti nova sirovina za proizvodnju biorazgradljivih polimernih materijala na osnovi škroba. U fazi razvoja je nova generacija materijala na osnovi PLA, koja podnosi visoke temperature pripreme ili zagrijavanja hrane u mikrovalnim pećicama. Ispituju se smjese sintetskih biopolimernih materijala i biopolimera na osnovi PLA radi iznalaženja materijala boljih svojstava i preradbenih mogućnosti. Nadalje, razvija se savitljivi PLA film bez omekšavala. Ispituje se tržišna mogućnost primjene šire palete proizvoda načinjenih injekcijskim puhanjem PLA. Razvijaju se boce od PLA boljih barijernih svojstava kako bi bile pogodne za pakiranje hrane i pića osjetljivih na kisik.

Nastoje se poboljšati biorazgradljivi dodatci za poboljšanje preradljivosti ove skupine materijala. Razvijaju se biorazgradljivi polimerni materijali s dodatcima protiv gorenja kako bi se od njih mogla izrađivati kućišta elektroničkih uređaja. Nadalje, razvijaju se modificirani sintetski biorazgradljivi polimerni materijali, kao npr. polibutilen succinat (PBS) poboljšane krutosti i toplinskih svojstava. Postignut je i znatan napredak u postupku fermentacije i pronalaženja jeftinijih izvora sirovina za proizvodnju PHA kako bi se snizila cijena te skupine materijala.

Regionalna kretanja

Najveće tržište biorazgradljivih polimernih materijala je Zapadna Europa, gdje je 2005. prodano oko 59 % ukupne proizvodnje. Zapadnoeuropske zemlje snažnim su se zakonodavnim pristupom odlučile boriti s problematikom otpada, stoga ne začuđuje kako su potrošnja biorazgradljivih polimer-

nih materijala, i predviđene stope rasta on-dje znatno više nego u SAD-u i Kanadi, na koje otpada oko 22 % ukupne potrošnje. Japan, Novi Zeland i Australija potroše oko 19 % danas proizvedenih biorazgradljivih polimernih materijala.

Provedba *Smjernica* Europske unije o postupanju s ambalažnim otpadom i onih o smanjenju odlaganja usmjerile su najveći dio ambalažnoga otpada u uporabu te u kompostiranje, a i vodeći svjetski proizvođači biorazgradljivih polimernih materijala, kao npr. *Novamont*, *Rodenburg Biopolymers* i *BASF*, imaju svoje pogone u Europi.

SAD bitno kasni za Europom, i u zakonodavstvu koje se odnosi na gospodarenje otpadom i u razvoju tržišta biorazgradljivih polimernih materijala. Udruženi napori američke vlade i potrošača za povećanje uporabe ambalažnoga otpada i smanjenje opterećenja okoliša često su bili povezani s borbom protiv razvoja tržišta održivih materijala. Međutim, situacija se polako mijenja. Posljednjih nekoliko godina i u SAD-u jača inicijativa za sve više uvođenja biorazgradljive ambalaže uz istodobnu izgradnju pogona za kompostiranje. Pokušava se razviti svijest o potrebi odvajanja biootpada od ostalih vrsta otpada, povećavaju se naknade za odlaganje otpada i upoznaju proizvođači, ponajprije hrane, o mogućnostima uporabe biorazgradljive ambalaže.

Tržišna kretanja

Od biorazgradljivih polimernih materijala na osnovi škroba izrađuju se različite vrste vreća i vrećica, kruta pakovanja kao što su toplooblikovani podlošci i spremnici te proizvodi za popunjavanje praznina u paketima. Ovim se materijalom uspješno zamjenjuju polistiren i polietilen u mnogim primjenama. Nadalje, od ovoga se materijala izrađuju poljoprivredne i hortikulturne folije za klijališta i zaštitu biljaka te biljni lonci. Injekcijskim se prešanjem izrađuju šiljila, ravnala, patrone, češljevi, igračke...

Polimeri mliječne kiseline najvećim se dijelom prerađuju u toplooblikovane podloške i

spremnike za pakiranje i serviranje hrane, filmove i naljepnice, boce i drugu puhanu ambalažu, kartice i vlakna.

Sintetski biorazgradljivi poliesteri prerađuju se u papirne prevlake, vlakna, vreće za smeće i nošenje, a sve više i u toplooblikovanu ambalažu.

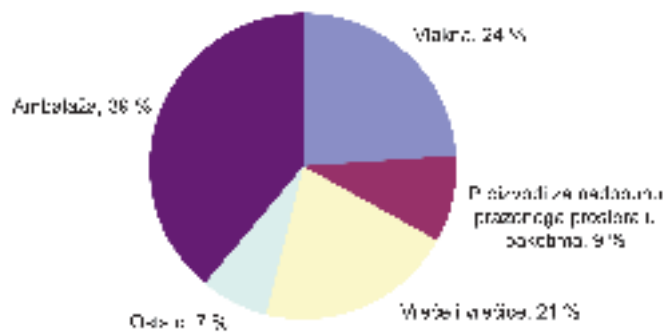
Polimeri na osnovi PHA mogu se prerađivati u ženske higijenske potrepštine, sitne kućanske potrepštine, dijelove električnih i elektroničkih uređaja, folije za očuvanje vlage u tlu, netkane proizvode, biomedicinske uređaje, ljepila, pa čak i u automobilske dijelove.

Najveće područje primjene biorazgradljivih polimernih materijala u 2005. bila je ambalaža, i to kruta i savitljiva ambalaža, papirne prevlake te područje pakiranja i serviranja hrane (slika 1). Proizvodi za popunjavanje praznina u paketima drugi su po veličini tržišni segment, a za njima slijedi proizvodnja vreća i vrećica te proizvodnja vlakana. Pod ostalim proizvodima nalazi se cijeli niz malih tržišnih niša, od kojih su najvažnije poljoprivreda i ribarstvo, medicinski proizvodi i higijenski proizvodi.

Usporedni trendovi

U 2005. je u svijetu bilo tridesetak proizvođača biorazgradljivih polimernih materijala. Na tržištu sintetskih biorazgradljivih polimernih materijala prevladavaju velike, poznate i dobro vertikalno integrirane tvrtke, kao što su *BASF*, *DuPont* i *Mitsubishi Gas Chemicals*. Biorazgradljive polimerne materijale na osnovi škroba i PLA proizvode tvrtke koje su osnovane kako bi razvijale i proizvodile upravo te materijale, kao npr. *Novamont*, *Nature Works LLC*, *Rodenburg Biopolymers* i *Biotec*. Tvrtke *Novamont*, *Nature Works*, *BASF* i *Rodenburg Biopolymers* ukupno drže više od 90 % europskoga tržišta biorazgradljivih polimernih materijala.

Ukupni svjetski kapacitet za proizvodnju biorazgradljivih polimernih materijala od sredine 90-ih godina znatno je povećan. Još 1995. proizvodnja se odvijala uglavnom u



SLIKA 1. Udjeli svjetske potrošnje biorazgradljivih polimera po područjima primjene u 2005.

pilot-pogonima i ukupno se moglo proizvesti samo 25 000 do 30 000 tona. U 2005. kapacitet je povećan na oko 360 000 tona, a očekuje se da će u 2008. on biti oko 600 000 tona.

Ulaganje u razvoj biorazgradljivih polimernih materijala, poboljšanje njihovih preradbenih svojstava, omasovljenje proizvodnje te sniženje cijena učinit će ove materijale konkurentnima u mnogim primjenama PET-u, PE-u i PP-u. Povijesno gledano, cijene su jedno od glavnih ograničenja povećanja tržišta biorazgradljivih polimernih materijala. Rast cijena nafte i prirodnoga plina i time izazvan rast cijena petrokemikalija u razdoblju 2003. – 2005. doveli su do rasta cijena širokoprimjenjivih plastomera, i to PP-a, PS-a i PE-LD-a za 30 – 35 %, a PET-a za gotovo 18 %. U istom su razdoblju cijene osnovnih tipova biopolimera na osnovi škroba, PLA i alifatskih aromatskih kopoliestera snižene, uz istodobno povećanje proizvedenih količina. Tablica 2 prikazuje cijene pojedinih biorazgradljivih polimernih materijala u 2003. i 2005. godini.

TABLICA 2. Cijene pojedinih biorazgradljivih polimernih materijala u 2003. i 2005. godini u €/kg

Biorazgradljivi polimerni materijal	Godina	
	2003.	2005.
na osnovi škroba	3,0 - 5,0	1,5 - 3,5
polimeri mliječne kiseline	3,0 - 3,5	1,37 - 2,75
sintetski	3,5 - 4,0	2,75 - 3,65

Sa stajališta životnoga ciklusa proizvoda, proizvodnja biorazgradljivih polimernih materijala u fazi je uvođenja na tržište. Posljednjih desetak godina uloženo je u razvoj i poboljšanje materijala i postupaka njihove proizvodnje kako bi došlo do njihove što bolje komercijalizacije. Uspješnom komercijalizacijom žarište je usmjereno prema potencijalnim korisnicima, primjeni i razvoju tržišta. Trenutačno se veliki naponi ulažu u upoznavanje vlasnika pojedinih robnih marki i potrošača koji će svojim odlukama odrediti kretanja na tržištu biorazgradljivih polimernih materijala tijekom sljedećih pet do deset godina. Informiranost i svijest kupaca, zajedno sa sniženjem cijena i poboljšanom preradljivošću, glavni su pokretači omasovljenja primjene biorazgradljivih polimernih materijala.

Premda su cijene pojedinih biorazgradljivih polimernih materijala i dalje znatno više u usporedbi sa širokoprimjenjivim plastomerima, bitno je troškovno obuhvatiti i prikupljanje otpada te odlaganje. Preporučuje se u sliku o proizvodu ugraditi i svijest o zaštiti okoliša i neobnovljivih izvora sirovina.

Poslovanje i marketing

Priredila: Gordana BARIĆ

Porast potrošnje tankostjene ambalaže

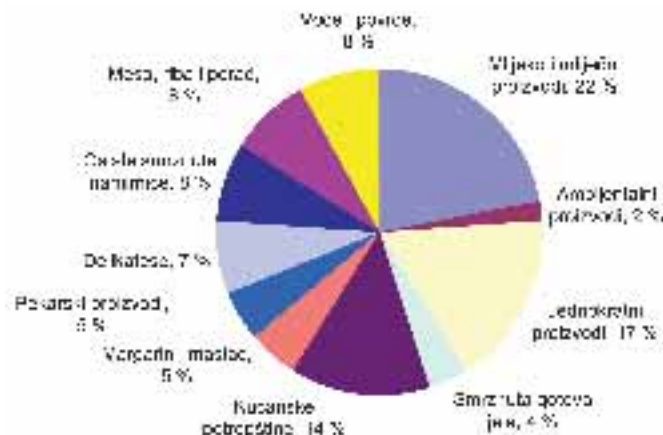
Tankostjena je ambalaža posljednjih godina postala važan segment tržišta krute ambalaže, a za njezinu se proizvodnju godišnje samo u Europi potroši više od 2 milijuna tona plastomera. Najviše tankostjene ambalaže potroše veletrgovine u postupku pakiranja. Takva ambalaža vrlo je jednostavna za uporabu, povećava preglednost i istodobno produljuje trajnost proizvoda.

Ova skupina ambalaže obuhvaća čašice za jogurt, kutijice za margarin i maslac, podložke za meso, voće i povrće, mjehurastu ambalažu i slične spremnike. Tankostjenom ambalažom ne smatraju se kutijice za CD i DVD te puhana ambalaža.

Najviše se tankostjene ambalaže troši na pakiranje mliječnih preradevina (oko 22 %), a najbrže rastuća primjena je područje pakiranja gotovih smrznutih jela (rast po stopi od 6 % na godinu). Dok su neka područja primjene tankostjene ambalaže već dosegnula zrelost, neka tek doživljavaju procvat, kao npr. pakiranje svježega mesa, koje se više ne obavlja u pojedinim trgovinama, već u središtu pojedinih trgovačkih lanaca. Slika 2 prikazuje udio potrošnje tankostjene ambalaže po pojedinim područjima primjene u Europi u 2005.

Udio PET-a i polipropilena prerađenoga u tankostjenu ambalažu trajno raste, dok se potrošnja polistirena i PVC-a smanjuje. Raste preradba novorazvijenih biopolimera i biorazgradljivih polimera u tankostjenu ambalažu, koja se vlasnicima robnih marki pokazala dobrim marketinškim potezom kada je riječ o pakiranju organski uzgojenih namirnica.

Applied Market Information Ltd.,
Press Release, 11/2006.



SLIKA 2. Udjeli potrošnje tankostjene ambalaže po pojedinim područjima primjene u Europi u 2005.

Gorani protiv tvornice za uporabu PET-a

Tvrtka *Sky Plastic Internacional* namjerava u općini Jospidol u unajmljenim pogonima bivšega *Drvno-industrijskoga poduzeća*, smještenima u središtu mjesta, pokrenuti preradbu i uporabu otpadne plastike. Riječ je o investiciji od oko 10 milijuna eura. Iako bi se u pogonu u početku zaposlilo oko 150 mještana, a u kasnijoj fazi još toliko i iako općina Jospidol s manje od 4 000 stanovnika ima 300-tinjak nezaposlenih, općinske su se vlasti usprotivile projektu, ne želeći u svojoj sredini djelatnosti vezane uz uporabu otpada. Naime, prema pismu namjere, u pogonu bi se na godinu oporabljivalo između 15 000 i 20 000 tona ambalažnoga otpada pa se općinski čelnici boje kako će središte Jospidola biti zatrpano plastičnim otpadom. U pregovore je uključen i poznati hrvatski poduzetnik Josip Radeljak, koji je najavio kako tvrtka *Sky Plastic Internacional* namjerava u kasnijim fazama u istom pogonu oporabljivati bijelu tehniku te se baviti proizvodnjom betonske galanterije.

www.jutarnji.hr

REACH

Primjena *REACH*-a, europskih smjernica u području registracije, vrednovanja i odobravanja kemikalija, pomaknuta je s 1. siječnja na 1. lipnja 2007. godine, kada one postaju vrijedeće za sve članice Europske unije. Time se nastojalo osigurati još malo vremena kemijskoj industriji da se pripremi za što bolju primjenu tih smjernica. *REACH* se smatra najvažnijim zakonom u povijesti Europske unije kojim se nastoji zaštititi zdravlje ljudi i okoliš od rizika proizvodnje i uporabe širokog spektra kemikalija, ali istodobno izbjeci smanjenje europske konkurentnosti.

Odgoda je negativno odjeknula u krugovima *zelenih*, koji nakon godina borbe za istinu o opasnosti od pojedinih kemikalija smatraju kako je politika izigrala i njih, ali i ostale