

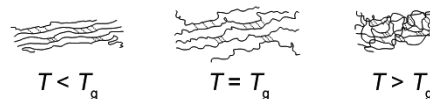
Unatoč vjerovanju da je mehanizam nastajanja *matriksa* istovjetan mehanizmu nastajanja ovojnice, istraživanja su pokazala da to nije točno i da se opisani mehanizam nastajanja ovojnice ne može ekstrapolirati na *matriksne* sustave. Naime, tablete s produljenim oslobađanjem koje su sadržavale kao ljekovitu supstanciju diklofenak natrij uklopljen u poli(metakrilatni) *matriks* [poli(etilakrilat):metil-metakrilat, u omjeru 2:1], pokazale su različit profil oslobađanja lijeka ovisno o tome jesu li analize obavljene u pH1.2 te pH6.8 ili samo u pH6.8. Radi boljeg razumijevanja, treba spomenuti da ispitivanje oslobađanja lijeka iz ovog tipa tableta podrazumijeva upotrebu medija koji po svom sastavu nastoje biti što bliže uvjetima u probavnom traktu. Radi jednostavnosti analiza, najčešće je riječ o podešavanju pH-medija, pa tako kloridna kiselina pH1.2 simulira uvjete u želucu, dok više pH-vrijednosti odgovaraju uvjetima u nižim dijelovima probavnoga sustava, odnosno u crijevima.

Prema tome, ako bi navedene tablete dulje vrijeme ostale u želucu, lijek bi se oslobodio sporije. Odnosno, ako bi vrijeme prolaska kroz želudac bilo kratko, lijek bi se oslobodio brzo, a tada bi količina lijeka koja se kroz stijenke probavnoga sustava apsorbira u krv bila veća od planirane. Odnosno, tada bi koncentracija lijeka u krvi iz terapijskoga prešla u toksično područje. Drugim riječima,

Čestična razina: **deformacija** pod utjecajem sile



Molekularna razina: **interdifuzija** polimernih lanaca



SLIKA 5. Shematski prikaz formiranja polimernoga *matriksa*

rezultati istraživanja upućivali su da je prilikom analiza dolazilo do nepoželjnih i nepredvidljivih promjena u polimernome *matriksu*. Dakle, rezultati su upućivali na nepotpuno stvaranje *matriksa* tijekom proizvodnje pa su i takve tablete bile podložne promjenama uz promjene uvjeta u okolini. To znači da se mehanizam stvaranja polimernoga *matriksa* ne može poistovjetiti s mehanizmom stvaranja ovojnice.

Dodatna ispitivanja pokazala su da upravo djelovanje sile pri tabletiranju smjese u tablete dovodi do deformacije polimernih čestica, dovodeći ih u blizak dodir. To omogućuje interdifuziju polimernih lanaca, odnosno povezivanje u *matriksnu* strukturu (slika 5). Ako je temperatura pri kojoj djeluje sila iznad staklišta polimera, čestice su mekane i podložne deformaciji, rezultirajući stabilnim, robusnim *matriksom*. U suprotnom, ako je temperatura pri kojoj djeluje sila ispod staklišta polimera, čestice su krute,

stvarajući *matriks* podložan promjenama ako se promijene uvjeti skladištenja lijeka, odnosno uvjeti u probavnom sustavu nakon uzimanja tablete.

Drugim riječima, nepotpuno stvoren *matriks* može dovesti do prenaplog oslobađanja ljekovite tvari, odnosno nakon uzimanja takve tablete rezultirati nuspojavama koje mogu ugroziti pacijentov život. Takve neželjene situacije moguće je spriječiti upravo razumijevanjem mehanizama i uvjeta koji dovode do povezivanja polimernih čestica u stabilne strukture čija su svojstva neovisna o uvjetima skladištenja ili o uvjetima u probavnom sustavu. Na taj je način omogućena i sigurna i djelotvorna terapijska uporaba ovih sustava.

KORIŠTENA LITERATURA

Dumičić, A.: *Mechanisms of polymer matrix formation in sustained release tablets*, Doktorska disertacija, University of Otago, Dunedin, Novi Zeland, 2004.

Poslovanje i marketing

Priredile: Gordana BARIĆ
i Maja RUJNIĆ-SOKELE

Rotacijsko kalupljenje u Europi

Rotacijskim se kalupljenjem preradi najmanje širokoprimjenjivih plastomera, samo 1%. U Europi tim postupkom plastomere prerađuje više od 300 tvrtki. Najveći broj europskih prerađivača plastike rotacijskim kalupljenjem nalazi se u Velikoj Britaniji i Irskoj. Dva su razloga tomu. Povijest ovoga postupka vezana je za Veliku Britaniju, a ondje je i najjača potražnja za pojedinim proizvodima načinjenim rotacijskim kalupljenjem, kao što su npr. veliki spremnici za loživo ulje.

Poboljšanjem ovoga postupka pojačala se i njegova zanimljivost, posebice u skandinavskim zemljama, kada je potrebno načiniti male serije proizvoda velikih izmjera kao što su to čamci, plutače i splavi koji se izrađuju od polietilena koji proizvodi upravo skandinavska tvrtka *Borealis*. Bilježi se i znatan porast preradbe rotacijskim kalupljenjem u srednjoeuropskim zemljama, a nekoliko je velikih tvrtki svoje pogone izgradilo u Poljskoj. Time se zadovoljavaju potrebe lokalnoga, ali i širega europskog tržišta te proizvodi uz niže troškove rada.

Prema izvještaju savjetodavne tvrtke *Applied Market Information Ltd.*, rotacijskim se kalupljenjem bave uglavnom male tvrtke, a od njih 315 u Europi, samo ih je nešto više od 200 u privatnom vlasništvu. Posljednjih je godina došlo do konsolidacije ovoga područja preradbe polimera koja je iznjedrila vodeću tvrtku nastalu nakon povezivanja pojedinih manjih tvrtki pod vodstvom islandskoga investicijskog fonda *Atorka*. Danas ta grupacija ima 13 pogona u Francuskoj, Njemačkoj, Nizozemskoj, Španjolskoj, Norveškoj, Danskoj, Poljskoj i na Islandu. Na drugom je mjestu britanska tvrtka *Kingspan PLC*, koja ima pet pogona u Velikoj Britaniji, Irskoj i Poljskoj. Slijede tvrtke *Albert Hohlkörper*, *Elkamet*, *Allibert*, *Simop*, *Rototech* i *Wavin*.

Slika 6 prikazuje udio pojedinih zemalja i regija Europske unije u ukupno rotacijskim kalupljenjem prerađenim plastomerima u 2006.

AMI Press Release, 3/2007.

Hoće li i 2007. biti uspješna?

Cijene nafte smirile su se na oko 60 USD po barelu u prva dva mjeseca ove godine. Ipak, cijene polimernih materijala i dalje će biti visoke zbog daljnjega rasta cijena energije te zbog nekoliko uočenih svjetskih plastičarskih trendova.



SLIKA 6. Udio pojedinih zemalja i regija Europske unije u rotacijskom kalupljenju u 2006.

Rast kineske privrede doveo je do rasta potražnje za polimernim materijalima, osobito plastomerima, od gotovo 10%, a više od 30% ukupne kineske potrošnje se uvozi. Porasla je potražnja za polietilenom, za koju se očekuje da će rasti do 2015., prije svega u azijskim zemljama. Odgovor na rast potražnje za PE-LD-om je gradnja novih kapaciteta te bolja iskoristivost postojećih. U 2007. se očekuje rast cijena etilena, a samim time i rast cijena polietilena.

Svjetska potražnja za polipropilenom dosegnula je u 2005. razinu od oko 65 milijuna tona, potražnja za njime nije se smanjivala ni u 2006. godini, a u 2007. se očekuje porast potražnje za PP-om za oko 6%. Iskorištenost kapaciteta za proizvodnju PP-a do-

segnula je 90 %, a novi kapaciteti neće prodati zbog problema u novim pogonima na Bliskom istoku.

I troškovi polistirena ovise o cijeni monomera, koja se pak kreće ovisno o cijenama sirovina: etilena, benzena, sirove nafte i prirodnoga plina. U proizvodnji stirena postoji prekapacitiranost, a potražnja raste po vrlo niskim stopama, osim u Kini. Niti cijene polistirena neće ostati imune na kretanje cijena energije.

PVC će također osjetiti porast troškova energije. Očekuje se da će potražnja za njime u Sjevernoj Americi stagnirati ili se čak smanjivati. Azijske će zemlje, posebice Kina i Indija, to nadoknaditi visokim stopama rasta potražnje za PVC-om.

Teško je dati jasan odgovor na daljnje kretanje cijena navedenih plastomera. Cijene nafte ponovno rastu početkom travnja 2007. To će se sigurno odraziti i na cijene plastike.

www.plastemart.com

Konsolidacija europske proizvodnje polietilenskoga filma

U Europi je broj tvrtki koje ekstrudiraju polietilenski film smanjen na oko 1 300, s time što je najveće smanjenje (za čak oko 11 %) zabilježeno u Velikoj Britaniji te u Italiji i Francuskoj. Uzroci smanjenja proizvodnje ekstrudiranoga polietilenskoga filma su rast cijena materijala, sve više konkurenata na tržištu te pritisak kupaca na smanjenje prodajnih cijena. Istodobno je pojačan uvoz gotovih proizvoda iz Azije. Sve to dovelo je do restrukturiranja i mnogobrojnih promjena u ovom području preradbe polimera.

Najveći broj tvrtki koje ekstrudiraju PE filmove nalazi se u Italiji, koju obilježava usitnjenost plastičarske industrije. Italija je, u Europi, najvažnija zemlja i za proizvodnju stezljivog i razvlačivog filma. Najveće tvrtke nalaze se u Njemačkoj i Belgiji, koja je istodobno i najveći izvoznik ekstrudiranoga PE filma. Srednjoeuropske su zemlje zabilježile rast broja tvrtki koje proizvode ekstrudirane PE filmove pa se tako u tom području danas nalazi 9 % od ukupnoga broja ovih tvrtki u Europi (slika 7). Istodobno, proizvodnja PE filma raste u srednjoeuropskim zemljama po stopi od 12 % na godinu, dok je u ostatku Europe taj porast samo 3 % na godinu.

Tvrtka *British Polythene Industries (BPI)* nije više najveći proizvođač ekstrudiranoga PE filma. Po obujmu prerađenoga materijala na prvome je mjestu njemačka tvrtka *RKW*, dok je *BPI* i dalje na prvome mjestu po ostvarenom prihodu. Međutim, *RKW* se i dalje širi pripajajući tvrtke kao npr. još 2000. godine *Rosenlow* i *UPM-Kymmen*, njemački pogon tvrtke *BP Chemicals* te tvrtku *Werra Plastics*. Tvrtka *BPI* se nakon gradnje mnogobrojnih

pogona u 90-im godinama prošloga stoljeća konsolidirala i reorganizirala, zatvoreni su neki pogoni i iz tvrtke je izdvojeno sve što nije njezina osnovna djelatnost kako bi se povećala profitabilnost, što je dovelo i do smanjenja preradbe za oko 45 000 tona na godinu.



SLIKA 7. Udio pojedinih europskih zemalja i regija u proizvodnji PE filma u Europi u 2006.

Privatni investicijski fondovi sve su češći u vlasničkoj strukturi pojedinih tvrtki, npr. *Autobara*, *Clondalkina*, *Nordenia* i *Pactiva*, te se njihovo poslovanje racionalizira i fokusira na osnovne djelatnosti i povećanje profitabilnosti kako bi se, ako je potrebno, tvrtka ili pojedini njezini dijelovi lakše prodali. Npr., *Autobar* je zatvorio jedan od tri svoja pogona u Francuskoj te pogon u Velikoj Britaniji kako bi povećao profitabilnost preostalih pogona. Primijećeno je kako manji prerađivači sve češće prodaju svoju opremu i postaju proizvođači gotovih proizvoda od PE filma ili, pak, samo distributeri. Jednako tako, zabilježeno je seljenje proizvodnje u istočnoeuropske zemlje.

AMI Press Release, 3/2007.

Sniženje cijena ugljikovih vlakana širi primjenu kompozitnih materijala

U 2005. je ukupno prodano oko 140 tisuća tona kompozita ojačanih ugljikovim, aramidnim, PE-HD, bornim i staklenim vlaknima, ukupne vrijednosti od oko 1 milijarde USD. Očekuje se da će potražnja za tim materijalima do 2010. rasti po godišnjoj stopi od 5 % i dosegnuti količinu od oko 140 tisuća tona i vrijednost od oko 1,2 milijarde USD. Iz iznesenih brojki vidljivo je kako vrijednost proizvedenih kompozitnih materijala neće rasti po istoj stopi kao i količine. Tomu je uzrok daljnje očekivano sniženje cijena ugljikovih vlakana, i to za oko 20 % u iduće dvije godine. Sniženje cijena moglo bi dovesti do širenja uporabe kompozitnih materijala u velikim projektima kao što je gradnja nove ili zamjena postojeće infrastrukture.

Kod plastičnih se kompozita izdvajaju određeni trendovi koji upućuju na njihovu sve širu primjenu. Plastomeri danas čine trećinu materijala koji se rabe za izradbu kompozita, a njihova uporaba raste dvo-

struke brže nego uporaba duromera kao matrice. Svjetsko se tržište ugljikovih vlakana udvostručilo od 1998. do 2005. Potražnja za proizvodima načinjenima od kompozita s aramidnim i PE-HD vlaknima (prije svega namijenjenima antibalističkoj zaštiti) raste po vrlo visokim stopama. Kompozitni materijali s ugljikovim vlaknima snažno su ušli u zrakoplovnu industriju. Plastomeri ojačani ugljikovim vlaknima vrlo polako ulaze i u automobilsku industriju, doduše za sada samo pri izradbi trkaćih automobila, za izradbu spremnika za gorivo i gorivnih čelija automobila na pogon vodikom. Sve veća uporaba obnovljivih izvora energije i gradnja vjetroelektrana također pridonose potražnji za ugljikovim i staklenim vlaknima ojačanim kompozitima jer se od njih prave mnogi dijelovi. Kompoziti ojačani vlaknima primjenjuju se u izradbi industrijske opreme, a i područje sporta i od mora također je važno za te materijale.

www.plastemart.com

Uporaba poliuretanskog (PUR) otpada

U svijetu se na godinu troši oko 10 milijuna tona poliuretana, od kojih u komunalnom otpadu završi oko 5 %, većinom od proizvođača nakon završetka uporabnog vijeka i iz preradbenih pogona.

Poliuretanski otpad najčešće se odlaže na odlagališta, no zbog sve većeg porasta otpada, to se pokušava izbjeći.

Pri mehaničkoj materijalnoj uporabi, recikliranju, otpad se melje i ponovno rabi u kombinaciji s izvornim materijalom. Poliuretanski prah primjenjuje se kao punilo za proizvodnju pjena ili elastomernih proizvoda. Prešani PUR proizvodi (npr. autosjedalice) mogu sadržavati do 20 % mljevenoga poliuretanskoga otpada bez utjecaja na svojstva proizvoda. Čestice praha trebaju biti manje od 200 μm , a još je bolje ako im je veličina manja od 100 μm . Usitnjena otpadna PUR pjena može se ponovno povezati djelovanjem topline, tlaka i ljepljivog veziva. Postupak se najčešće rabi za izradbu otirača za prigušivanje vibracija, podova, sportskih prostirki i podnih podloga.

Ojačani i neojčani reakcijsko injekcijsko prešani (RIM) poliuretanski proizvodi usitnjavaju se u sitne djeliće koji se izravno prešaju djelovanjem visokog tlaka i temperature. Takvi otpresci, kao što su npr. pumpe i kućišta motora, mogu sadržavati i do 100 % mljevenih RIM otpadaka.

Poliuretanski proizvodi kemijski se ne oporabljaju budući da kemijska uporaba nije prikladna za većinu PUR proizvoda.

Energijska uporaba vjerojatno je najbolji način uporabe, koja trajno dobiva na važnosti. Studije su pokazale da se PUR može doći komunalnom otpadu u količini od 20 %

bez povećanja razine nepoželjnih plinova ili pepela. PUR se može dodati i u peći za spaljivanje koje su povezane s jedinicom za pretvaranje toplinske energije i opremom za pročišćavanje dimnih plinova. Takva kombinacija uređaja može proizvesti do 10 % potrebne električne energije za gradsku općinu. PUR otpad također se rabi i kao gorivo za grijanje u kućanstvima i u cementnim pećima.

www.plastemart.com

Polimerni materijali i dodatci

PRIREDILE: Gordana BARIĆ, Ana PILIPOVIĆ i Maja RUJNIĆ-SOKELE

Plastika razgradljiva u morskoj vodi

Putnici i posada na brodovima stvaraju velike količine otpada, pa tako i onoga plastičnoga. Plastični se otpad do sada skladištio i odlagao u lukama jer baciti ga u more nije nimalo povoljno za okoliš i žive organizme. Međutim, zahvaljujući znanstvenicima Sveučilišta Južnoga Mississippija razvijen je novi tip plastike koji se razgrađuje u morskoj vodi i od kojega se mogu izrađivati stezljivi filmovi, spremnici za hranu, jedaći pribor i ostali plastični proizvodi koji se uobičajeno upotrebljavaju pri plovidbi na vojnim brodovima, brodovima za prijevoz tereta ili na krstarenjima.

Riječ je o poliuretanu modificiranom ugradnjom molekula kopolimera polilaktida i poliglikola (e. *poly(lactide-co-glicolide)*, PLGA) biorazgradljivih polimera od kojih se izrađuju npr. kirurški konci i nosioci ljekovitih sastojaka. Promjenom kemijskoga sastava toga materijala postignut je širok raspon mehaničkih svojstava, pa se tako može dobiti mekan, savitljiv materijal, ali i krut, ovisno o proizvodu za čiju je proizvodnju namijenjen. U materijalu se nalaze voda, ugljikov dioksid, mliječna kiselina, glikol itd., a to su sve spojevi koji se nalaze i u prirodi.

Novi se plastični materijal hidrolizom razgrađuje u morskoj vodi tijekom dvadesetak dana na prirodne netoksične sastojke. Kako je ovaj materijal gušći od morske vode, izbačeni otpad tone pa nema opasnosti da ga tijekom vremena razgradnje more izbaci na obalu i onečisti je. Materijal razgradljiv u morskoj vodi još nije spreman za tržište jer je potrebno provesti još cijeli niz ispitivanja njegova ponašanja s obzirom na različite uvjete kao što su temperatura i sastav morske vode te vlažnost. Jednako tako, provest će se ispitivanja mogućnosti modificiranja toga materijala kako bi bio razgradljiv i u slatkoj vodi.

www.sciencedaily.com

Borclear™ – za dobru vidljivost namirnica

Iz *Borealisovih* je pogona izašla nova inačica *Borclear™* materijala nazvana *Borclear*

RB709CF, namijenjena proizvodnji prozirnoga puhanog filma za pakiranje namirnica. Riječ je o statističkom kopolimeru polipropilena, od kojega se mogu izrađivati potpuno prozirni filmovi izvanrednih brtvenih svojstava, visoke krutosti i prikladnosti za tisak. Toplinska postojanost do 100 °C te niska razina heksana, tj. udovoljenje uvjetima koje postavlja američka Agencija za hranu i lijekove (FDA), učinile su taj materijal posebno zanimljivim za pakiratelje hrane. Posebno su zainteresirani pakiratelji kruha (slika 8), proizvođači višeslojnoga filma za pakiranje suhe tjestenine te proizvođači visokosjajnoga filma za etikete.



SLIKA 8. Kruh zapakiran u film načinjen od *Borcleara RB709CF*

Osim što je svojim optičkim svojstvima ovaj novi materijal odgovorio na potrebe pakiratelja namirnica, istodobno je omogućio proizvođačima ekstrudiranoga filma, ali i oblikovateljima gotovih proizvoda, sniženje troškova zbog povišene krutosti materijala. Niske temperature brtvljenja te smanjeno područje brtvljenja skraćuju vrijeme brtvljenja i ubrzavaju rad linija za pakiranje. Istodobno, zavarivanje i oblikovanje filma znatno je jednostavnije.

U ambalažu načinjenu od *Borcleara RB709CF* može se pakirati i smrznuta hrana, pri čemu taj materijal zadržava dobra svojstva.

Borealis Press Release, 3/2007.

Novi materijal iz Basella

Novi tip *Baselova* polietilena visoke gustoće, nazvan *Lupolen 4261A IM*, namijenjen je za izradbu injekcijski prešanih dijelova za spremnike goriva u automobilima. Riječ je o materijalu poboljšanih mehaničkih svojstava, tenzokorozije i savojne žilavosti pri niskim temperaturama. Kemijski je kompatibilan s ostalim plastičnim materijalima koji se rabe u proizvodnji spremnika za gorivo. *Lupolen 4261A IM* proizvodi se u *Basellovim* europskim pogonima.

www.basell.com

Sprječavanje rasta bakterija prevlačenjem površine medicinskih proizvoda

Gotovo 2 milijuna pacijenata godišnje u SAD-u dobije neku od bolničkih infekcija te

ih znatan broj od toga i umre. Kako bi se te brojke smanjile, bolničko je osoblje dobilo novo oružje za borbu protiv infekcija. To su antibakterijske prevlake na usadcima, kate-terima, kirurškim instrumentima te ostalim medicinskim proizvodima.

Istraživači Sveučilišta Južnoga Mississippija razvili su mogućnost da penicilin i ostali antibiotici budu *zakvačeni* na medicinske proizvode. Naime, penicilin se *lijepi* na modificiranu površinu poli(tetrafluoroetilena) i ostaje i dalje aktivan. Od poli(tetrafluoroetilena) izrađuju se medicinski proizvodi koji se rabe pri premošćivanju krvnih žila, plastičnoj i rekonstrukcijskoj kirurgiji. Istraživanja su pokazala kako penicilinski sloj uspješno uništava bakteriju *Staphylococcus aureus*, odgovornu za mnoge ozbiljne infekcije.

Trenutačno su naponi istraživača usmjereni na iznalaženje drugih antibiotika kojima bi se mogla prevlačiti površina medicinskih proizvoda jer je oko 70 % uzročnika bolničkih infekcija otporno na barem jedan od antibiotika koji se uobičajeno rabe za njihovo liječenje. Također se radi na razvoju novih vrsta materijala čija će površina moći nositi aktivne antibiotike.

www.plastemart.com

Inovativna silikonska emulzija

Wacker® HC 303 VP je silikonska emulzija kojom tvrtka *Wacker* utire put novoj generaciji sredstava za impregnaciju. Riječ je o prozirnoj, bezbojnoj, niskoviskoznoj emulziji ulja u vodi, što znači da je prvi put, na bazi vode, bilo moguće proizvesti visokoučinkovito silikonsko impregnacijsko sredstvo koje omogućuje da tkanina, vuna i koža postanu vodopostojane. Naime, do sada se nije uspjelo proizvesti impregnacijsko sredstvo na bazi vode koje je istodobno vodopostojano bez dodatka emulgatora.

Pri sobnoj temperaturi silikonska emulzija *Wacker® HC 303 VP* prekriva površinu tekstila poput finoga filma koji potpuno odbija vodu i ostale kapljevine kao npr. crno vino ili kavu (slika 9). Nova se emulzija može jednostavno nanijeti na tekstilne proizvode u stroju za pranje rublja, u koji se dodaje istodobno kada i omekšivač za rublje. Na ostale upijajuće površine ovo se novo sredstvo za impregnaciju može nanijeti štrcanjem, četkom ili spužvom. Velur i vunene tkanine mogu se na isti način zaštititi emulzijom *Wacker® HC 304 VP*.

Wacker World Wide Corporate Magazin, 3/2006.

Biorazgradljiva plastika od perja peradi

Rastući problemi koje zbrinjavanje otpadne plastike stvara, tjeraju istraživače da se okrenu raznim inovativnim idejama. Osim poljo-