

Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa
Sekcija za makromolekule HDKI-ja
Hrvatska gospodarska komora
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Sveučilišta u Zagrebu

VII. hrvatski simpozij o kemiji i tehnologiji makromolekula

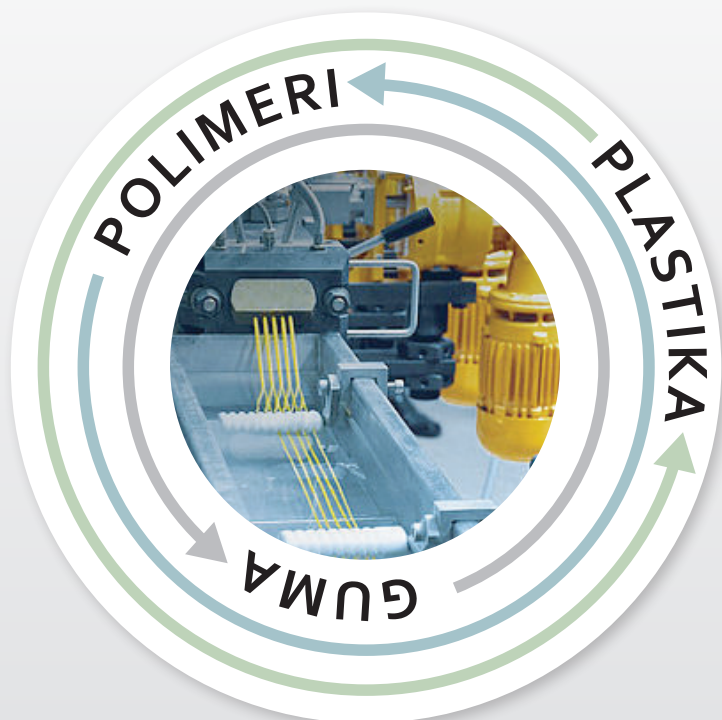
Eko-dizajn za kružno gospodarstvo

27. rujna 2019.

Hrvatska gospodarska komora

Rooseveltov trg 2, Zagreb

KNJIGA SAŽETAKA



Izdavač / *Published by*

Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa /
Croatian Society of Chemical Engineers

Za izdavača / *For the publisher*

Ante Jukić

Urednik / *Editor*

Elvira Vidović

Grafički urednik / *Graphical editor*

Zdenko Blažeković

Recenzenti / *Reviewers*

Matko Erceg
Fabio Faraguna
Zvonimir Katančić
Dajana Kučić Grgić
Sanja Lučić Blagojević
Jelena Macan
Elvira Vidović

Tekst pripremili / *Text prepared by*

AUTORI, koji su odgovorni za tekst sažetaka
AUTHORS, who are fully responsible for the abstracts

Priprema / *Layout*

Elvira Vidović

ISBN 978-953-6894-70-3

Organizatori / Organizers

Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa /

Croatian Society of Chemical Engineers

Sekcija za makromolekule HDKI-ja / *CSCE Section for Macromolecules*

Hrvatska gospodarska komora/ *Croatian Chamber of Economy*

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu /

Faculty of Chemical Engineering and Technology, University of Zagreb

Organizacijski i programski odbor /

Organizing and Program Committee

Elvira Vidović, predsjednica / *Chair*

Dajana Kučić Grgić, tajnica / *Secretary*

Zdenko Blažeković

Matko Erceg

Fabio Faraguna

Ante Jukić

Zvonimir Katančić

Sanja Lučić Blagojević

Jelena Macan

Vesna Očelić Bulatović

Renata Patarčić

Gordana Pehnec Pavlović

Marijana Vidaković

Sponzori / Sponsors



AGROPROTEINKA



UVODNIK

VII. hrvatski simpozij o kemiji i tehnologiji makromolekula – Eko-dizajn za kružno gospodarstvo organiziran je u suradnji Sekcije za makromolekule i Sekcije za kemijsko inženjerstvo Hrvatskoga društva kemijskih inženjera i tehnologa (HDKI) te Hrvatske gospodarske komore.

Cilj skupa je okupljanje i povezivanje znanstvenih i gospodarskih dionika u Republici Hrvatskoj koji se bave kemijom i tehnologijom polimera radi uspostave i unaprjeđenja njihove međusobne suradnje. Posebna pozornost bit će posvećena eko-dizajnu i kružnom gospodarstvu u područjima proizvodnje, primjene i zbrinjavanja polimernih materijala za različite namjene od proizvoda široke potrošnje, preko prehrambene do farmaceutske industrije i medicine.

Planirane aktivnosti u skladu su s prvom europskom Strategijom o plastici u kružnom gospodarstvu, usvojenom u siječnju 2018. godine, koja postavlja temelje novoj, održivoj ekonomiji tih materijala.

Hvala svima koji su doprinijeli organizaciji VII. hrvatskog simpozija o kemiji i tehnologiji makromolekula. Svim sudionicima želimo uspješan rad i nadamo se da će predavanja, rasprave i zaključci na simpoziju doprinijeti rješavanju problema vezanih za proizvodnju, primjenu i gospodarenje polimernim materijalima. Nadamo se da će ovaj skup potaknuti i pojačati suradnju znanstvenika i gospodarstva te omogućiti Hrvatskoj uspješnije sudjelovanje u različitim europskim programima osmišljenim za razvoj održive ekonomije.

Elvira Vidović,
predsjednica *Organizacijskog i programskog odbora*

SADRŽAJ

PROGRAM SKUPA	1
SAŽETCI	5
<i>Zahida Ademović, Emir Horozić</i> Prisustvo mikroplastike u morskoj soli	6
<i>Benjamin Banožić, Fabio Faraguna, Ante Jukić</i> Polimeri za dostavu lijeka s kontroliranim oslobađanjem	7
<i>Katarina Bertović, Davor Kovačević</i> Polielektrolitni višeslojevi – određivanje adsorpcijskih parametara primjenom Ohshiminog modela	8
<i>Filip Car, Gabriela Brnadić, Vesna Tomašić, Domagoj Vrsaljko</i> Napredna metoda pripreme monolitnih nosača katalizatora tehnologijom 3D-ispisa	9
<i>Matko Erceg, Pero Tutman, Dubravka Bojanić Varezić, Anđela Bobanović</i> Karakterizacija mikroplastike u sedimentu plaže Prapratno	11
<i>Josip Sacher, Matea Vučetić, Monika Leskovar, Antonija Matal, Matija Gretić, Gordana Matijašić, Fabio Faraguna, Ante Jukić</i> Sinteza i karakterizacija metakrilatnih kopolimera za oblaganje farmaceutika	12
<i>Damjan Gracin, Fabio Faraguna, Ante Jukić</i> Uljni nanofluidi s kemijski modificiranim ugljikovim nanocijevima	13
<i>Zlata Hrnjak-Murgić, Zvonimir Katančić</i> Modifikacija polimernih materijala za pakiranje hrane	14
<i>Dubravka Jukić Jakovljević, Andrea Božić</i> Saponia na putu prema zelenijem životnom ciklusu plastike kroz projekt CIRC-PACK	15
<i>Magdalena Vujasinović, Zvonimir Katančić, Zlata Hrnjak-Murgić</i> Sinteza i ispitivanje učinkovitosti poli(3,4-etilendioksitiofen)/TiO ₂ nanokompozitnog fotokatalizatora	16
<i>Tin Klačić, Mirjam Kozmos, Klemen Bohinc, Davor Kovačević</i> Antibakterijska zaštita dentalnih implantata polielektrolitnim višeslojem	17
<i>Roko Kranjčec, Željka Petrović, Magdalena Kralj, Dajana Mikić, Marijana Kraljić Roković</i> Sinteza kompozita grafenski hidrogel/ispredena vlakna za primjenu u superkondenzatorima	18
<i>Ljerka Kratožil Krehula, Filip Petric, Matej Zlatar, Vanja Gilja, Stjepko Krehula, Ana Peršić</i> Priprema i karakterizacija kompozita polietilena sa željezovim oksidima	19
<i>Dajana Kučić Grgić, Kristina Bule, Karla Zadro, Ana Tolić, Edi Radin, Martina Miloloža, Vesna Očelić Bulatović</i> Mikroplastika u Jadranskom moru	20

<i>Mia Kurek, Mario Ščetar, Kata Galić</i> Barijerna svojstva plastičnih materijala za pakiranje hrane	21
<i>Katarina Lenac, Roko Blažic, Elvira Vidović</i> Priprava celuloznih hidrogelova sa srebrovim nanočesticama	23
<i>Igor Lukanović, Roko Blažic, Elvira Vidović</i> Ispitivanje polimernih ovojnica za kontrolirano otpuštanje aktivne tvari	25
<i>Nikola Vugrinec, Gabrijela Ljubek, Marijana Kraljić Roković</i> Superkondenzatori temeljeni na poli(3,4-etilendioksitiofen) aktivnim materijalima	27
<i>Ljiljana Marinić Pajc, Lucija Konjević, Lucija Kurte, Darko Španić</i> Istraživanje različitih stabilizatora asfaltena koji se primjenjuju u naftnoj industriji	28
<i>Filip Miketa</i> Prilike i neprilike za bio-ekonomiju u RH	29
<i>Mislav Mišetić, Fabio Faraguna, Ante Jukić</i> Priprava polimernih aditiva mazivih ulja kopolimerizacijom u baznom ulju	30
<i>Kristijan Mrkalj, Fabio Faraguna, Ante Jukić</i> Priprava i karakterizacija polimernih nanokompozita s celulozom	32
<i>Nikolina Mrkonjić, Gordana Martinko, Emi Govorčin Bajsić</i> Priprava i karakterizacija biokompozita na osnovi polilaktidne kiseline i bakterijske nanoceluloze	33
<i>Sanja Perinović Jozić, Ana Mihovilović, Branka Andričić</i> Migracija nanopunila iz poli(3-hidroksibutirat)/montmorilonitnih kompozita	34
<i>Ivan Pucko, Luka Tomičak, Fabio Faraguna, Marko Racar, Krešimir Košutić</i> Ultrafiltracija alkilnih estera viših masnih kiselina polimernim membranama	35
<i>Iva Rezić, Maja Somogyi Škoc</i> Matematičkim modeliranjem do optimalne formulacije pri funkcionalizaciji polimera	36
<i>Nataša Stipanelov Vrandečić, Matko Erceg, Branka Andričić, Petra Čerdić</i> Kinetička analiza izotermne razgradnje poli(etilen-oksida) modificiranog fenil hepta izobutil poliedarskim oligomernim silseskvioksanima	37
<i>Ivana Šarić, Martina Zeljko, Sanja Lučić Blagojević</i> Utjecaj dodatka TiO ₂ nanopunila na svojstva poliakrilatnog sustava	38
<i>Domagoj Šubarić, Andrea Lončarević, Sanja Lučić Blagojević</i> Struktura i svojstva kompozita poliamida i titanijevog dioksida	39
<i>Srećko Valić, Damir Klepac, Tatjana Antonić Jelić</i> Istraživanje polimernih kompozita ESR spektroskopijom	40
<i>Marco Versari</i> Status kompostabilnih polimera unutar EU strategije za plastiku: poseban osvrt na Jugozapadnu Europu	41
<i>Franjo Vukić</i> Raspoloživa financijska sredstva kroz nacionalne i EU fondove	42

<i>Marija Vuković Domanovac, Zvezdana Findrik Blažević, Dajana Kučić Grgić, Monika Šabić Runjavec, Tomislav Domanovac</i> Kako mikrobi razgrađuju plastiku?	43
POPIS SUDIONIKA	44
SPONZORI / DONATORI	49

PROGRAM SKUPA

Otvaranje simpozija	
9:00-9:15	Tajana Kesić Šapić , Direktorica Sektora za industriju u HGK Ante Jukić , predsjednik HDKI-a Elvira Vidović , predsjednica Organizacijskog odbora
Sekcija: Kroz suradnju znanosti i industrije do eko dizajna	
9:15 -9:35	Filip Miketa (Bio-mi) , Prilike i neprilike za Bio-ekonomiju u RH
9:35 – 9:55	Franjo Vukić (HGK) , Raspoloživa financijska sredstva kroz nacionalne i EU fondove
9:55 – 10:15	Zlata Hrnjak Murgić (FKIT) , Modifikacija polimernih materijala za pakiranje hrane
10:15 - 10:35	Srećko Valić (IRB) , Istraživanje polimernih kompozita ESR spektroskopijom
Sekcija: Unaprjeđenja u području polimernih materijala	
10:35 – 10:55	Mia Kurek (PBF) , Barijerna svojstva plastičnih materijala za pakiranje hrane
10:55 – 11:15	Tin Klačić (PMF) , Antibakterijska zaštita dentalnih implantata polielektrolitnim višeslojem
11:15 -11:35	Iva Rezić (TTF) , Matematičkim modeliranjem do optimalne formulacije pri funkcionalizaciji polimera
11:35 – 11:55	Filip Car (FKIT) , Napredna metoda pripreme monolitnih nosača katalizatora tehnologijom 3D-ispisa
11:55 – 12:15	Pauza za kavu
Sekcija: Primjeri kružnog gospodarstva: kompostabilni polimeri i predstavljanje CIRC-PACK projekta i postignutih glavnih inovacija	
12:15 – 12:35	Marco Versari (Novamont) , Status kompostabilnih polimera unutar EU strategije za plastiku, poseban osvrt na Jugozapadnu Europu
12:35 – 13:00	Andrea Božić (Saponia) , Saponia na putu prema zelenijem životnom ciklusu plastike kroz projekt CIRC-PACK
13:00 – 14:00	OKRUGLI STOL Eko-dizajn za kružno gospodarstvo u industriji plastike
14:00 – 15:00	Ručak
15:00 – 15:50	Posterska sekcija
15:50 – 16:00	Zatvaranje simpozija

POSTERSKA IZLAGANJA

- 1.** *Zahida Ademović, Emir Horozić*
Prisustvo mikroplastike u morskoj soli
- 2.** *Benjamin Banožić, Fabio Faraguna, Ante Jukić*
Polimeri za dostavu lijeka s kontroliranim oslobađanjem
- 3.** *Katarina Bertović, Davor Kovačević*
Polielektrolitni višeslojevi – određivanje adsorpcijskih parametara primjenom Ohshiminog modela
- 4.** *Matko Erceg, Pero Tutman, Dubravka Bojanić Varezić, Anđela Bobanović*
Karakterizacija mikroplastike u sedimentu plaže Prapratno
- 5.** *Josip Sacher, Matea Vučetić, Monika Leskovar, Antonija Matal, Matija Gretić, Gordana Matijašić, Fabio Faraguna, Ante Jukić*
Sinteza i karakterizacija metakrilatnih kopolimera za oblaganje farmaceutika
- 6.** *Damjan Gracin, Fabio Faraguna, Ante Jukić*
Uljni nanofluidi s kemijski modificiranim ugljikovim nanocijevima
- 7.** *Magdalena Vujasinović, Zvonimir Katančić, Zlata Hrnjak-Murgić*
Sinteza i ispitivanje učinkovitosti poli(3,4-etilendioksitiofen)/TiO₂ nanokompozitnog fotokatalizatora
- 8.** *Roko Kranjčec, Željka Petrović, Magdalena Kralj, Dajana Mikić, Marijana Kraljić Roković*
Sinteza kompozita grafenski hidrogel/ispredena vlakna za primjenu u superkondenzatorima
- 9.** *Dajana Kučić Grgić, Kristina Bule, Karla Zadro, Ana Tolić, Edi Radin, Martina Miloloža, Vesna Ocelić Bulatović*
Mikroplastika u Jadranskom moru
- 10.** *Ljerka Kratofil Krehula, Filip Petric, Matej Zlatar, Vanja Gilja, Stjepko Krehula, Ana Peršić*
Priprema i karakterizacija kompozita polietilena sa željezovim oksidima
- 11.** *Katarina Lenac, Roko Blažić, Elvira Vidović*
Priprava celuloznih hidrogelova sa srebrovim nanočesticama
- 12.** *Igor Lukanović, Roko Blažić, Elvira Vidović*
Ispitivanje polimernih ovojnica za kontrolirano otpuštanje aktivne tvari

- 13.** *Nikola Vugrinec, Gabrijela Ljubek, Marijana Kraljić Roković*
Superkondenzatori temeljeni na poli(3,4-etilendioksitiofen) aktivnim materijalima
- 14.** *Ljiljana Marinić Pajc, Lucija Konjević, Lucija Kurte, Darko Španić*
Istraživanje različitih stabilizatora asfaltena koji se primjenjuju u naftnoj industriji
- 15.** *Mislav Mišetić, Fabio Faraguna, Ante Jukić*
Priprava polimernih aditiva mazivih ulja kopolimerizacijom u baznom ulju
- 16.** *Kristijan Mrkalj, Fabio Faraguna, Ante Jukić*
Priprava i karakterizacija polimernih nanokompozita s celulozom
- 17.** *Sanja Perinović Jozić, Ana Mihovilović, Branka Andričić*
Migracija nanopunila iz poli(3-hidroksibutirat)/montmorilonitnih kompozita
- 18.** *Nikolina Mrkonjić, Gordana Martinko, Emi Govorčin Bajsić*
Priprava i karakterizacija biokompozita na osnovi polilaktidne kiseline i bakterijske nanoceluloze
- 19.** *Ivan Pucko, Luka Tomičak, Fabio Faraguna, Marko Racar, Krešimir Košutić*
Ultrafiltracija alkilnih estera viših masnih kiselina polimernim membranama
- 20.** *Ivana Šarić, Martina Zeljko, Sanja Lučić Blagojević*
Utjecaj dodatka TiO₂ nanopunila na svojstva poliakrilatnog sustava
- 21.** *Nataša Stipanelov Vrandečić, Matko Erceg, Branka Andričić, Petra Čerdić*
Kinetička analiza izotermne razgradnje poli(etilen-oksida) modificiranog fenil hepta izobutil poliedarskim oligomernim silseskvioksanima
- 22.** *Domagoj Šubarić, Andrea Lončarević, Sanja Lučić Blagojević*
Struktura i svojstva kompozita poliamida i titanijevog dioksida
- 23.** *Marija Vuković Domanovac, Zvezdana Findrik Blažević, Dajana Kučić Grgić, Monika Šabić Runjavec, Tomislav Domanovac*
Kako mikrobi razgrađuju plastiku?

SAŽETCI

PRISUSTVO MIKROPLASTIKE U MORSKOJ SOLI

THE PRESENCE OF MICROPLASTICS IN SEA SALTS

Zahida Ademovic, Emir Horozic

¹Tehnološki fakultet, Univerzitet u Tuzli, Univerzitetska 8, 75000 Tuzla, Bosna i Hercegovina, zahida.ademovic@untz.ba

Mikroplastika (MP), odnosno sintetski polimeri dobiveni iz petrokemikalija promjera manjeg od 5 mm, je postala bitno globalno pitanje. Sintetski polimeri predstavljaju širok raspon materijala sa jedinstvenim fizikalno-kemijskim karakteristikama.

Sve više novih studija pokazuje da je MP prisutna u vodenom okolišu, osobito u morskom ekosustavu, te da se količina MP u morima povećava, s nepoznatim ekotoksikološkim posljedicama. Zbog ogromnih količina plastičnih proizvoda koji se koriste u suvremenom životu, MP je pronađena i u hrani kao što su morska sol i školjkaši. Na taj način MP može ući u hranidbeni lanac ljudi i predstavljati potencijalnu prijetnju zdravlju ljudi.

Istraživanje iz 2015. godine ukazuje na prisustvo MP u 15 proizvoda različitih proizvođača kineske komercijalne soli dobivene iz jezera, rudnika i mora i količina MP se kretala u rasponu od 7 do 680 MP/kg soli [1]. U 2017. godini publicirana su dva istraživanja vezana uz navedenu problematiku. Prvo istraživanje baziralo se na prisutnosti MP u komercijalnoj soli gdje su ekstrahirane čestice MP veće od 149 µm iz 17 proizvoda različitih proizvođača koje potječu iz 8 različitih zemalja i MP nije bila prisutna samo u jednoj robnoj marki, dok su sve ostale sadržavale od 1 do 10 MP/kg soli [2]. Druga studija je istraživala prisustvo MP u 21 uzorku kuhinjske soli u Španjolskoj i pronađen je sadržaj MP od 50–280 MP/kg soli, pri čemu je PET bio najčešći polimer, zatim PP, te PE [3]. Nova studija pokazuje prisustvo MP u 36 različitih vrsta soli od ukupno 39 testiranih proizvoda uzorkovanih širom svijeta, uključujući 28 proizvoda morske soli iz 16 regija na šest kontinenata [4]. Razina MP bila je najviša u morskoj soli, zatim soli iz jezera, te kamenoj soli. Rezultati upućuju na to da morska sol može biti dobar pokazatelj veličine onečišćenja MP u morskom okolišu.

Povećani trend uporabe i odlaganja plastike može dovesti do postupne akumulacije MP u oceanima i jezerim i stoga u proizvodima iz tih sredina. Studije toksičnosti ukazuju na štetno djelovanje MP na ljudsko zdravlje, te je stoga potrebno više saznanja o uzrocima prisutnosti, količini i karakterizaciji MP u različitim morskim proizvodima.

Literatura:

- [1] D. Yang, H. Shi, L. Li, K. Jabeen, P. Kolandhasamy, Environ. Sci. Technol. 49 (2015) 13622–13627
- [2] A. Karami, A. Golieskardi, C. K. Choo, V. Larat, T. Galloway, B. Salamatinia, Sci. Rep. 7 (2017) 1–9
- [3] M. E. Iniguez, J. A. Conesa, A. Fullana, Microplastics in spanish table salt. Sci. Rep. 7 (2017) 1-7
- [4] J.-S. Kim, H.-J. Lee, S.-K. Kim, H.-J. Kim, Environ. Sci. Technol. 52 (2018) 12819-12828

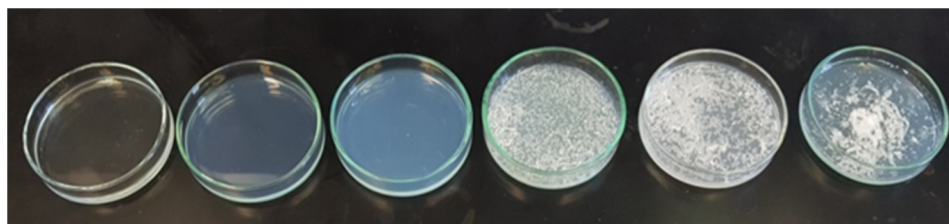
POLIMERI ZA DOSTAVU LIJEKA S KONTROLIRANIM OSLOBAĐANJEM

POLYMERS FOR DRUG DELIVERY APPLICATIONS

Benjamin Banožić, Fabio Faraguna, Ante Jukić

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu,
Marulićev trg 19, 10000 Zagreb, bbanozic@fkit.hr

U novije vrijeme primjena polimera u farmaciji usmjerena je najviše na razvoj farmaceutskih oblika s kontroliranim oslobađanjem djelatne tvari koji imaju mogućnost isporuke lijekova kroz dulje razdoblje, dostavu lijeka na točno određeno mjesto te mogućnost prepoznavanja i reagiranja na fiziološke promjene u ljudskom organizmu. U ovom radu provedena je sinteza i karakterizacija kopolimera metil-metakrilata (MMA) i vinil-pirolidona (VP) raznih sastava. Reakcije kopolimerizacije provedene su u šaržnim uvjetima rada pri temperaturi od 95 °C, u otapalu butanolu uz tert-butil-peroksi-2-etilheksanoat kao inicijator. Karakterizacija kopolimera provedena je sljedećim metodama: GPC kromatografijom na propusnom gelu (GPC/SEC), diferencijalnom pretražnom kalorimetrijom (DSC), infracrvenom spektroskopijom s Fourierovom transformacijom (FTIR) te termogravimetrijskom analizom (TGA). Nakon sinteze i karakterizacije, provedena je priprema otopina MMA-VP kopolimera u svrhu oblaganja djelatne tvari koji bi kasnije služile za razvoj farmaceutskih oblika s kontroliranim oslobađanjem lijeka kroz dulje razdoblje, dostavu lijeka na određeno mjesto te mogućnost prepoznavanja i reagiranja na fiziološke promjene u ljudskom organizmu. Dobiveni kopolimeri otopljeni su u acetonu zajedno s djelatnom tvari. Otopine su zatim prelivene u petrijeve zdjelice u kojima se nalazila voda. Dobivene su otopine koje se razlikuju po stabilnosti (slika 1).



Slika 1. Mješavine polimera, djelatne tvari, vode i acetona
(od lijeva na desno raste udio komonomera metil-metakrilata u kopolimeru s vinil-pirolidonom)

Rezultati pokazuju da se smanjenjem udjela MMA u kopolimeru povećava njegova mješljivost (podnošljivost) sa smjesom aceton/voda. Rezultat je očekivan, budući da je vinil-pirolidon topljiv u vodi, pa povećanje njegova udjela doprinosi homogenosti i stabilnosti otopina. Takve stabilne otopine polimera prikladne su za oblikovanje lijekova i oblaganje djelatne tvari uz uvjet da su polimeri biopodnošljivi i biorazgradivi.

POLIELEKTROLITNI VIŠESLOJEVI – ODREĐIVANJE ADSORPCIJSKIH PARAMETERA PRIMJENOM OHSHIMINOG MODELA

POLYELECTROLYTE MULTILAYERS – EVALUATION OF ADSORPTION PARAMETERS USING OHSHIMA MODEL

Katarina Bertović, Davor Kovačević

Zavod za fizikalnu kemiju, Kemijski odsjek, Pridoslovno-matematički fakultet, Horvatovac
102a, 10 000 Zagreb, katarina.bertovic@chem.pmf.hr, davork@chem.pmf.hr

Nanomaterijali poput titanijeva(IV) oksida (TiO_2) i cerijeva(IV) oksida (CeO_2) intenzivno se istražuju u znanosti o materijalima zbog njihove primjene u medicini, tehnologiji i biološkim sustavima. Primjena CeO_2 temelji se prvenstveno na njegovim katalitičkim i biomimetičkim svojstvima dok TiO_2 pokazuje fotokatalitičku aktivnost. Potencijalne primjene takvih materijala zahtijevaju stabilan i disperzan sustav koji je moguće ostvariti ireverzibilnom adsorpcijom polielektrolita [1]. Uzastopnom adsorpcijom suprotno nabijenih polielektrolita nastaju polielektrolitni višeslojevi koji se u posljednje vrijeme intenzivno istražuju u svrhu funkcionalizacije i modifikacije površina [2], ali i tvorbe šupljih sfera čija je primjena u medicini. Adsorpciju polielektrolita na površinu nanočestica nije moguće opisati jednostavnim modelima. Adsorpcijsku gustoću moguće je odrediti modificiranim Ohshiminim modelom [3] koji uvodi elektroforetsku mekoću i gustoću naboja u difuznom sloju kao nove parametre adsorpcije polielektrolita na tvrde sfere poput nanočestica TiO_2 i CeO_2 . Prema Ohshiminom modelu ionska jakost otopine, elektroforetska mekoća i gustoća naboja sloja polielektrolita povezane su s elektroforetskom pokretljivošću. Adsorpcijska gustoća određena je gustoćom naboja sloja polielektrolita i veličinom nanočestica prekrivenih polielektrolitnim mono/višeslojem, dok je dokaz adsorpcije polielektrolita promjena predznaka elektroforetske pokretljivosti ovisno o naboju polielektrolita. Nakon što je prethodno pokazano [4] da se Ohshimin model može uspješno primijeniti za interpretaciju adsorpcije poli(natrijev 4-stirensulfonata) (PSS) na površinu CeO_2 , isti model je po prvi put primijenjen i za karakterizaciju nastajanja polielektrolitnog višesloja. Polielektrolitni višesloj u ovom se radu sastoji od jakih polielektrolita i to negativno nabijenog PSS-a te pozitivno nabijenog poli(dialildimetilamonijeva) klorida.

[1] A. Sehgal, Y. Lalatonne, J. -F. Berret, M. Morvan, *Langmuir* 21 (2005) 9359–9364.

[2] H. Hartmann, R. Krastev, *BioNanoMaterials*, 18 (2017) 20160015

[3] S. Saraf, C. J. Neal, S. Das, S. Barkam, R. McCormack, S. Seal, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 6 (2014) 5472–5482.

[4] Z. Brkljača, N. Lešić, K. Bertović, G. Dražić, K. Bohinc, D. Kovačević, *J. Phys. Chem. C*, 122, (2018) 48, 27323–27330.

NAPREDNA METODA PRIPREME MONOLITNIH NOSAČA KATALIZATORA TEHNOLOGIJOM 3D-ISPISA

ADVANCED PREPARATION METHOD OF MONOLITHIC CATALYST SUPPORTS USING 3D-PRINTING TECHNOLOGY

Filip Car, Gabriela Brnadić, Vesna Tomašić, Domagoj Vrsaljko

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19,
10 000 Zagreb, Republika Hrvatska, fcar@fkit.hr

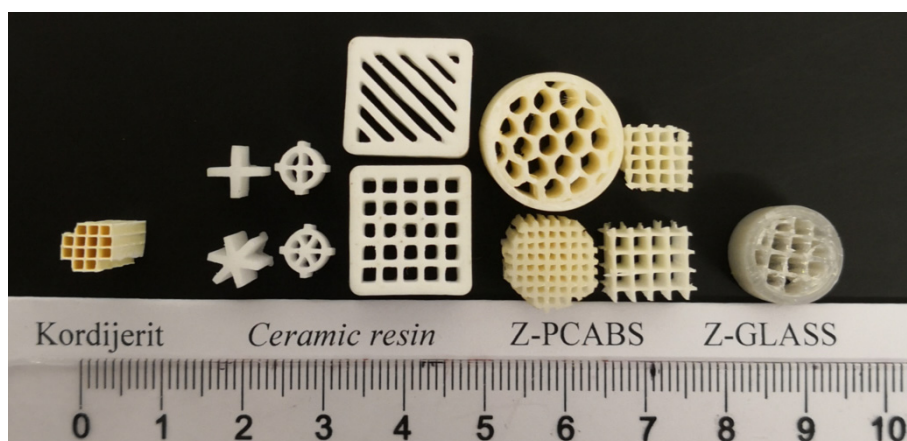
Monolitni nosači katalizatora u praksi nalaze široku primjenu u obradi otpadnih plinova, pri čemu su najpoznatiji primjer monolitni nosači koji se koriste za obradu automobilskih ispušnih plinova. Kada se govori o sastavu monolitnih nosača možemo definirati dvije glavne skupine. Prvu skupinu čine monoliti koji su u cijelosti izgrađeni od katalitički aktivne komponente, dok drugu skupinu, koja je i u praksi češća, čine monoliti koji se sastoje od inertnog nosača koji služi kao podloga za katalitički aktivnu komponentu ili mješavinu aktivnih komponenata. Kordijeritna keramika je materijal od kojeg se najčešće izrađuju inertni nosači konvencionalnim postupcima (uglavnom ekstruzijom). Međutim, ubrzanim razvitkom tehnologije 3D-ispisa, kao i materijala koji se mogu koristiti za takav način proizvodnje otvaraju se nove mogućnosti pripreme takvih složenih struktura, posebice zbog veće slobode prilikom definiranja pogodnih geometrija nosača koje bi konvencionalnim postupcima bilo vrlo teško, a u nekim slučajevima i nemoguće izraditi.

Za proizvodnju monolitnih nosača katalizatora (slika 1) u ovom su radu korištena dva postupka aditivne proizvodnje (ili 3D-ispisa); stereolitografija (SLA, engl. *stereolithography*) i proizvodnja rastaljenim filamentom (FFF, engl. *fused filament fabrication*). Pri korištenju postupka SLA korištena je komercijalna fotopolimerna smola *Ceramic resin* proizvođača Formlabs, dok su u drugom postupku, FFF korišteni komercijalni materijali Z-PCABS i Z-GLASS proizvođača Zortrax.

Na izradene monolitne nosače nanese su katalitički aktivne komponente pogodne za oksidaciju smjese benzena, toluena, etilbenzena i *orto*-ksilena (BTEX). S obzirom da se reakcija provodi pri povišenoj temperaturi (>200 °C) od izuzetne je važnosti utvrditi jesu li svi materijali koji su u ovom radu korišteni za tu svrhu stabilni pri povišenim temperaturama ili dolazi do pogoršanja njihovih uporabnih svojstava, kao što su deformacija i blokiranje kanala što bi značajno smanjilo mehaničke značajke katalizatora i učinkovitost katalitičke razgradnje. Od ranije je poznato da modeli izrađeni postupkom SLA primjenom smole *Ceramic resin* nakon pečenja (engl. *firing*) mogu podnijeti temperature i do 1000 °C. Kod polimera korištenih postupkom FFF provedena je termogravimetrijska analiza (TGA) kako bi se ustvrdilo pri kojoj temperaturi dolazi do razgradnje materijala. TGA je poslužila za provedbu preliminarnih ispitivanja, nakon kojih su se kao temperaturno najstabilnijim materijalima pokazali Z-PCABS i Z-GLASS.

Uzevši u obzir da TGA ne pokazuje dolazi li do deformacije materijala prilikom njegova zagrijavanja, od navedena dva materijala izrađeni su modeli nosača na 3D-pisaču M200 proizvođača Zortrax te su izloženi povišenoj temperaturi u peći. Kako bi se povećala njihova otpornost pri povišenim temperaturama, na jednu seriju nosača nanesen je tanak sloj tetraetoksisilana (TEOS) tzv. tehnikom uranjanja (engl. *dip-coating*).

Rezultati ispitivanja pokazali su da se keramička smola može pouzdano koristiti za katalitičku oksidaciju BTEX-a. Treba naglasiti da kod primjene polimera Z-PCABS i Z-GLASS nakon 45 minuta izlaganja temperaturama višim od 150 °C dolazi do vidljivih deformacija kanala. Nakon oblaganja nosača slojem TEOS-a do vidljivih je deformacija kanala došlo tek pri temperaturama višim od 170 °C. Uzevši u obzir da je u prethodnim ispitivanjima na nosačima od kordijerita pri navedenoj temperaturi uočena značajna konverzija BTEX-a u nastavku istraživanja će i ti materijali biti korišteni za izradu nosača katalizatora za navedeno područje primjene.



Slika 1. Monolitni nosači katalizatora

KARAKTERIZACIJA MIKROPLASTIKE U SEDIMENTU PLAŽE PRAPRATNO

CHARACTERIZATION OF MICROPLASTICS IN PRAPRATNO BEACH SEDIMENT

Matko Erceg¹, Pero Tutman², Dubravka Bojanić Varezić², Anđela Bobanović¹

¹Kemijsko-tehnološki fakultet, Ruđera Boškovića 35, 21000, Split, Hrvatska, merceg@ktf-split.hr, ab10216@ktf-split.hr

²Institut za Oceanografiju i Ribarstvo, Šetalište Ivana Meštrovića 63, 21000, Split, Hrvatska, tutman@izor.hr, dbojanic@izor.hr

Mikroplastika je naziv za čestice plastike promjera manjega od 5 milimetara, a može biti primarna (prisutna u dimenzijama koje odgovaraju mikroplastici od trenutka izrade proizvoda) i sekundarna (nastaje fragmentacijom krupnijih komada plastike uslijed razgradnih procesa tijekom vremena). Čestice mikroplastike predstavljaju ozbiljan problem u morskom okolišu [1]. Za potrebe ovog rada provedeno uzorkovanje u sedimentu plaže Prapatno na poluotoku Pelješcu nakon čega je provedeno laboratorijsko odvajanje plastičnog otpada iz uzoraka sedimenta. Uzorkovanje i laboratorijsko odvajanje provedeni su prema DeFish Gear protokolu, pripremljenom u sklopu projekta *Sustav upravljanja morskim otpadom u Jadranskoj regiji* – engl. *Derelict Fishing Gear Management System in the Adriatic Region, DeFishGear*) [2].

Uzorak plastičnog otpada s plaže Prapatno sastoji se od 123 ispitka koji se mogu razvrstati u 6 kategorija, gdje su fragmenti najzastupljenija kategorija (58 komada), zatim granule (17 komada), filmovi (16 komada), pjenasta plastika (15 komada), peleti (14 komada), filamenti (2 komada) te jedan nekatagorizirani komad. Analiza dimenzija i površine svakog ispitka iz uzorka provedena je primjenom Digimizer programa za analizu slika, a rezultati pokazuju da ovaj plastični otpad spada u tzv. veliku mikroplastiku (LMP, engl. *Large microplastics*) s česticama dimenzija 1 - 5 mm. Svaki ispitak je zasebno izvagan na analitičkoj vagi te je svakom određena boja i prozirnost/neprozirnost. Identifikacija vrste plastike provedeno je primjenom infracrvene spektroskopije s Fourierovom transformacijom (FTIR) - HATR tehnikom (engl. *Horizontal Attenuated Total Reflectance*) te diferencijalnom pretražnom kalorimetrijom (DSC). Nađeno je da se plastični otpad s plaže Prapatno uglavnom sastoji od polietilena, polipropilena i polistirena.

[1] Environmental and Health Risks of Microplastic Pollution, European Commission, Group of Chief Scientific Advisors, Scientific Opinion 6/2019, Brussels, 2019., https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/groups/sam/ec_rtd_sam-mnp-opinion_042019.pdf. (1.7.2019.)

[2] <http://www.defishgear.net/media-items/publications> (1.7.2019.)

SINTEZA I KARAKTERIZACIJA METAKRILATNIH KOPOLIMERA ZA OBLAGANJE FARMACEUTIKA

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF METHACRYLATE COPOLYMERS FOR DRUG COATING

Josip Sacher, Matea Vučetić, Monika Leskovar, Antonija Matal,
Matija Gretić, Gordana Matijašić, Fabio Faraguna, Ante Jukić

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu,
Trg Marka Marulića 19, 10 000 Zagreb
jsacher@fkit.hr, mvucetic@fkit.hr

Mikrokapsuliranjem farmaceutske djelatne tvari polimerima moguće je kontrolirati mjesto, vrijeme i koncentraciju njenog oslobađanja. Kako bi se pripravile mikrokapsule željenih profila oslobađanja potrebno je prirediti i ispitati polimere različitog sastava i svojstava, pri čemu se u posljednje vrijeme povećava interes za hidrofilno-hidrofobnim sustavima. Cilj ovog rada je sintetizirati kopolimere na osnovi metakrilata za oblaganje i kontrolirano oslobađanje lijekova te odrediti njihova svojstva: prosječne sastave kopolimera, raspodjelu i prosjeke molekulskih masa, toplinske faze prijelaze i viskoznost polimernih otopina. Radikalnom kopolimerizacijom u otapalu toluenu ili butanolu sintetizirani su kopolimeri metil-metakrilata (M) s 2-(dimetilamino)etil-metakrilatom (A), vinil-pirolidonom (P) i vinil-kaprolaktamom (C) kao nositeljima poželjnih svojstava za oslobađanje djelatne tvari dronedaron-hidroklorida. Kopolimeri su potom pretaloženi u petroleteru i sušeni u vakuumskom sušioniku. Mikrokapsule su dobivene u sušioniku s raspršivanjem pri različitim protocima zraka za raspršivanje, sušenjem otopina kopolimera i dronedarona u masenim omjerima 1:1, 2:1 i 3:1. Dobivene mikrokapsule podvrgnute su *in vitro* metodi ispitivanja oslobađanja djelatne tvari. Analizom rezultata kromatografije na propusnom gelu određen je utjecaj reakcijskih uvjeta na raspodjelu i disperznost molekulskih masa. Diferencijalnom pretražnom kalorimetrijom određena su staklišta, a magnetskom rezonancijom jezgre sastav kopolimera. Ispitivanjem topljivosti kopolimera i brzine oslobađanja dronedarona ustanovljeno je da su kopolimeri M85A15 i M75A15 primjenjivi za mikrokapsuliranje dronedaron-hidroklorida, te su sintetizirani u većim količinama. Također, suspenzija kopolimera M85P15, djelatne tvari i otapala je stabilna, što taj sustav također čini potencijalno primjenjivim. SEM mikrografije su pokazale da povećanjem udjela polimera i smanjenjem protoka zraka nastaju kvalitetnije mikrokapsule pogodne morfologije i većih čestica. Povećanjem udjela polimera smanjuje se brzina oslobađanja te se približava profilu tablete Multaq.

Ključne riječi: mikrokapsuliranje, farmaceutski aktivna tvar, metakrilatni kopolimeri

ULJNI NANOFLUIDI S KEMIJSKI MODIFICIRANIM UGLJIKOVIM NANOCIJEVIMA

OIL BASED NANOFLUIDS WITH CHEMICALLY MODIFIED CARBON NANOTUBES

Damjan Gracin, Fabio Faraguna, Ante Jukić

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu,
Marulićev trg 19, 10000, Zagreb; dgracin@fkit.hr, ffaragun@fkit.hr, ajukic@fkit.hr

Nanofluidi su suspenzije nanočestica prosječnog promjera manjeg od 100 nm, u baznom fluidu koji je najčešće voda, ulje ili etilen-glikol. Kao nanočestice u nanofluidima najčešće se upotrebljavaju metali, metalni oksidi ili ugljikove nanocijevi (CNT). U ovisnosti o vrsti i udjelu čestica, nanofluidi uobičajeno mijenjaju toplinsku provodnost baznog fluida, te mogu dati bolja svojstva podmazivanja i smanjenja trošenja materijala u dodiru, te se zato upotrebljavaju u industriji kao mediji za prijenos topline ili maziva. Pri tomu je važno osigurati stabilnost nanofluida tijekom uporabe.

Cilj ovog rada je priprava i istraživanje svojstva nanofluida na osnovi sintetskog baznog ulja, polialfaolefina (PAO) s čistim i –COOH modificiranim višestjenčanim ugljikovim nanocijevima uz dodatak polimernih površinski aktivnih tvari (PAT) na osnovi metakrilata. Stabilnost pripremljenih nanofluida ispitana je vizualno i UV-VIS spektrofotometrijom, gdje su snimljeni apsorpcijski spektri uzoraka. Ustanovljena je vrlo dobra stabilnost nanofluida kroz mjesec dana s završnom raspršenosti nanočestica > 90 % za sustave s MWCNT i >70 % za sustave s MWCNT-COOH. Nadalje je ustanovljeno da dodatak nanočestica u koncentracijama od 0,1 do 1 mas. % ne utječe značajno na reološka svojstva nanofluida i ne uzrokuje značajno povećanje viskoznosti. Svi nanofluidi su pokazali nešto manju toplinsku vodljivost u odnosu na bazno ulje i malo poboljšanje toplinsko-izolatorskih svojstava. Dodatno, istražiti će se i maziva svojstva odabranih nanofluida s obje vrste čestica.

MODIFIKACIJA POLIMERNIH MATERIJALA ZA PAKIRANJE HRANE

MODIFICATION OF POLYMER MATERIALS FOR FOOD PACKAGING

Zlata Hrnjak-Murgić, Zvonimir Katančić

¹Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19,
Zagreb, 10000, Hrvatska, zhrnjak@fkit.hr

Tijekom posljednjih desetljeća korištenje polimera kao materijala za pakiranje hrane izrazito je poraslo zbog svojih prednosti u odnosu na druge tradicionalne materijale. Život suvremenog čovjeka nije moguće zamisliti bez ambalaže tj. materijala za pakiranje hrane. Pakiranjem se namirnica štiti od različitih vanjskih utjecaja tijekom njezine distribucije od proizvodnje do potrošača, a pritom joj se čuva nutritivna vrijednost i zdravstvena ispravnost. Međutim, usprkos nizu dobrih svojstava polimera kao što su mehanička (žilavi, fleksibilni, čvrsti), kemijska (inertni, netoksični, netopljivi, dobrih barijernih svojstava) i fizikalna (niske gustoće, toplinski postojani), suvremena znanja i tehnologije unaprjeđuju ta svojstava. Tako je za polimernu ambalažu važno da štiti proizvod/namirnicu od mehaničkih utjecaja (udara, loma), a često su od presudnog značaja i toplinska svojstva jer mora podnijeti veliku razliku u temperaturi kao npr. kod sterilizacije i smrzavanja hrane. Danas je posvećena povećana pozornost zdravstvenoj ispravnosti novih polimernih materijala za pakiranje hrane zbog modifikacija različitim aditivima. Također, značajno svojstvo ambalažnih polimernih materijala je njihova niska cijena, tj. ekonomska isplativost i laka dostupnost. No, najveća pažnja poklanja se poboljšanju barijernih svojstava, smanjenju propusnosti na kisik, vodenu paru, ugljikov dioksid i organske pare budući da utječu na kvarenje hrane, promjenu okusa i na značajno smanjenje nutritivne vrijednosti hrane uslijed svjetla, topline, vlage i pojave mikroorganizama.

Stoga su suvremena istraživanja o materijalima i nanomaterijalima pristupila rješavanju tog problema s različitih aspekata, kao na primjer modifikacijom polimera tijekom sinteze ili tijekom prerade/pripreme ambalažnih materijala. Prvi korak je odabir polimera zadovoljavajuće primarne molekularne strukture (povećana kristalnost, smanjenje interakcije s permeatom). Zatim ugradnja funkcionalnih skupina u osnovni polimerni lanac ili graftiranje bočnih skupina na lanac, te priprema višeslojnih filmova/folija iz različitih polimera i/ili iz filmova različitih materijala (papir, aluminijska folija), kao i modifikacija polimera mikro i nanočesticama. U tu svrhu mogu se koristiti različite aktivne tvari kao što su: magnetit, cinkov oksid, aluminijev oksid, titanijev dioksid, srebrni ioni, zeolit i montmorilonitna glina s ciljem unaprjeđivanja specifičnih, pojedinih funkcijskih svojstava ambalaže uz zadržavanje zdravstvene ispravnosti.

SAPONIA NA PUTU PREMA ZELENIJEM ŽIVOTNOM CIKLUSU PLASTIKE KROZ PROJEKT CIRC-PACK

SAPONIA ON THE ROAD TO GREENER PLASTIC LIFECYCLE WITH CIRC-PACK PROJECT

Dubravka Jukić Jakovljević, Andrea Božić

adresa: Saponia d.d., M. Gupca 2, 31000, Osijek, Hrvatska, saponia@saponia.hr

CIRC-PACK projekt cilja na održiviji, učinkovitiji, konkurentniji, o fosilnim gorivima manje ovisan, integrirani i međusobno povezani lanac vrijednosti plastične ambalaže. U tu svrhu, provest će se tri studije uključujući razvoj, testiranje i potvrđivanje boljih ekonomskih i okolišnih rezultata na razini cijelog sustava tako što će se (i) uspostaviti lanac neovisan o fosilnim sirovinama, (ii) smanjiti negativni utjecaj plastične ambalaže na okoliš; i (iii) stvoriti učinkovita ekonomija plastike nakon njene uporabe. CIRC-PACK projekt osigurat će inovativnu biorazgradivu plastiku koristeći alternativne sirovine biosnove, koje će imati glavnu ulogu u idućim koracima lanca vrijednosti plastike. Osim toga, eko-dizajn ambalaže za poboljšanje kraja životnog ciklusa višeslojne i višekomponentne ambalaže bit će tehnološki unaprijeđen i prilagođen novim proizvedenim materijalima. Ovakav razvoj će uvelike pridonijeti pozitivnom okolišnom otisku ambalaže, povećanjem udjela biobaziranih i kompostabilnih materijala. Naposljetku, primijenit će se multi-sektorski kaskadni pristup tijekom cijelog vrijednosnog lanca plastične ambalaže prateći ključne utjecaje u drugim vrijednosnim lancima izvan temeljnog lanca vrijednosti plastične ambalaže. Sveukupni ishod projekta olakšat će prijelaz s postojećeg lanca vrijednosti plastične ambalaže na principe kružnog gospodarstva.

Saponia se pridružila projektu CIRC-PACK jer uvijek pokušava ostvariti maksimalnu korist za potrošača uz minimalan utjecaj na okoliš, u provedbi dviju studija demonstracije. Testirat će i validirati biorazgradivu ili kompostabilnu plastičnu ambalažu za kozmetiku i tekuće deterdžente napravljenu od novih vrsta biopolimera razvijenih unutar projekta. Kako je Saponia razvila i razvija novu liniju ekološki prihvatljivih proizvoda prikladnih za eco-label oznaku, planovi za budućnost su pakiranje u jednako ekološko pakiranje i smanjenje ekološkog otiska. Druga demonstracija se odnosi na višeslojnu ambalažu izrađenu iz različitih materijala za praškaste deterdžente. Trenutno korištene laminirane kutije za praškaste deterdžente ne mogu se reciklirati - s novim materijalima cilj je dobiti ambalažu poboljšanih barijernih svojstava za bolju zaštitu deterdženta koja se može reciklirati. Osim ova dva cilja, poduzeće sudjeluje u svim ostalim aktivnostima kako bi doprinijelo boljem procesu sortiranja i recikliranja, te poboljšanju zakonodavstva i svijesti javnosti o problemima vezanim uz uporabu plastičnih materijala.

SINTEZA I ISPITIVANJE UČINKOVITOSTI POLI(3,4-ETILENDIOKSITIOFEN)/TiO₂ NANOKOMPOZITNOG FOTOKATALIZATORA

SYNTHESIS AND EFFICIENCY TESTING OF POLY(3,4-ETHYLENEDIOXYTHIOPHENE)/TiO₂ NANOCOMPOSITE PHOTOCATALYST

Magdalena Vujasinović, Zvonimir Katančić, Zlata Hrnjak-Murgić

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19,
10000 Zagreb, Hrvatska, katancc@fkit.hr

Otpadne vode značajan su ekološki problem i u pravilu su visoko opterećene različitim vrstama i količinama onečišćivala. Takve vode nisu pogodne za korištenje te zahtijevaju primjenu prikladnih tehnologije obrade voda kako bi se postigla zadovoljavajuća kvaliteta obrađene vode. Najčešće metode obrade otpadnih voda jesu biološke, mehaničko-fizikalne i kemijske metode. U slučaju organskog onečišćenja pokazalo se da je najučinkovitija primjena naprednih oksidacijskih procesa (kemijske metode) poput ozonizacije, Fenton procesa ili fotokatalize. Fotokataliza se temelji na razgradnji onečišćenja uz dodatak fotokatalizatora pod utjecajem svjetlosti, a u ovom radu je kao fotokatalizator korišten titanijev dioksid (TiO₂). TiO₂ sadrži široku zabranjenu zonu te je aktivan samo pod UV svjetlom zbog čega se sintetizira u kombinaciji s elektrovodljivim polimerima čija je zabranjena zona mala i time se proširuje fotokatalitička aktivnost TiO₂ u vidljivi dio spektra. Osim elektrovodljivim polimerima zabranjena zona može se smanjiti dodatkom ionomera - polielektrolita koji se sastoje od više ionskih skupina kao što je polistiren sulfonska kiselina (PSS).

U radu je, metodom kemijske oksidacijske polimerizacije uz prisutnost FeCl₃ kao oksidansa, sintetiziran nanokompozitni fotokatalizator elektrovodljivog polimera poli(3,4-etilendioksitiofen) (PEDOT) i titanijevog dioksida uz molarni omjer monomera EDOT-a i TiO₂ 1:30. Također, istom metodom, ali uz dodatak PSS sintetizirani su PEDOT-PSS/TiO₂ nanokompozitni fotokatalizatori molarnog omjera 1:20 i 1:30 u korist TiO₂. Karakterizacija nanokompozita provedena je termogravimetrijskom analizom (TGA), infracrvenom spektroskopijom s Fourierovim transformacijama (FT-IR) te je utvrđena morfološka struktura pretražnom elektronskom mikroskopijom (SEM). Fotokatalitička učinkovitost ispitana je praćenjem uklanjanja azo bojila Acid Blue 25 ($\gamma = 30$ mg/L) u vodi, pri različitom pH (4,5; 6,3; 8,0) uz simulirano Sunčevo zračenje i UV-A zračenje mjerenjem apsorbancije na UV/Vis spektrofotometru.

Rezultati su pokazali da razgradnja bojila ovisi o omjeru EDOT-a i TiO₂ a najveća učinkovitost je postignuta pri neutralnim ili blago kiselim uvjetima.

ANTIBAKTERIJSKA ZAŠTITA DENTALNIH IMPLANTATA POLIELEKTROLITNIM VIŠESLOJEM

ANTIBACTERIAL PROTECTION OF DENTAL IMPLANTS BY POLYELECTROLYTE MULTILAYER

Tin Klačić¹, Mirjam Kozmos², Klemen Bohinc³, Davor Kovačević¹

¹ Zavod za fizikalnu kemiju, Kemijski odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Horvatovac 102A, 10000 Zagreb, Hrvatska, tklacic@chem.pmf.hr

² Medicinski fakultet, Sveučilište u Mariboru, Taborska ulica 8, 2000 Maribor, Slovenija

³ Zdravstveni fakultet, Sveučilište u Ljubljani, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana, Slovenija

Polielektroliti su makromolekule kod kojih je prisutan znatan udio građivnih jedinica (monomera) koje sadrže ionske i/ili ionizirajuće funkcionalne skupine. Naizmjeničnom adsorpcijom pozitivno i negativno nabijenih polielektrolita (polikationa i polianiona) na čvrstu površinu nastaju polielektrolitni višeslojevi. Ovi nanokompoziti se posljednjih godina sve intenzivnije istražuju zbog njihove potencijalne primjene u industriji, medicini i biotehnologiji [1]. U zadnje se vrijeme velika pozornost pridaje dizajnu tzv. antibakterijskih višeslojeva kojima bi se inhibirala adhezija bakterija. Primjerice, pokazano je da se presvlačenjem površine silicijeva dioksida višeslojem poli(alilamonijev hidroklorid)/poli(natrijev 4-stirensulfonat), skraćeno PAH/PSS, značajno smanjila adhezija bakterije *Pseudomonas aeruginosa* na površinu prvenstveno zbog efekta površinskog naboja [2]. Sukladno navedenom, antibakterijska svojstva PAH/PSS višesloja mogla bi pružati odličnu zaštitu dentalnih implantata od adhezije bakterija. Najčešće korišteni implantati izrađeni su od titanija i njegovih slitina zbog dobre biokompatibilnosti i mehaničkih svojstva ovih materijala. Poznato je da na površini titanija spontano nastaje titanijev dioksid [3] pa se u prvoj fazi ove studije provela karakterizacija nanočestica titanijeva dioksida, koje posjeduju kemijsku narav površine dentalnog implantata, kako bi se u drugoj fazi pratilo i istražilo formiranje PAH/PSS polielektrolitnog višesloja na navedenim nanočesticama. Primjenom različitih metoda, nanočesticama je određena veličina, morfologija, specifična površina te hidrodinamički promjer i površinski naboj kao funkcija pH otopine. Rast i površinski naboj PAH/PSS polielektrolitnog višesloja na nanočesticama titanijevog dioksida uspješno je praćen metodom elektroforetskog raspršenja svjetlosti u otopini NaCl, NaClO₄ i (CH₃)₄NCl kako bi se istražio utjecaj vrste binarne soli.

[1] V. A. Izumrudov, B. Kh. Mussabayeva, K. B. Murzagulova, Russ. Chem. Rev. 87 (2018) 192–200.

[2] D. Kovačević, R. Pratnekar, K. Godič Torkar, J. Salopek, G. Dražić, A. Abram, K. Bohinc, Polymers 8 (2016) 345:1–345:12.

[3] G. R. Parr, L. K. Gardner, R. W. Toth, J. Prosthet. Dent. 54 (1985) 410–414.

SINTEZA KOMPOZITA GRAFENSKI HIDROGEL/ISPREDENA VLAKNA ZA PRIMJENU U SUPERKONDENZATORIMA

SYNTHESIS OF GRAPHENE/SPUN FIBERS HYDROGEL FOR SUPERCAPACITOR APPLICATION

Roko Kranjčec¹, Željka Petrović², Magdalena Kralj², Dajana Mikić¹,
Marijana Kraljić Roković¹

¹ Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19,
10000 Zagreb, 88roko88@gmail.com, dmikic@fkit.hr, mkralj@fkit.hr

² Institut Ruđer Bošković, Bijenička c. 54, 10000 Zagreb, Zeljka.Petrovic@irb.hr,
mkralj@irb.hr

Cilj ovog rada bila je hidrotermalna sinteza kompozitnog materijala grafen/ispredena vlakna polivinilpirolidona (PVP) te izrada superkondenzatora temeljenog na dobivenom hidrogelu. Kao prekursor u procesu redukcije upotrebljen je grafenov oksid (GO), a redukcija je potpomognuta ekstraktom lista masline. Tijekom procesa redukcije GO se prevodi u reducirani grafenov oksid (rGO), a grafenski listovi se samoorganizirano slažu u dobro definiranu 3D poroznu mrežu u kojoj su međusobno povezani π - π interakcijama. Hidrogelovi na bazi 3D rGO pokazuju veliku specifičnu površinu. [1] Osim toga od njih se očekuje visok i stupanj elastičnosti i dobra mehanička stabilnost. Iako je u dosadašnjim istraživanjima pokazano da prilikom deformacije grafenskog hidrogela dolazi do reverzibilnih promjena dimenzija grafenskog hidrogela [2] u praksi se materijal najčešće tijekom višekratnog izlaganja deformacijama raspada. Stoga je cilj ovog rada bio sintetizirati kompozitni materijal hidrogela i ispredenih vlakana PVP te utvrditi utjecaj dodatka ispredenih vlakana na mehaničku stabilnost i kapacitivna svojstva. [1]

Dobiveni hidrogelovi okarakterizirani su metodama rendgenske difrakcijske spektroskopije (XRD), infracrvene molekulske spektroskopije s Furierovim transformacijama (FTIR) i elektronskom pretražnom mikroskopijom (SEM). Priređeni hidrogelovi upotrebljeni su kao aktivni materijal u superkondenzatorima koji su ispitani metodama cikličke voltmetrije (CV), kronopotencimetrije (CP) i metodom elektrokemijske impedancijske spektroskopije (EIS). Ispitivanje metodom CV provedeno je u rasponu napona od 0 do 1,2 V uz razne brzine promjene potencijala dok je metodom kronopotencimetrije proveden test punjenja/praznjenja tijekom 1000 ciklusa uz struju od 1,2 do 2,2 A g⁻¹.

[1] G.Radić, I. Šajnović, Ž. Petrović, M. Kraljić Roković, Reduced Graphene Oxide/a-Fe₂O₃ fibers as Active Mariterial for Supercapacitor Application, Croat. Chem. Acta 91 (2018) 1523-1534

PRIPREMA I KARAKTERIZACIJA KOMPOZITA POLIETILENA SA ŽELJEZOVIM OKSIDIMA

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF POLYETHYLENE/IRON OXIDES COMPOSITES

Ljerka Kratofil Krehula¹, Filip Petric¹, Matej Zlatar¹, Vanja Gilja¹,
Stjepko Krehula², Ana Peršić¹

¹Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19,
10000 Zagreb, krehula@fkit.hr, filipetric@gmail.com, zlatarnt@gmail.com,
vgilja@fkit.hr, apersic@fkit.hr

²Institut Ruđer Bošković, Zavod za kemiju materijala, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb,
krehul@irb.hr

Kompoziti polietilena i željezovih oksida slabije su istraživani u odnosu na druge kompozite s polietilenskom matricom. važno ih je istražiti jer je kombinacijom metalnih oksida i polimerne matrice moguće dobiti različite vrste aktivnih polimernih materijala s brojnim mogućnostima primjene^{1,2}. Aktivni polimerni materijali u svome sastavu imaju aktivnu tvar koja daje materijalu specifično funkcijsko svojstvo, a namjena im je poboljšati svojstva te produljiti životni vijek polimernog materijala ili proizvoda. U ovom su radu pripremljeni kompoziti polietilena niske gustoće s dvije vrste željezovih oksida: akaganeitom i hematitom. Akaganeit je sintetiziran iz željezovog (III) klorida i natrijevog hidroksida, a hematit je dobiven žarenjem akaganeita. Rendgenskom difrakcijskom analizom potvrđeno je da su dobiveni željezovi oksidi akaganeit i hematit. Kompoziti LDPE/akaganeit i LDPE/hematit pripremljeni su umješavanjem u Brabender gnjetilici, a zatim su isprešani u folije. Udio oksida u uzorcima bio je 0,5, 1 i 2 phr-a. Uzorci su karakterizirani FTIR spektroskopijom, UV/Vis spektroskopijom, termogravimetrijskom analizom te su provedena ispitivanja njihovih barijernih svojstva. Prema dobivenim rezultatima, vidljivo je da se dodatkom željezovih oksida poboljšava toplinska stabilnost uzoraka, postiže se smanjena propusnost na vodenu paru te se povećava svojstvo blokiranja UV i vidljivog zračenja. Dodatak željezovih oksida u matricu polietilena niske gustoće poboljšava svojstva čistog polimera te ga čini prikladnim aktivnim ambalažnim materijalom.

[1] A. Llorens, E. Lloret, P.A. Picouet, R. Trbojevich, A. Fernandez, Trends Food Sci. Technol. 24 (2012) 19-29.

[2] Z. Hrnjak-Murgić, A. Rešček, A. Ptiček Siročić, Lj. Kratofil Krehula, Z. Katančić, Nanoparticles in Active Polymer Food Packaging, Smithers Pira, Shawbury, 2015.

MIKROPLASTIKA U JADRANSKOM MORU

MICROPLASTICS IN ADRIATIC SEA

Dajana Kučić Grgić¹, Kristina Bule¹, Karla Zadro¹, Ana Tolić¹, Edi Radin¹,
Martina Miloloža¹, Vesna Ocelić Bulatović²

¹Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19,
10000, Zagreb, Hrvatska, dkucic@fkit.hr; kbule@fkit.hr; kzadro@fkit.hr; atolic@fkit.hr;
eradin@fkit.hr; miloloza@fkit.hr

²Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Aleja narodnih heroja 3, 44000, Sisak,
Hrvatska, vocelicbu@simet.hr

Problem plastike i mikroplastike koja svakim danom završava u okolišu postoji od davnina. Porastom ljudske populacije raste i proizvodnja plastike što je vidljivo iz podatka da se globalna proizvodnja plastike povećala s 1,5 milijuna tona u 1950-ima na 335 milijuna tona u 2016. Godini [1]. Zahvaljujući svojoj svestranosti, postojanosti i visokoj ekonomičnosti, plastika je odigrala ključnu ulogu u mnogim sektorima, kao što su pakiranje, graditeljstvo, transport, proizvodnja električne energije i elektroničkih uređaja, poljoprivreda, medicina i sport. Većina proizvedene plastike se upotrebljava za izradu ambalaže koja postaje otpad nakon kratkog vijeka trajanja. Zbog velike upotrebe plastičnih proizvoda, te zbog ljudskog nemara i nepropisnog odlaganja, velike količine proizvedene plastike završava u morima, oceanima, jezerima, tlu i svim ostalim sastavnicama okoliša gdje štetno utječe na okoliš kao i na sve žive organizme u njemu. Onečišćenje plastikom postalo je problem na globalnoj razini. Zakonodavstvo i gospodarenje otpadom u početku se prioritarno odnosilo na makroplastiku. Brojni zakoni i uredbe zabranjuju nepropisno odlaganje plastike u okoliš, a u novije vrijeme sve se više pažnje pridaje mikroplastici. Međutim, još uvijek ne postoje konkretni zakoni i uredbe koji propisuju dopuštene količine mikroplastike u okolišu. Plastika koja završi u prirodi, ulazi u neprestani kružni tok, pri čemu podliježe različitim razgradnim procesima, dolazi do njezinog usitnjavanja te nastaje mikroplastika koju organizmi poput riba unose u svoj prehrambeni lanac i koja u konačnici završava u tijelu čovjeka. Mikroplastika je vrlo štetan oblik plastike na koju se adsorbiraju razne štetne tvari koje toksično djeluju na žive organizme. Najveće količine mikroplastike mogu se pronaći u morima i oceanima. Istraživanja pokazuju da se svake godine oko 8 milijuna tona mikroplastike ispušta u oceane. Pretpostavlja se da će se do 2050. godine u morima i oceanima nalaziti više plastike nego ribe. Cilj ovog rada je dati uvid u dosadašnja istraživanja vezana uz mikroplastiku u Jadranskom moru te njen utjecaj na ekosustav.

[1] Alimba, C. G., Faggio, C., Microplastics in the marine environment: current trends in environmental pollution and mechanisms of toxicological profile, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, **68** (2019) 61-74.

BARIJERNA SVOJSTVA PLASTIČNIH MATERIJALA ZA PAKIRANJE HRANE BARRIER PROPERTIES OF PLASTIC FOOD PACKAGING MATERIALS

Mia Kurek, Mario Ščetar, Kata Galić

Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Laboratorij za pakiranje hrane, Zagreb, Hrvatska,
mkurek@pbf.hr

Stil današnjeg života ne bi bio moguć bez ambalaže i pakiranja hrane. Upotrebom odgovarajućeg ambalažnog materijala formira se barijera između upakiranog sadržaja i vanjskih utjecaja. Stoga, ambalaža osigurava kvalitetu proizvoda, produžuje trajnost i omogućava prodaju, odnosno distribuciju od proizvođača do potrošača. Važan uvjet za odabir ambalažnog materijala su njegova barijerna svojstva. Propusnost plinova (kao što su O₂, CO₂, i N₂), vodene pare, spojeva arome i svjetlosti predstavljaju vitalne čimbenike u održavanju kvalitete zapakirane hrane [1]. Kisik u doticaju s hranom negativno utječe na rast aerobnih mikroorganizama u hrani, užeglost masti i ulja, diskoloraciju i oksidaciju vitamina i antioksidansa. Vlaga se u obliku vode nalazi u upakiranom proizvodu i u obliku vodene pare u zračnom prostoru pakovine. Od materijala se najčešće zahtijeva da zaštiti proizvod od izmjene vlage sa okolinom odnosno da se udio vlage u proizvodu niti ne povećava niti ne smanjuje. Promjena udjela vlage može dovesti do nepoželjnih kvalitativnih i kvantitativnih promjena kod upakirane namirnice.

Općenito, propusnost materijala ovisi o njegovim svojstvima (kristaliničnost, orijentacija, slobodni volumen, gustoća, i sl.), svojstvima permeata (veličina i priroda molekula) i uvjetima okoline (temperature i relativna vlažnost). Temperatura i vlažnost okoline kojima je proizvod izložen u lancu distribucije iznimno su važni za izračun potrebnih barijernih svojstava [1]. Sjajnost i prozirnost, antistatička svojstva i svojstvo protiv zamagljivanja su važni kod plastičnih ambalažnih materijala budući da korisnici zahtijevaju prozirni materijal sa sjajnim izgledom i mogućnošću uvida u upakiranu namirnicu. Ispitivanje ovih svojstava provodi se u laboratorijima manometrijskim i gravimetrijskim metodama pri točno određenim uvjetima.

Kako bi se osigurala odgovarajuća barijera primjenjuju se složeni ambalažni materijali, proizvedeni od nekoliko slojeva polimera i njihovih premaza ili posebno formulirane polimerne mješavine (sustavi) sa dodacima nanočestica. Plastični polimerni materijali nude iznimno različita svojstva i njihovom kombinacijom mogu se dizajnirati materijali točno definiranih karakteristika za određeni prehrambeni proizvod. Upravo zbog toga su se polimerni materijali uvukli u svaku nišu prehrambene industrije, gdje su postali gotovo nezamjenjivi. Uspješna ambalaža za pakiranje hrane ne samo da mora štiti proizvod od vanjskih utjecaja već s ekonomskog aspekta mora biti i isplativa te ekološki prihvatljiva. Ipak, ne može se zanemariti negativan utjecaj na okoliš u slučaju plastičnih materijala [2].

Stoga, sve se češće naglašava važnost primjene alternativnih sirovina a novom europskom direktivom odlučeno je da bi do 2030. godine više od 90 % plastičnih materijala na europskom tržištu trebalo biti namijenjeno za višekratnu upotrebu ili kvalitetno reciklirano [3]. Postizanje tog cilja dovodi do neposrednih promjena i poticanja tehnoloških inovacija u sektorima materijala i pakiranja. Predanost kružnom gospodarstvu koje se temelji na načelima smanjenja, ponovne uporabe i recikliranja predstavlja izazov za održivost, uporabu novih materijala i gospodarenje otpadom . Primjenom alternativnih sirovina za proizvodnju novih materijala često se dovodi u pitanje održivost njihovih barijernih svojstava ali i sigurnosti za direktan kontakt s hranom za ljudsku konzumaciju.

Problematika pakiranja hrane koja obuhvaća i gore navedene teme predmet je međunarodnog projekta Erasmus+ pod nazivom «Food PackagIng open courseware for higher Education and Staff of companies (FitNESS)» u kojem je uključen i istraživački tim Laboratorija za pakiranje hrane PBF-a. Nešto više informacija o tome bit će predočeno tijekom izlaganja.

Literatura:

[1] Vujković, I., Galić, K., Vereš, M., Ambalaža za pakiranje namirnica, Tectus, Zagreb, 2007.

[2] Geuke, B., Groh, K., Muncke, J. J of Cleaner Prod. 193 (2018) 491-505.

[3] EU, 2019/904, DIREKTIVA (EU) 2019/904 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA, od 5. lipnja 2019., o smanjenju utjecaja određenih plastičnih proizvoda na okoliš.

PRIPRAVA CELULOZNIH HIDROGELOVA SA SREBROVIM NANOČESTICAMA

PREPARATION OF CELLULOSE HYDROGELS WITH SILVER NANOPARTICLES

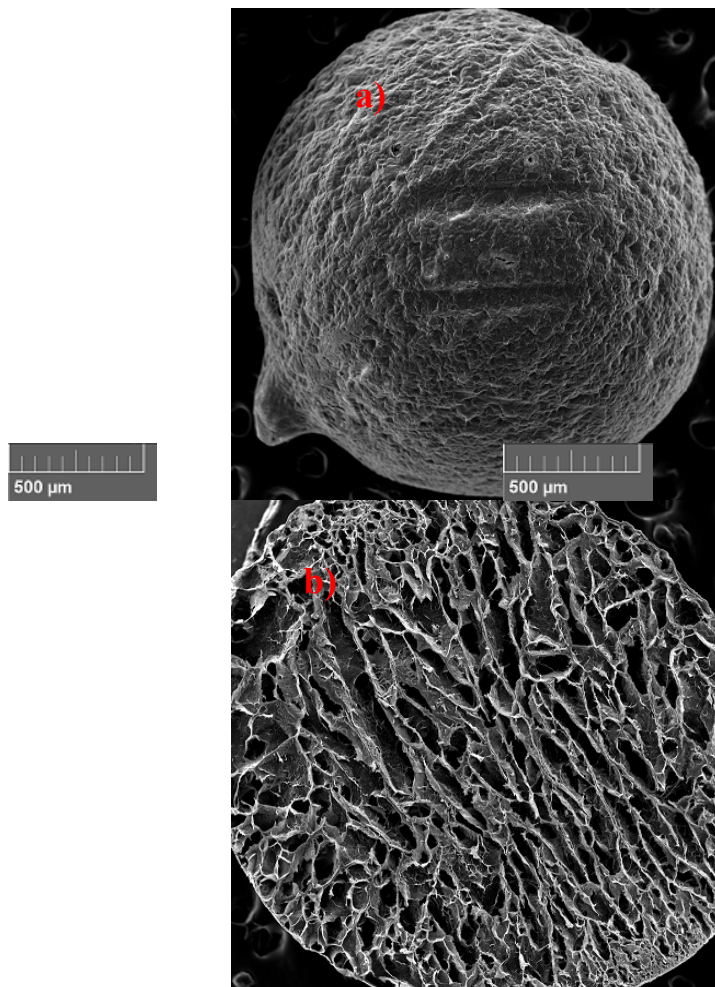
Katarina Lenac, Roko Blažić, Elvira Vidović

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19, 10000, Zagreb, Hrvatska,
klenac@fkit.hr

Celuloza je najrasprostranjeniji polisaharid na Zemlji koji se sve više istražuje za pripremu novih vrsta materijala. Naročito su značajna svojstva biokompatibilnosti i biorazgradivosti celuloze. Tri hidroksilne skupine sadržane na svakoj glukoznoj jedinici omogućuju provedbu različitih modifikacija i umrežavanje lanaca te pripremu hidrogelova [1]. Hidrogelovi celuloze i nanočestica srebra već su istraživani u svrhu dobivanja antibakterijskih kompozitnih materijala koji imaju biokompatibilna te antimikrobna svojstva, lako se razgrađuju i nisu štetni za okoliš [2]. Uvođenjem novih funkcijskih skupina na osnovni polisaharidni lanac mijenjanju se svojstva hidrogela. Cilj ovog rada bio je prirediti hidrogelove od celuloze i celuloze graftirane sa dimetilaminoetil-metakrilatom te ih naknadno modificirati uvođenjem srebrovih nanočestica. Na osnovni polisaharidni lanac graftiran je funkcijski monomer dimetilaminoetil-metakrilat (DMAEMA) koji u svojoj strukturi ima amino skupinu osjetljivu na promjenu pH. Srebro je poznato po antibakterijskom djelovanju, a također ima i katalitičku primjenu, pa bi ovakav celulozni hidrogel mogao poslužiti kao nosač katalizatora.

Polimerizacija DMAEMA na celulozu provedena je u otapalu *N,N*-dimetil acetamid/LiCl uz peroksidni inicijator pri temperaturi od 90 °C. *N,N*-metilen-*bis*-akrilamid (MBA) korišten je kao umreživač. Prilikom sinteze hidrogelova mijenjani su i količinski omjeri celuloze i DMAEMA (1:1 i 1:3) te celuloze i MBA (5:1 i 2,5:1). Nanočestice srebra sintetizirane su iz otopine srebrova nitrata uz ekstrakt ružmarina pri sobnoj temperaturi. Hidrogelovi s nanočesticama srebra pripremljeni su na dva načina: a) bubrenjem hidrogelova u pripremljenoj suspenziji nanočestica srebra, b) bubrenjem hidrogelova u otopini srebrova nitrata.

Pripremljeni hidrogelovi karakterizirani su infracrvenom spektroskopijom kako bi se odredio udio metakrilatnog polimera u hidrogelu. Također, pripremljenim hidrogelovima određen je stupanj bubrenja u deioniziranoj vodi, dok je morfologija uzorka i prisutnost srebra određena pretražnom elektronskom mikroskopijom. Na temelju omjera vrpce pri 1724 i 897 cm^{-1} utvrđeno je da najveći udio PDMAEMA imaju hidrogelovi čija je reakcija polimerizacije trajala 5 h s omjerom celuloze i DMAEMA 1:1. Određivanjem stupnja bubrenja utvrđeno je da hidrogel s manjom količinom MBA bubri najviše (oko 500%), hidrogel s većom količinom MBA bubri otprilike 250%, dok celulozni hidrogel bubri otprilike 80%.



Slika 1. Hidrogel s omjerom celuloze i DMAEMA 1:1 i omjerom celuloze i MBA 5:1: a) vanjski dio sfere hidrogela, b) presjek sfere hidrogela.

Literatura:

- [1] C.Chang, L.Zhang: Cellulose-based hydrogels: Present status and application prospects – a review, Carbohydrate Polymers 84 (2011) 40-53
- [2] Y. Xu, S. Li, X. Yue, W. Lu: Nanosilver-cellulose antibacterials, BioResources 13(1) (2018) 2150-2170

ISPITIVANJE POLIMERNIH OVOJNICA ZA KONTROLIRANO OTPUŠTANJE AKTIVNE TVARI

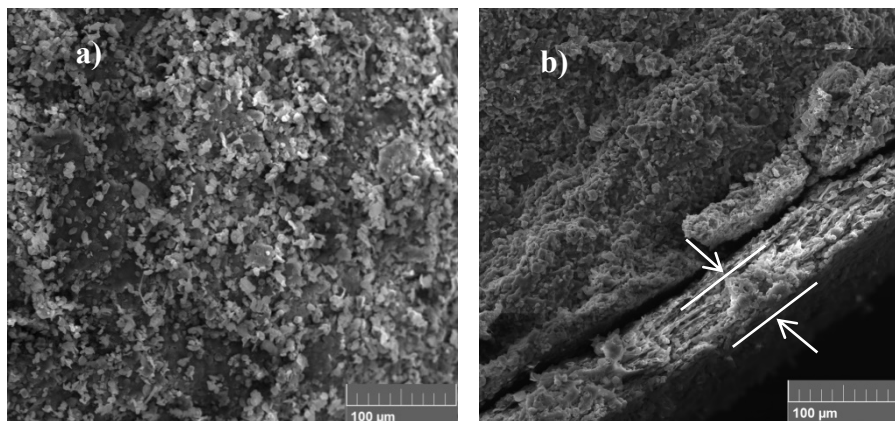
STUDY OF POLYMERIC ENVELOPES FOR CONTROLLED RELEASE OF ACTIVE COMPONENT

Igor Lukanović, Roko Blažić, Elvira Vidović

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19, 10000, Zagreb, Hrvatska,
ilukanovi@fkit.hr

Mineralna gnojiva osiguravaju hranjive tvari usjevima i pospešuju njihov rast te istovremeno igraju važnu ulogu u reguliranju pH i plodnosti tla. No, nekontrolirana uporaba mineralnih gnojiva može dovesti do neželjenih učinaka na biljake [1]. Zbog toga, posljednjih desetljeća sve se više pridaje važnost proizvodnji i uporabi gnojiva sa sporim ili kontroliranim otpuštanjem aktivne tvari. Upotreba takvog gnojiva osigurava povećan agronomski učinak, rezultira većim prinosima, poboljšanjem kvaliteta i izgleda usjeva te u konačnici uštedom radne snage [2]. Adsorpcija fosfora u biljkama je prilično niska, što predstavlja ozbiljan problem za rast usjeva, budući da fosfor ima najvažniju ulogu u korijenskom sustavu. Ovakav problem moguće je riješiti korištenjem gnojiva sa sporim ili kontroliranim otpuštanjem aktivne tvari koje se može pripremiti oblaganjem granula različitim polimernim materijalima koji smanjuju brzinu otapanja granula. Brzine otpuštanja i otapanja u vodi topljivih gnojiva ovise o vrsti materijala za oblaganje kao i debljini sloja. Celulozni acetat (CA) se pokazao kao najpogodniji polimerni materijal za oblaganje gnojiva zbog svoje biorazgradljivosti, netoksičnosti i niske cijene.

U ovom radu, komercijalno granulirano gnojivo NPK15-15-15 (Petrokemija d.d.) obloženo je otopinom CA u acetonu (2, 3 i 5 mas.% CA) u rotacijskom bubnju. Debljina polimernog sloja analizirana je pretražnom elektronskom mikroskopijom (SEM), dok je profil brzine otpuštanja fosfora analiziran UV-Vis spektroskopijom. Ustanovljeno je da koncentracija priređene otopine CA ne utječe na debljinu polimernog filma. Nakon 10 nanošenja debljina filma iznosila je oko 20 μm za sve koncentracije polimera (2, 3 i 5 mas.% CA). Međutim, SEM analiza pokazala je da je najkompaktniji polimerni film na površini granula dobiven uporabom otopine 3 mas.% CA. S povećanjem broja ciklusa nanošenja povećana je debljina polimernog filma što je rezultiralo produženim oslobađanjem fosfora iz obloženih granula gnojiva



Slika 1. Prikaz površine (a) i debljine polimernog filma (b) obložene granule gnojiva otopinom 3 mas.% CA nakon 10 ciklusa oblaganja

Literatura:

- [1] Liu, P., Tan, D., Xu, Y., Shen, Y., Liu, Z., Effects of fertilization methods of self-made wheat-specific controlled-release nitrogen fertilizer on fertilizer efficiencies, *Scientia Agricultura Sinica* **51** (2018) 3897-3908
- [2] Michalak, I., Witek-Krowiak, A., Chojnacka, K., Bhatnagar, A., Advances in biosorption of microelements - The starting point for the production of new agrochemicals, *Reviews in Inorganic Chemistry* **35** (2015) 115-13

SUPERKONDENZATORI TEMELJENI NA POLI(3,4-ETILENDIOKSITIOFEN) AKTIVNIM MATERIJALIMA

SUPERCAPACITORS BASED ON POLY(3,4-ETHYLENEDIOXYTHIOPHENE) ACTIVE MATERIALS

Nikola Vugrinec¹, Gabrijela Ljubek², Marijana Kraljić Roković¹

¹ Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19, 10000 Zagreb, Hrvatska, nikolavugrinec1@gmail.com, mkralj@fkit.hr

² Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Hrvatska, gabrijela.slavic@gmail.com

Poli(3,4-etilendiokstiofen) (PEDOT) je π -konjugirani vodljivi polimer koji je pogodan za primjenu u superkondenzatorima kao aktivni materijal. Razlog tome je njegova niska cijena, dobra električna provodnost i pseudokapacitivna svojstva. Dodatno poboljšanje pseudokapacitivnih svojstava moguće je postići ako se koristi kompozitni materijal vodljivi polimer/grafen. Prisustvo grafena u strukturi vodljivog polimera povećava elektronsku vodljivost i njegovu poroznost, čime je olakšana izmjena iona tijekom odvijanja redoks reakcije. [1]

Cilj ovog rada bila je ugradnja grafenova oksida (GO) u strukturu PEDOT sloja elektrokemijskim putem u prisustvo površinski aktivne tvari poli(4-stiren sulfonata) (PSS) ili natrijevog dodecil sulfata (SDS). Morfološka i strukturna svojstva slojeva priređenih uz i bez prisustva grafena određena su korištenjem pretražne elektronske mikroskopije i UV/Vis spektroskopije. Elektrokemijska svojstva slojeva određena su metodama cikličke voltometrije (CV) i elektrokemijske impedancijske spektroskopije (EIS) u 0,1 mol dm⁻³ KCl. Od pripremljenih materijala sastavljeni su simetrični superkondenzatori koji su ispitani CV i EIS metodama. Stabilnost superkondenzatora određena je punjenjem/praznjenjem superkondenzatora kod konstantne vrijednosti struje tijekom 1000 ciklusa.

[1] A. Österholm, T. Lindfors, J. Kauppila, P. Damlin, C. Kvarnström, *Electrochim. Acta* 83 (2012) 463-470.

ISTRAŽIVANJE RAZLIČITIH STABILIZATORA ASFALTENA KOJI SE PRIMJENJUJU U NAFTNOJ INDUSTRIJI

INVESTIGATION OF DIFFERENT ASPHALTENE STABILISATORS WHICH USED IN OIL INDUSTRY

Ljiljana Marinić Pajc¹, Lucija Konjević¹, Lucija Kurte¹, Darko Španić²

¹INA Centralni ispitni laboratorij, Lovinčićeva 4, 10 000, Zagreb, Hrvatska

²INA Istraživanje stijena i fluida, Lovinčićeva 4, 10 000, Zagreb, Hrvatska
ljiljana.marinic-pajc@ina.hr

Asfalteni su makromolekule koje predstavljaju najpolarnije i najkompleksnije sastavnice neke rafinerijske sirovine, poluprodukta odnosno produkta a sastoje se od poliaromatskih i policikličkih prstenova s kratkim alifatskim lancima i heteroatomima. Vrlo složena struktura asfaltena stoga utječe i na njihovo ponašanje uslijed promjena temperature, tlaka i sastava tijekom postupaka pridobivanja sirove nafte odnosno rafinerijske prerade što dovodi do njihove aglomeracije, taloženja i smanjenja stabilnosti.

Stabilizatori asfaltena koji se primjenjuju u naftnoj industriji uglavnom su spojevi na osnovi prirodnih ili sintetskih polimera a njihov mehanizam djelovanja sličan je ponašanju prirodnih smola koje imaju ulogu peptizacije i zadržavanje asfaltena u otopini. Učinkovitost pojedinog stabilizatora asfaltena uvelike ovisi o njegovim kemijskim i strukturnim svojstvima.

Postoje različite analitičke instrumentalne tehnike i metode koje se primjenjuju u naftnoj industriji za istraživanje učinkovitosti stabilizatora asfaltena odnosno predviđanje operativne stabilnosti rafinerijskih sirovina, poluprodukata i produkata. U ovom radu je provedeno istraživanje učinkovitost stabilizatora asfaltena dodatkom različitih koncentracija u nafte odnosno naftne mješavine primjenom optičkog mikroskopa i automatske taložne titracijske metode.

PRILIKE I NEPRILIKE ZA BIO-EKONOMIJU U RH
OPPORTUNITIES AND IMPROPERTIES FOR BIO-
ECONOMY IN CRO

Filip Miketa

Bio-Mi d.o.o., Put Brdo 15, 51 211 Matulji, Hrvatska, filip.miketa@bio-mi.eu

U ovom predavanju dat će se kratak pregled djelatnosti tvrtke Bio-Mi uključujući H2020 projekte koje Bio-Mi provodi. Nadalje, u prezentaciji će se osvrnuti na lakoću obavljanja projekata na EU razini te o velikim problemima unutar mogućnosti financiranja projekata u Hrvatskoj. Također, spomenut će se prednosti Hrvatske za razvoj bioekonomije, ali i prepreke koje postoje.

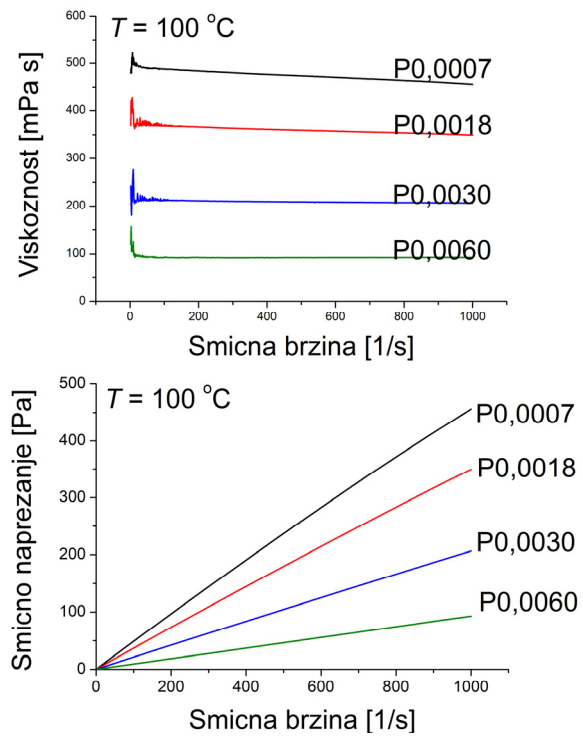
PRIPRAVA POLIMERNIH ADITIVA MAZIVIH ULJA KOPOLIMERIZACIJOM U BAZNOM ULJU

PREPARATION OF LUBRICATION OIL POLYMER ADDITIVES BY COPOLYMERIZATION IN BASE OIL

Mislav Mišetić, Fabio Faraguna, Ante Jukić

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu,
Marulićev trg 19, 10000 Zagreb, mmiseti@fkit.hr

Industrija mazivih ulja iz dana u dan suočava se s velikim izazovima u pogledu razvoja proizvoda koji moraju osigurati pravilno funkcioniranje uređaja, motora ili strojeva u teškim uvjetima tijekom dugog razdoblja rada. Tako je i stalna potreba za razvitkom aditiva koji imaju ulogu poboljšanja svojstava mazivih ulja, a među njima se posebno ističu polimerni aditivi. Zbog toga je provedena sinteza i karakterizacija poli(alkil-metakrilatnog) (PAMA) aditiva mazivih ulja. Sve reakcije kopolimerizacije provedene su u kotlastom reaktoru, pri temperaturi 95 °C i u atmosferi dušika, u SN-150 i Yubase 4 mineralnim baznim uljima te sintetskom PAO 4 baznom ulju. Iz tri monomera (stearil-metakrilat, lauril-metakrilat, metil-metakrilat) pripravljeno je ukupno 10 polimernih aditiva koristeći pri tome 70 mas. % otopinu tert-butil-peroksi-2-etilheksanoata kao inicijatora. Cilj rada je bio ustanoviti utjecaj prijenosnika rasta lančane reakcije (1-dodekantiol, udjeli 0,07, 0,18, 0,30, 0,60 mas. %) na raspodjelu molnih masa dobivenog polimera u raznim baznim uljima. Također je NMR spektroskopijom praćena i konverzija monomera u reakcijama kopolimerizacije. Karakterizacija dobivenih PAMA terpolimera uključila je GPC (kromatografija na propusnom gelu) analizu, refraktometrijsku analizu, NMR (nuklearna magnetska rezonancija) analizu, DSC (diferencijalna pretražna kalorimetrija) analizu te analizu reološkog ponašanja. Refraktometrijskom analizom utvrđeno je kako se konačan indeks refrakcije kod svih baznih ulja i svih udjela prijenosnika rasta lančane reakcije postiže već u 120-toj minuti (vrijeme reakcije je bilo 240 min). Obradom rezultata NMR analize za polimerizacijske šarže baznog ulja SN-150 zaključeno je kako se završna konverzija ne razlikuje značajno za različite udjele prijenosnika rasta lančane reakcije te da je vrlo visoka (za udio prijenosnika od 0,07 % konverzija 99,15 %, za udio 0,30 % konverzija 98,71 %). Analizom reoloških svojstava polimerizacijskih šarži u baznom ulju SN-150 pri 40 °C i 100 °C utvrđeno je kako se viskoznost smanjuje smanjenjem molekulske mase polimera (koncentracije prijenosnika) i rastom smične brzine (slika 1). Analizom toplinsko-kalorimetrijskih svojstava pomoću DSC metode ustanovljeno je da se entalpija kristalizacije polimerizacijskih šarži povećava smanjenjem molekulske mase polimera.



Slika 1. Ovisnost viskoznosti i smičnog naprezanja o smičnoj brzini pri 100 °C.

PRIPRAVA I KARAKTERIZACIJA POLIMERNIH NANOKOMPOZITA S CELULOZOM

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF POLYMER NANOCOMPOSITES WITH CELLULOSE

Kristijan Mrkalj, Fabio Faraguna, Ante Jukić

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu,
Trg Marka Marulića 19, 10000 Zagreb, Republika Hrvatska, kmrkalj@fkit.hr

U skladu sa sve većim naglaskom na zahtjeve zaštite okoliša, velika se pozornost posvećuje uporabi biomaterijala. Iz tog razloga, industrije širom svijeta razvijaju materijale koji se mogu komercijalno proizvesti iz obnovljivih sirovina, odnosno biomase. Tako je i celuloza kao najrašireniji prirodni polimer pridobila znatan interes istraživača zbog biorazgradivosti i obnovljivosti, te drugih obećavajućih svojstava. Sukladno navedenom, u zadnje vrijeme teži se promjeni sastava sintetskih polimera i materijala prema povećanju udjela obnovljivih ili biorazgradivih sastavnica. Kao jedno od mogućih rješenja su i polimerni kompoziti ojačani nanocelulozom za koje se smatra da mogu poslužiti u proizvodnji ploča, filmova, folija, ambalažnih materijala i slično. Kod većine materijala, izmjerena čvrstoća značajno je manja od one predviđene teorijom. Razlika se pripisuje postojanju mikroskopskih nesavršenosti, pukotina i ogrebotina koje su uvijek prisutne, kako na površini tako i u masi materijala, a koje uzrokuju koncentraciju naprezanja u svojoj neposrednoj blizini. Jedan od glavnih oblika nanoceluloze koja se primjenjuje kao punilo, celulozni nanokristali, predstavljaju kruta vlakna vrlo visoke kristalnosti, pa su stoga i posebno zanimljivi kao ojačavala za polimerne nanokompozite. Međutim, zbog polarnosti celuloze, takva ojačavala pogodna su samo za hidrofilne matrice. Tako, privlačne sile između polimetakrilata i nanoceluloze omogućuju njenu homogenu raspodjelu unutar matrice, pri čemu, ovisno o udjelu, vlakna nanoceluloze formiraju mreže koje smanjuju slobodu gibanja polimernih molekula pa posljedično rastu krutost i čvrstoća kompozita. U ovom su radu ispitani *ex situ* priređeni kompoziti nanoceluloze (1, 2,5 i 5 mas. %; 10-20 nm × 300-900 nm s udjelom kristalnosti od 92 %) s poli(metil-metakrilatom) (PMMA) i MMA/dimetilaminoetil-metakrilatnim kopolimerom (90/10 mol. %), gdje amino-skupina dodatno doprinosi polarnosti matrice. Rezultati DSC analize pokazali su trend povećanja staklišta do oko 10 °C za PMMA te do oko 20 °C za kopolimerne matrice s povećanjem udjela nanoceluloze. Navedeno se može pripisati već ranije spomenutim mrežama koje nanoceluloza formira unutar kompozita, a koje otežavaju gibanja segmenata makromolekula. Prema rezultatima mjerenja kontaktnog kuta s vodom može se uočiti trend njegova smanjenja i do 10° u odnosu na polazni homopolimer/kopolimer s povećanjem udjela celuloznih nanokristala što je posljedica povećanja polarnosti koju ta komponenta unosi u sustav.

PRIPRAVA I KARAKTERIZACIJA BIOKOMPOZITA NA OSNOVI POLILAKTIDNE KISELINE I BAKTERIJSKE NANOCELULOZE

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF BIOCOMPOSITE BASED ON POLYLACTIC ACID AND BACTERIAL NANOCELLULOSE

Nikolina Mrkonjić, Gordana Martinko, Emi Govorčin Bajsić

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19, 10000 Zagreb, Hrvatska,
e-mail: nmrkonjic@fkit.hr

Bakterijska nanoceluloza (BNC) je jedinstven i obećavajući prirodni materijal koji zbog svoje biokompatibilnosti, poroznosti, vlaknaste strukture i dobrih mehaničkih svojstava ima veliki potencijal za primjenu u biomedicini. Polilaktidna kiselina (PLA) svoje mjesto također pronalazi u medicini zbog svoje biorazgradivosti i netoksičnosti. Cilj ovog rada bio je pripremiti biokompozite miješanjem PLA, koja je hidrofobna i hidrofилne BNC. Provedena su ispitivanja u svrhu dobivanja PLA/BNC biokompozita kako bi se saznalo mogu li, kao nova vrsta materijala, pronaći svoje mjesto u biomedicini. Za karakterizaciju pripremljenog PLA/BNC biokompozita korištena je diferencijalna pretražna kalorimetrija (DSC), infracrvena spektroskopija FTIR-ATR, pretražna elektronska mikroskopija (SEM), metoda testa bubrenja i mjerenje kontaktnog kuta s vodom te test zasijavanja stanica. Na temelju navedenih ispitivanja zabilježene su promjene u strukturi i svojstvima tj. modifikacija svojstava PLA dodatkom BNC. DSC mjerenja pokazala su da dodatkom BNC u PLA dolazi do neznatnog pomaka T_g na više temperature što ukazuje na smanjenje pokretljivosti amorfne faze PLA dodatkom i smještanjem BNC u amorfnu fazu PLA. Dodatkom BNC dolazi do narušavanja kristalne strukture i smanjenja kristalnosti PLA/BNC biokompozita. Početak razgradnje pomaknut je na niže temperature u odnosu na čisti PLA što ukazuje na smanjenje toplinske stabilnosti PLA dodatkom BNC. Ovakvo ponašanje može se pripisati ranijem početku razgradnje BNC. Rezultati SEM analize za PLA/BNC biokompozit pokazuju poroznu, vlaknastu strukturu čemu je doprinijela struktura BNC. Na temelju provedenog testa zasijavanja stanica dobiveno je da je PLA/BNC biokompozit pogodan za prihvaćanje i rast humanih stanica, pa je prema tome potencijalno primjenjiv u regenerativnoj medicini i tkivnom inženjerstvu.

MIGRACIJA NANOPUNILA IZ POLI(3-HIDROKSIBUTIRAT)/MONTMORILONITNIH KOMPOZITA

MIGRATION OF THE NANOFILLER FROM POLY(3-HYDROXYBUTYRATE)/MONTMORILLONITE COMPOSITES

Sanja Perinović Jozić, Ana Mihovilović, Branka Andričić

Kemijsko-tehnološki fakultet, Ruđera Boškovića 35, 21000, Split, Hrvatska, sanja@ktf-split.hr

Poli(3-hidroksibutirat) (PHB) je biopolimer mikrobnog porijekla. Po kemijskom strukturi pripada skupini alifatskih poliestera te ima široku primjenu kod izrade vrećica, boca, folija itd. Polimerima, pa tako i PHB-u, često se dodaju sintetski ili prirodni anorganski ili organski materijali s ciljem poboljšavanja svojstva ili samo smanjenja troškova proizvodnje. Uporaba nanočestica odnosno nanopunila ima značajnu ulogu u poboljšavanju barijernih svojstava polimernih materijala. Najčešće korištena nanopunila su pločasta slojevita silikatna punila [1]. Velika prednost im je što su uglavnom prirodnog porijekla, a najpoznatiji je montmorilonit (Na⁺-MMT, MMT). Cilj ovog rada bio je pripremiti kompozite PHB/MMT na laboratorijskoj preši uz zagrijavanje te odrediti utjecaj simulanata hrane na migraciju nanopunila, zbog njegovog mogućeg utjecaja na ljudsko zdravlje. Kao simulanti hrane upotrijebljeni su destilirana voda, 3 %-tna otopina octene kiseline i 15 %-tna otopina etanola. Općenito, migracija nanopunila još uvijek nije dobro istražena, a naročito je važna kod ambalaže prehrambenih proizvoda. Postoje različite metode za kvantificiranje procesa migracije, a u ovom radu jedan od ciljeva bilo je pronalaženje nove metode. Migracija MMT-a, kao i njegova koncentracija, određivala se analizom otopina simulanata hrane nakon migracije pomoću spektroskopije u ultraljubičastom i vidljivom (UV/Vis) spektralnom području. Suspenzije različitih koncentracija MMT-a u simulantima hrane pokazuju apsorpcijski maksimum oko 242 nm te porast apsorpcije s povećanjem koncentracije MMT-a. Faktori korelacije baždarnih pravaca su iznad 0,96. Intenzitet uočenih apsorpcijskih vrpca otopina simulanata hrane nakon migracije povećava se s povećanjem udjela MMT-a u kompozitima izloženim simulantima hrane. Nove apsorpcijske vrpce na UV/Vis spektrima uzoraka otopina simulanata hrane nakon provedene migracije mogu biti odraz interakcija komponenata kompozita sa simulantima hrane, a produkt tih interakcija apsorbira u istraživanom spektralnom području ili pomiče apsorpcijsko područje MMT-a. Potrebne su daljnje analize. Diferencijalnom pretražnom kalorimetrijom (DSC) uočena je promjena toplinskih svojstava PHB-a u kompozitima pod utjecajem simulanata hrane.

[1] S. Pavlidou, C. D. Papaspyrides, Prog. Polym. Sci. 33 (2008) 1119–1198.

**ULTRAFILTRACIJA ALKILNIH ESTERA VIŠIH
MASNIH KISELINA POLIMERNIM MEMBRANAMA**

**ULTRAFILTRATION OF FATTY ACID ALKYL ESTERS
WITH POLYMER MEMBRANES**

Ivan Pucko, Luka Tomičak, Fabio Faraguna, Marko Racar, Krešimir
Košutić

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19, 10 000, Zagreb, Hrvatska,
ipucko@fkit.hr

U istraživanju je provedena ultrafiltracija smjese etilnih estera viših masnih kiselina te smjese butilnih estera viših masnih kiselina pomiješanih s alkoholom, uljem i glicerolom koje se koriste u pripravi biodizela. Esteri viših masnih kiselina (biodizel) sintetizirani su reakcijom transesterifikacije, a cilj je bio iz smjese, u kojoj se osim alkilnih estera viših masnih kiselina nalazi još glicerol, alkohol, katalizator i ulje, izdvojiti samo alkilne estere. Separacijska učinkovitost ultrafiltracije vezana je uz kemijski sastav materijala membrane i njezinu graničnu molekulsku masu (MWCO – eng. *Molecular weight cut-off*). Ispitane su tri vrste polimernih membrana – PT membrana od polietersulfona čiji je MWCO 5000 Da te poliamidne membrane GK s MWCO od 3000 Da i GH s MWCO od 2000 Da.

Kod pročišćavanja smjese s etilnim esterima viših masnih kiselina najbolja se pokazala PT membrana pri tlaku od 6×10^5 Pa koja je uklonila 38,3 % glicerola i 32,5 % etanola iz smjese. Pri ultrafiltraciji smjese s butilnim esterima viših masnih kiselina najboljom se pokazala PT membrana, ali pri nižem tlaku od 4×10^5 Pa, pri čemu se uklonilo iz smjese 52,9 % glicerola i 27,6 % butanola. Korištene membrane su se pokazale samo kao djelomično adekvatne za pročišćavanje ispitanih smjesa te bi daljnja istraživanja trebalo usmjeriti prema ispitivanju membrana od nekog drugog materijala ili pročišćavanja provesti sa smjesama s još manjim udjelima etanola i glicerola.

MATEMATIČKIM MODELIRANJEM DO OPTIMALNE FORMULACIJE PRI FUNKCIONALIZACIJI POLIMERA

MATHEMATICAL MODELLING – AN APPROACH TO OPTIMAL FORMULATION FOR POLYMER FUNCIONALIZATION

Iva Rezić¹, Maja Somogyi Škoc¹

¹Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet Prilaz baruna Filipovića 28a, 10 000
Zagreb, Hrvatska, iva.rezic@ttf.hr; maja.somogyi@ttf.hr

Sol-gel proces je izuzetno učinkovita metoda za funkcionalizaciju površine polimernih materijala. U ovom je radu prikazana pogodnost uporabe matematičkih modela prilikom određivanja optimalnih uvjeta procesa dobivanja prevlake za medicinske materijale koji služe kao flasteri, oblozi za rane ili medicinski tekstil. Postavljanjem matematičkih modela unutar programa Dizajn eksperimenta (State-Ease verzija 9.1) moguće je odrediti parametre koji utječu na proces modifikacije (brzina miješanja, temperatura, tlak, koncentracije reagenasa), ali i na konačni rezultat i željena funkcionalna svojstva modificiranih polimera (antimikrobnost, vodoodbojnost, pH površine i dr.). U ovom će radu stoga biti prikazane: *i*) metode obrade polimernih površina procesom dubokog uranjanja, *ii*) metode ispitivanja polimera prije i nakon modifikacije (skenirajući elektronski mikroskop s EDX detektorom, FTIR spektroskopija) te *iii*) metode statističke obrade podataka, modeliranja i optimiranja procesa funkcionalizacije polimera. Nadalje, bit će prikazani i dobiveni rezultati nakon modeliranja, optimiranja i provođenja eksperimenta - novi materijal visoke fleksibilnosti sa slojem smjese nanočestica izuzetno aktivnih antimikrobnih svojstava.

Reference:

- [1] I. Rezić, COAC, (ed.) M. Farre, D. Barcelo, Chennai: Elsevier, 2012, 235-264.
- [2] I. Rezić, Chem Monthly 142 (2011) 1219-1225
- [3] I. Rezić, Trends Anal Chem, 30 7 (2011) 1159 – 1167.

**KINETIČKA ANALIZA IZOTERMNE RAZGRADNJE
POLI(ETILEN-OKSIDA) MODIFICIRANOG FENIL
HEPTA IZOBUTIL POLIEDARSKIM OLIGOMERNIM
SILSESKVIOKSANIMA**

**KINETIC ANALYSIS OF ISOTHERMAL DEGRADATION
OF POLY(ETHYLENE OXIDE) MODIFIED BY PHENYL
HEPTA ISOBUTYL POLYHERDAL OLIGOMERIC
SILSESQUOXANES**

Nataša Stipanelov Vrandečić, Matko Erceg, Branka Andričić, Petra Čerdić

Kemijsko-tehnološki fakultet, Sveučilište u Splitu, R. Boškovića 25, 21 000 Split,
Hrvatska, nstip@ktf-split.hr,

Poliedarski oligomerni silseskvioksani (POSS) je naziv za skupinu nanočestica s općom formulom $(R\text{SiO}_{1.5})_n$ gdje R predstavlja atom vodika ili organsku funkcionalnu skupinu kao što su alkili, alkenili, akrilati, hidroksidi ili epoksidi. Struktura POSS-a može se opisati kao anorganska rešetka, sastavljena od atoma silicija i kisika u omjeru 2:3, na čije su vrhove kovalentnim vezama vezane organske funkcionalne skupine. Zahvaljujući organskim skupinama POSS je kompatibilan s većinom polimera te se može ugraditi u polimernu matricu kao nanopunilo u svrhu modifikacije određenih svojstava. Prednosti POSS-a su također njihova nehlapljivost, bez mirisa su i ekološki prihvatljivi.

U ovom radu uzorci poli(etilen-oksida) (PEO) modificiranog POSS nanočesticama pripremljeni su metodom taljenja. Opća formula POSS čestica je $R_7R'(SiO_{1.5})_8$, gdje je R izobutilna skupina a R' je fenilna ili monosupstituirana fenilna skupina. Supstituenti na fenilnoj skupini su metilna skupina, metoksi skupina, fluor ili klor. Istraživan je utjecaj POSS čestica na kinetiku izotermne razgradnje poli(etilen-oksida). Ovisnost aktivacijske energije o konverziji određena je izokonverzijskom metodom te je nađeno da dodatak POSS-a snižava aktivacijsku energiju u ranim fazama razgradnje. Kinetički triplet (aktivacijska energija, preeksponecijalni faktor i reakcijski model) izračunati su pomoću Netzsch Thermokinetics Professional programa za svaki uzorak i svaki razgradni stupanj.

UTJECAJ DODATKA TiO₂ NANOPUNILA NA SVOJSTVA POLIAKRILATNOG SUSTAVA

INFLUENCE OF TIO₂ NANOFILLER ON THE PROPERTIES OF POLYACRYLATE SYSTEMS

Ivana Šarić, Martina Zeljko, Sanja Lučić Blagojević

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19,
10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: slucic@fkit.hr

U ovom radu pripremljene su poliakrilatne (PAK) i PAK/TiO₂ emulzije *ex situ* i *in situ* emulzijskom polimerizacijom. TiO₂ anorganske čestice rutilnog oblika služe kao UV apsorbenti u nanokompozitnim materijalima. Količina dodanog punila je 1 mas.% te su korištene četiri različite vrste TiO₂ punila (dvije disperzije DN i DW i dva praškasta punila PN i PM PVP). Iz dobivenih emulzija pripremljeni su filmovi. U radu je ispitan utjecaj dodatka TiO₂ punila na svojstva PAK matrice, te razlike u svojstvima nanokompozita s obzirom na način pripreme. Karakterizacija emulzija bila je usmjerena na određivanje raspodjele veličina čestica, reoloških svojstava, a karakterizacija filmova na određivanje morfologije, toplinskih svojstava, toplinske stabilnosti te mehaničkih svojstava.

Rezultati raspodjele veličina čestica PAK i PAK/TiO₂ upućuju na bimodalnu i trimodalnu raspodjelu veličina čestica nanokompozita. Rotacijskim reometrom ispitivana su reološka svojstva PAK i PAK/TiO₂ nanokompozita te rezultati ukazuju da u *in situ* pripremljenim nanokompozitima dodatkom punila dolazi do povećanja viskoznosti, dok *ex situ* pripremljeni nanokompoziti pokazuju identičnu viskoznost kao PAK matrica. Morfologija PAK i PAK/TiO₂ nanokompozita određivana je optičkom polarizacijskom mikroskopijom i rezultati ukazuju da na morfologiju ne utječe način pripreme već priroda punila pa tako nanokompoziti s DW punilom pripremljeni *ex situ* i *in situ* načinom pripreme pokazuju dobru raspodjelu i dispergiranoost punila u PAK matrici. Temperatura staklastog prijelaza PAK i PAK/TiO₂ nanokompozita određivana je DSC analizom i rezultati upućuju da dodatak punila nema utjecaja na temperaturu staklastog prijelaza, zbog velike pokretljivosti PAK matrice. TGA analizom ispitivana je toplinska stabilnost PAK i PAK/TiO₂ nanokompozita te rezultati ukazuju da dodatak punila utječe na početak razgradnje odnosno povećava toplinsku stabilnost na početku razgradnje, dok u kasnijim fazama razgradnje dodatak punila smanjuje toplinsku stabilnost PAK matrice. Testom jednoosnog istezanja ispitivana su mehanička svojstva PAK i PAK/TiO₂ nanokompozita. Rezultati ispitivanja upućuju da kod *ex situ* pripremljenih nanosustava dodatak punila povećava prekidnu čvrstoću, a smanjuje prekidno istezanje i sekantni modul.

**STRUKTURA I SVOJSTVA KOMPOZITA
POLIAMIDA I TITANIJEVOG DIOKSIDA**

**STRUCTURE AND PROPERTIES OF POLYAMIDE AND
TITANIUM DIOXIDE COMPOSITES**

Domagoj Šubarić, Andrea Lončarević, Sanja Lučić Blagojević

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19,
10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: slucic@fkit.hr

Cilj ovog rada je istražiti utjecaj dodatka nanočestica TiO_2 na toplinska svojstva, toplinsku stabilnost, toplinsku vodljivost i mehanička svojstva poliamida PA 2200. PA 2200 ekstenzivno se koristi u 3D tiskanju te se pri ovom istraživanju koristi otpadni polimer nakon procesa 3D tiskanja aditivnom tehnologijom kako bi se istražila mogućnost njegove daljnje primjene.

U ovom radu ispitan je utjecaj dodatka TiO_2 nanočestica u rasponu masenih udjela od 1 do 5% na strukturu i svojstva polimerne poliamidne PA 2200 matrice. Polimerni nanokompoziti pripremljeni su postupkom iz taline koristeći Brabender gnjetilicu te hidrauličku prešu Fontune. Karakterizacija uzoraka provedena je diferencijalnom pretražnom kalorimetrijom (DSC), termogravimetrijskom analizom (TGA), metodom istoosnog istezanja te je određena toplinska vodljivost THB metodom.

DSC analiza pokazuje kako TiO_2 nanopunila poboljšavaju kristalizaciju polimerne matrice na način da povisuju temperature kristalizacije odnosno djeluju kao nukleacijski centri. TiO_2 punila također pospješuju stvaranje stabilnijih i uređenijih kristalnih struktura.

TGA analizom dokazano je da dodatak TiO_2 nanopunila povećava temperaturu početka razgradnje PA matrice odnosno poboljšava toplinsku stabilnost PA matrice.

Ispitivanjem mehaničkih svojstava uzoraka istoosnim istezanjem vidljivo je kako dodatkom nanopunila dolazi do smanjenja modula te neznatnih promjena čvrstoće i istezanja u točki popuštanja u odnosu na čistu polimernu matricu.

Dodatak TiO_2 nanočestica povećava vrijednosti toplinske vodljivosti nanokompozita u odnosu na čistu polimernu matricu.

ISTRAŽIVANJE POLIMERNIH KOMPOZITA ESR SPEKTROSKOPIJOM

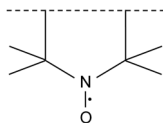
INVESTIGATION OF POLYMER COMPOSITES BY ESR SPECTROSCOPY

Srećko Valić^{1,2}, Damir Klepac², Tatjana Antonić Jelić¹

¹Institut „Ruđer Bošković“, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb, Hrvatska, valic@irb.hr

²Medicinski fakultet, Braće Brancetta 20, 51000 Rijeka, Hrvatska, svalic@uniri.hr

Elektronska spinska rezonancija (ESR), stariji naziv elektronska paramagnetska rezonancija (EPR), je spektroskopska tehnika koja može detektirati paramagnetske centre (slobodne nesparene elektrone). Većina polimera i polimernih kompozita ne posjeduju intrinzični paramagnetizam i stoga ne daju ESR signal. Uvođenjem stabilnih slobodnih radikala u matricu moguće je primijeniti ovu tehniku u proučavanju kompozitnih polimernih materijala. Kao nositelji paramagnetskih centara najčešće se koriste stabilni slobodni nitroksidni radikali koji se mogu prikazati općom formulom:



Postoje dva uobičajena načina primjene nitroksidnih radikala: (i) oni se mogu kovalentno vezati na polimerne lance ili (ii) mehanički (difuzijom) ugraditi u polimernu (ili kompozitnu) matricu. Prva se metoda naziva spinska oznaka, a druga spinska proba. Tijekom izlaganja bit će istaknute prednosti i nedostaci obje metode. Ove metode daju mogućnost proučavanja lokalnih gibanja segmenata polimernih lanaca te posebno utjecaj čestica punila na dinamiku segmenata. Analiza ESR spektra nitroksidnih radikala koji difundiraju kompozitnom polimernom matricom omogućuje određivanje dinamičke (ne)homogenosti matrice i izračunavanje udjela brze i spore komponente. Budući da dinamika segmenta igra važnu ulogu u određivanju mehaničkih svojstava materijala, podaci dobiveni ESR spektroskopijom važni su za praktičnu primjenu.

Prikazani će biti rezultati nekoliko različitih vrsta kompozita i to interpenetrirajućih polimernih mreža i elastomera s različitim punilima. Stvaranje vakuola na površini punila u slučaju slabe interakcije matrica-punilo bit će posebno diskutirano. Uz to, pokazat će se kako se ESR spektroskopija može upotrijebiti kao nova metoda za analizu sinergije između dva različita nanopunila dispergirana u matrici elastomera.

[1] S. Valić, in *Rubber Nanocomposites: Preparation, Properties and Applications*, S. Thomas, R. Stephen (Eds), John Wiley & Sons, Singapore, 2010, p. 391-405.

[2] M. Petković Didović, D. Klepac, A.P. Meera, S. Thomas, S. Valić, *J. Appl. Polym. Sci.* 134 (2017) 44776-44788.

[3] A. Ivanoska-Dacikj, G. Bogoeva-Gaceva, S. Valić, *Polym. Test.* 73 (2019) 293-299.

STATUS KOMPOSTABILNIH POLIMERA UNUTAR EU STRATEGIJE ZA PLASTIKU: POSEBAN OSVRT NA JUGOZAPADNU EUROPU

POSITIONING OF COMPOSTABLE POLYMERS WITHIN THE PLASTIC STRATEGY: SPECIAL OUTLOOK ON SOUTHERN EUROPE

Marco Versari

Novamont, Via G. Fauser 8, 28100 Novara, Italy, marco.versari@novamont.com

The new directive on Single Use Plastics (SUP) highlights the difference between biodegradable plastics and traditional plastics, by including a specific definition that describes the biodegradation process and the related European standard on Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation. Member States have all the tools to implement the provisions of the SUP Directive taking into account the individual national contexts and related waste management systems, and also considering that the Waste Framework Directive set the separate collection of organics waste to be mandatory throughout Europe by 2023, recognizing the role of compostable materials in driving more efficient organic waste collection schemes.

The pioneering activities on biodegradable products and their value-chain in Italy are becoming a powerful case study of relevant dimensions that can confirm the key role that compostable and biodegradable plastics can play in improving the quality of organic waste collected, reducing the possibilities of pollution of agricultural soils and avoiding the accumulation of harmful substances in solid and liquid streams, decreasing at the same time the total share of single-use bags placed on the market.

Another scenario seems favorable for the positioning of compostable polymers, paving the way for new development possibilities in many application sectors: in fact last January the ECHA made available the dossier, compliant with Annex XV of the REACH Regulation, containing the restriction proposal for microplastics intentionally added in products of any kind. The definitions of microplastics exclude polymers naturally occurring and not chemically modified (with the exception of hydrolysis) and the (bio) degradable polymers according to the interim criteria of the Appendix X. Also in this context Italy presents successful case studies related to ingredients for cosmetics, "readily biodegradable" in accordance with OECD.

RASPOLOŽIVA FINANCIJSKA SREDSTVA KROZ NACIONALNE I EU FONDOVE

AVAILABLE FINANCIAL RESOURCES THROUGH NATIONAL AND EU FUNDS

Franjo Vukić

¹Hrvatska gospodarska komora, Rooseveltov trg 2, 10000 Zagreb, Hrvatska, fvukic@hgk.hr

Kroz kratku prezentaciju biti će predstavljene mogućnosti sufinanciranja poduzetničkih projekata putem EU sredstava. Na početku ćemo se općenito osvrnuti na EU fondove i ono što se nudi hrvatskim poduzetnicima dok će se kasnije tijekom prezentacije predstaviti trenutno otvoreni natječaji na koje se hrvatski poduzetnici mogu prijaviti sa svojim projektima te putem kojih mogu dobiti bespovratna sredstva, bilo istraživačkim projektima ili onima orijentiranim na izvoz i povećanje proizvodnje. Također, kroz prezentaciju će biti predstavljeni financijski instrumenti koji su na raspolaganju, a koji su u javnosti manje poznati od bespovratnih sredstava ali su također EU sredstva i nude mnoge mogućnosti poduzetnicima.

KAKO MIKROBI RAZGRAĐUJU PLASTIKU?

HOW MICROBES CAN DEGRADE PLASTIC?

Marija Vuković Domanovac¹, Zvezdana Findrik Blažević¹,
Dajana Kučić Grgić¹, Monika Šabić Runjavec¹, Tomislav Domanovac²

¹Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Marulićev trg 19,
HR-10000, Zagreb, Hrvatska, mvukovic@fkit.hr

²IPZ Uniprojekt TERRA, Voćarska cesta 68, HR-10000, Zagreb, Hrvatska

With the rapid modernization and development of human society, there has been a very sharp increase in the demand of plastic-based products. Plastic is one of the most vital man-made products that has been produced in huge quantity and is used widely for different purposes in our everyday life [1]. Question may arise why nonbiodegradable plastics are not degradable and why biodegradables are degradable?

Microbial/biochemical degradation is a new concept in which some live microorganisms are used, which produces some biologically active enzymes to degrade the polymers, and these microorganisms use these polymers as carbon and energy sources. Microorganisms such as bacteria and fungi are involved in the degradation of plastics.

The biological degradation of polymeric substances is a complex process involving several subsequent steps induced by the action of enzymes. During degradation, enzymes from microorganisms break down complex polymers yielding short chains or smaller molecules that are smaller enough to pass the semipermeable outer bacterial membranes and then to be utilized as carbon and energy sources [2]. This initial process of polymer breaking down is called depolymerization and the degradative pathways are often determined by the environmental conditions. The most important type of enzymatic polymer cleavage reaction is hydrolysis.

Generally, the biological degradation of polymeric substances is influenced by the presence of enzymes and microorganisms, biotic availability of the polymeric structure and appropriate abiotic factors.

[1] S. K. Ghosh, S. Pal, S. Ray. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 20 (2013) 4339-4355.

[2] R. Chandra, *Environmental Waste Management*, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2015.

POPIS SUDIONIKA SIMPOZIJA

Prezime, Ime	Ustanova	e-pošta
Ademović, Zahida	Tehnološki fakultet, Univerzitet u Tuzli	zahida.ademovic@untz.ba
Andričić, Branka	KTF	branka@ktf-split.hr
Banožić, Benjamin	FKIT	banozic.benjamin@gmail.com
Bertović, Katarina	PMF	katarina.bertovic@chem.pmf.hr
Blažeković, Zdenko	HDKI	kui@hdki.hr
Blažić, Roko	FKIT	rblazic@fkit.hr
Brkić, Filip	Bio-mi (Mi-plastika)	filip.brkic@bio-mi.eu
Božić, Andrea	SAPONIA	Andrea.Bozic@saponia.hr
Bule, Kristina	FKIT	kbule@fkit.hr
Car, Filip	FKIT	fcar@fkit.hr
Cesarec, Jurja	Rotoplast	jurja.cesarec@rotoplast.hr
Crnjak Thavenet, Andrina	Ministarstvo zaštite okoliša i energetike	Andrina.CrnjakThavenet@mzoe.hr
Ćović Knezović, Ivana	INA	Ivana.Covic-Knezovic@ina.hr
Domanovac, Tomislav	IPZ Uniprojekt TERRA	tomislav@ipz-uniprojekt.hr
Erceg, Ana	INA	ana.erceg-kuzmic@ina.hr
Erceg, Matko	KTF	merceg@ktf-split.hr
Faraguna, Fabio	FKIT	ffaragun@fkit.hr
Florjanić, Renata	HGK	rflorjanic@hgk.hr
Gabelica Marković, Vesna	FKIT	vesnagm@fkit.hr
Galić, Kata	PBF	kgalic@pbf.hr
Gilja, Vanja	FKIT	vgilja@fkit.hr
Govorčin Bajsić, Emi	FKIT	egovor@fkit.hr
Gracin, Damjan	FKIT	dgracin@fkit.hr

Harambašić, Antonija	KEFO	antonija.harambasic@kefo.hr
Hrnjak-Murgić, Zlata	FKIT	zhrnjak@fkit.hr
Jukić, Ante	FKIT	ajukic@fkit.hr
Jukić Jakovljević, Dubravka	SAPONIA	dubravka.jukic@saponia.hr
Katančić, Zvonimir	FKIT	katancic@fkit.hr
Kazalac, Ana	KOBIS	ana.kazalac@kobis.hr
Klačić, Tin	PMF	tklacic@chem.pmf.hr
Kovačević, Davor	PMF	davor.kovacevic@chem.pmf.hr
Kraljić Roković, Marijana	FKIT	mkralj@fkit.hr
Kratofil Krehula, Ljerka	FKIT	krehula@fkit.hr
Kremer, Irma	FSB	Irma.Kremer@fsb.hr
Kučić Grgić, Dajana	FKIT	dkucic@fkit.hr
Kurek, Mia	PBF	mkurek@pbf.hr
Kušmić, Vedrana	ARNIKA	arnika@zg.t-com.hr
Lenac, Katarina	FKIT	klenac@fkit.hr
Leskovar, Monika	FKIT	mleskovar@fkit.hr
Lončarević, Andrea	FKIT	aloncarev@fkit.hr
Lučić Blagojević, Sanja	FKIT	slucic@fkit.hr
Lukanović, Igor	FKIT	ilukanovi@fkit.hr
Ljubek, Gabrijela	RGF	gabrijela.ljubek@oblak.rgn.hr
Macan, Jelena	FKIT	jmacan@fkit.hr

Marinić-Pajc, Ljiljana	INA	ljiljana.marinic-pajc@ina.hr
Martinko, Gordana	FKIT	gmartinko@fkit.hr
Matal, Antonija	FKIT	amatal@fkit.hr
Mauković, Uroš	ALUFLEXPACK	Uros.Maukovic@aluflexpack.com
Miketa, Filip	Bio-Mi	filip.miketa@bio-mi.eu
Miloloža, Martina	FKIT	miloloza@fkit.hr
Mišetić, Mislav	FKIT	mislav.misetiic@gmail.com
Mrkalj, Kristijan	FKIT	kmrkalj@fkit.hr
Mrkonjić, Nikolina	FKIT	nmrkonjic@fkit.hr
Nikolić, Zdravko	ECOCONSULT	znikolic@ecoconsult.hr
Očelić Bulatović, Vesna	Metalurški fakultet	vocelicbu@simet.hr
Pehnec Pavlović, Gordana	HGK	gpehnec@hgk.hr
Perinović Jozić, Sanja	KTF	sanja@ktf-split.hr
Pipunić, Mario	FKIT	mpipunic@fkit.hr
Plazonić, Ivana	Grafički fakultet	idermano@grf.hr
Pokršćanski Landeka Mirta	Ministarstvo gospodarstva,	Mirta.PokrscanskiLandeka@mingo.hr
Prelog, Martina	Bio-Mi	martina.perlog@bio-mi.eu
Prodanović, Predrag	ALUFLEXPACK	Predrag.Prodanovic@aluflexpack.com
Pucko, Ivan	FKIT	ipucko@fkit.hr
Radović, Sanja	Ministarstvo zaštite okoliša i energetike	Sanja.Radovic@mzoe.hr
Radin, Edi	FKIT	eradin@fkit.hr
Rezić, Iva	Tekstilno-tehnološki fakultet	iva.rezic@ttf.hr
Rendulić, Marijana	FKIT	mare_perkovic@hotmail.com
Sacher, Josip	FKIT	josip.sacher@gmail.com

Sigurnjak, Marija	FKIT	marijas@fkit.hr
Somogyi Škoc, Maja	TTF	maja.somogyi@ttf.hr
Stipanelov Vrandečić, Nataša	KTF	nstip@ktf-split.hr
Šabić Runjavec, Monika	FKIT	msabic@fkit.hr
Šarić, Ivana	FKIT	saricivana2312@gmail.com
Špehar, Ana	AGROPROTEINKA	Ana@agroproteinka.hr
Šubarić, Domagoj	FKIT	
Tomić, Tihomir	FSB	Tihomir.Tomic@fsb.hr
Tolić, Ana	FKIT	atolic@fkit.hr
Tomerlin, Renata	Podravka	renata.tomerlin@podravka.hr
Valić, Srećko	IRB	valic@irb.hr
Versari, Marco	Novamont	marco.versari@novamont.com
Vidović, Elvira	FKIT	evidov@fkit.hr
Vidaković, Marijana	FKIT	mvidak@fkit.hr
Vrsaljko, Domagoj	FKIT	dvrsal@fkit.hr
Vuković Domanovac, Marija	FKIT	mvukovic@fkit.hr
Vučetić, Matea	FKIT	mateavuceti@gmail.com
Vukić, Franjo	HGK	fvukic@hgk.hr
Zadro, Karla	FKIT	kzadro@fkit.hr
Zanoški Hren, Marijana	Ministarstvo zaštite okoliša i energetike	marijana.zanoskihren@mzoe.hr
Zeljko, Martina	FKIT	martinazeljko7@gmail.com

SPONZORI / SPONSORS



AGROPROTEINKA





IZDAVAČ | *Published by:*

Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa
2019.