

**Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa
Studentska sekcija HDKI-ja
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Sveučilišta u Zagrebu**



STUDENTSKI KONGRES O ODRŽIVOJ KEMIJI I INŽENJERSTVU

Knjiga sažetaka

Zagreb, 1. travnja 2023.

Izdavač

Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa (HDKI)

Za izdavača

Tomislav Bolanča

Urednice

Matea Bajo

Lana Crnac

Tekst pripremili

AUTORI, koji su odgovorni za tekst sažetaka

Grafička priprema

Matea Bajo

Lana Crnac

Antonia Škarica

ISBN: 978-953-6894-83-3

ORGANIZATOR

Studentska sekcija Hrvatskoga društva kemijskih inženjera i tehnologa (SSHDKI)

ORGANIZACIJA

Dora Mendaš, predsjednica Organizacijskog odbora
Antonia Škarica, predsjednica Studentske sekcije HDKI
Barbara Arambašić
Matea Bajo
Jelena Barač
Martina Batur
Antonija Bikić
Ivana Bošnjak
Lana Crnac
Paulina Kafadar
Antonija Karakaš
Tamara Kopunić
Rafaela Kovačević
Matija Krvavica
Marija Kuštro
Dora Ljubičić
Dora Lovrenčić
Adriana Mamlić
Mateja Novak
Tara Pavlinušić Dominković
Petra Plavčić
Karla Plenča
Kristina Podnar
Karla Radak
Lea Raos
Ana Šket
Dubravka Tavra
Adriana Tičić
Samanta Tomičić
Ivana Vidaković
Jurja Vukovinski
Petra Vukovinski
Nikolina Zekić
Ana Žitković

SPONZORI

Ru-Ve d.o.o.

Pliva d.o.o.

Xellia d.o.o.

DONATORI

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije

Cute Zagreb d.o.o.

Eurocom d.o.o.

Anamarija company d.o.o.

Atlantic Grupa d.d.

Zagrebačke pekare Klara d.d.

Stanić Beverages d.o.o.

Vinarija Dragun

OPG Tavra

Riječ predsjednice Organizacijskog odbora

Dobro jutro svima i dobrodošli na današnji kongres posvećen temi održivosti u kemiji i inženjerstvu.

Inspiracija za ovakav projekt došla je zbog velikog (negativnog) ljudskog utjecaja na naš okoliš pa i nas same, a kako bismo došli do inovativnih rješenja za ovaj problem, moramo raditi zajedno.

Kemija i inženjerstvo imaju ključnu ulogu u stvaranju održive budućnosti stvaranjem novih materijala, proizvoda i procesa koji su ekološki prihvatljivi, netoksični i u idealnom slučaju, obnovljivi.

Uzbuđena sam što su naši cijenjeni predavači danas ovdje kako bi podijelili svoje znanje i iskustvo o ovoj važnoj temi i čiji će uvidi i perspektive biti neprocjenjivi u našem usmjeravanju prema održivijoj budućnosti.

Studente potičem da se angažiraju s našim predavačima znanstvenicima i inženjerima i iskoriste ovu priliku za širenje znanja o dostignućima i izazovima u održivosti u kemiji i inženjerstvu.

Hvala svima što ste nam se danas pridružili i nadam se da ćete uživati u konferenciji.

Dora Mendaš,
Predsjednica Organizacijskog odbora Studentskog kongresa o održivoj kemiji i inženjerstvu

Riječ predsjednice Studentske sekcije HDKI-ja

Poštovani,

iznimno mi je zadovoljstvo predstaviti Vam novi projekt Studentske sekcije Hrvatskoga društva kemijskih inženjera i tehnologa „Studentski kongres o održivoj kemiji i inženjerstvu“, prvi studentski kongres ovakve tematike u čijoj su organizaciji vrijedno sudjelovali studenti i studentice Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije, koji, uz brojne fakultetske obveze, sudjeluju u radu Studentske sekcije HDKI-ja.

Studentska sekcija Hrvatskoga društva kemijskih inženjera i tehnologa osnovana je 2017. godine na inicijativu tadašnjih studenata Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije te je kao takva i dan danas prva i jedina sekcija studenata kemijskog inženjerstva, ne samo u Republici Hrvatskoj, već i u Europi. Na samom početku Studentska sekcija imala je pet članova, dok danas broji šezdeset sedam članova koji vrijedno rade u osmišljanju i provedbi brojnih projekata u svrhu popularizacije znanosti, posebice kemije i kemijskog inženjerstva. Naš znanstveno-popularni časopis „Reaktor ideja“ čitan je na pet kontinenata, priznat je kao posebno vrijedno djelo za promicanje znanosti među mladima i širom javnosti te ima potporu Ministarstva znanosti i obrazovanja. Uz „Reaktor ideja“ naš najveći projekt su „Boje inženjerstva“ u kojem studenti, putujući Republikom Hrvatskom, ulaze u osnovne i srednje škole te svojim eksperimentima mlađim generacijama pokazuju znanost na zabavan i pristupačan način.

Od samog osnutka Studentska sekcija HDKI-ja uspješno je provela više od trideset projekata, od kojih su „Reaktor ideja“, „Boje inženjerstva“ te „The First Conference of European Clean Energy Transition“ nagrađeni Rektorovim nagradama u kategoriji „Nagrada za društveno koristan rad u akademskoj i široj zajednici“, pri čemu su „Boje inženjerstva“ zavrijedile i Dekanovu nagradu. Svakim projektom Sekcija nastoji poticati interdisciplinarnost, pri čemu bih izdvojila iznimno uspješne kongrese: „Studentski kongres o HIV-u“ te „Studentski kongres o karcinomu“, u kojima smo dokazali da međusobna suradnja stručnjaka raznih područja dovodi do veće svijesti i uspješnog otkrivanja i liječenja navedenih bolesti. Dodatno, uslijed sve očitijih klimatskih promjena, organizirali smo „Charging ahead“, „Waste to energy“ te „The First Conference of European Clean Energy Transition“ u *online* okruženju, uslijed kojih je Studentska sekcija bila prepoznata izvan granica Republike Hrvatske.

Budući da su članovi Sekcije studenti i studentice Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije, gdje u brojnim kolegijima uče o održivosti i zaštiti okoliša, pojavila se potreba za organizacijom skupa koji će okupiti stručnjake iz područja znanosti i industrije koji svojim radom otkrivaju „čišće“ procese. Tako se stvorila ideja o „Studentskom kongresu o održivoj kemiji i inženjerstvu“ koji se održava u mjesecu travnju, mjesecu u kojem se obilježava Dan planeta Zemlje.

Veliko mi je zadovoljstvo biti dijelom ovog projekta te iskreno zahvaljujem Organizacijskom odboru na organizaciji i svima Vama koji podupirete rad Studentske sekcije Hrvatskoga društva kemijskog inženjerstva i tehnologije. Nadam se da će ovaj projekt potaknuti brojne druge studentske sekcije i udruge na organizaciju sličnih skupova, kako bismo zaista napravili promjenu u svijetu te očuvali Zemlju za buduće generacije.

Na kraju, ovim putem bih zahvalila i svim sponzorima i donatorima koji su omogućili provedbu našeg projekta.

Antonia Škarica,
Predsjednica Studentske sekcije Hrvatskog društva kemijskih inženjera i tehnologa

PROGRAM KONGRESA

8:30 - 9:00	REGISTRACIJA
9:00 - 9:15	UVODNA RIJEČ Predavaonica Vladimira Preloga (MKV-20)
9:15 - 10:00	dr. sc. Krunoslav Užarević Mljevenjem do naprednih poroznih materijala
10:00 - 10:30	doc. dr. sc. Anita Šalić Razvoj prenosivog mikrostrukturiranog postrojenja za proizvodnju biodizela
10:30 - 11:00	mr. sc. Krunoslav Pilko, dipl. oec. INDUSTRIJA 4.0 - Izazovi i prilike
11:00 - 11:20	PAUZA ZA KAVU Klub nastavnika
11:20 - 12:05	dr. sc. Robert Vianello Zeleno, zelenije, u računalu! Uloga računalnih metoda u kemiji
12:05 - 12:35	dr. sc. Ivana Brekalo Mehanokemijom do čišće znanosti i boljeg života
12:35 - 13:05	dr. sc. Maja Fabulić Ruszkowski Pirolitičko ulje u gorivo
13:05 - 13:50	RUČAK Klub nastavnika
13:50 - 14:50	PANEL RASPRAVA
14:50 - 15:35	izv. prof. dr. sc. Dajana Kučić Grgić Mikrobna proizvodnja biorazgradive plastike iz agroindustrijskog otpada
15:35 - 16:15	Zvonimir Jukić, mag. ing. cheming. Kako pokrenuti posao i kreirati održivi poslovni model u sektoru gospodarenja otpadom?
16:15 - 16:30	Marijana Krakan, univ. bacc. ing. aedif. Održivost u građevinarstvu - utjecaj kemije na tehnologiju materijala
16:30 - 17:30	POSTER SEKCIJA MKM-20
17:30 - 17:45	ZAVRŠNA RIJEČ I PROGLAŠENJE POBJEDNIKA POSTER SEKCIJE

SADRŽAJ

PLENARNA PREDAVANJA

PL 1	Mljevenjem do naprednih poroznih materijala dr. sc. Krunoslav Užarević	12
PL 2	Zeleno, zelenije, u računalu! Uloga računalnih metoda u kemiji dr. sc. Robert Vianello	13
PL 3	Mikrobna proizvodnja biorazgradive plastike iz agroindustrijskog otpada izv. prof. dr. sc. Dajana Kučić Grgić	14

POZVANA IZLAGANJA

PP1	Razvoj prenosivog mikrostrukturiranog postrojenja za proizvodnju biodizela doc. dr. sc. Anita Šalić	16
PP2	Mehanokemijom do čišće znanosti i boljeg života dr. sc. Ivana Brekalo	17
PP3	Pirolitičko ulje u gorivo dr. sc. Maja Fabulić Ruszkowski	18
PP4	INDUSTRIJA 4.0 - Izazovi i prilike mr. sc. Krunoslav Pilko, dipl. oec.	19
PP5	Kako pokrenuti posao i kreirati održivi poslovni model u sektoru gospodarenja otpadom? Zvonimir Jukić, mag. ing. cheming.	20
PP6	Održivost u građevinarstvu - utjecaj kemije na tehnologiju materijala Marijana Krakan, univ. bacc. ing. aedif.	21

POSTERSKA IZLAGANJA

P1	Predicting pKa values of organic pollutants using density functional theory Dora Katarina Kovač, Andrea Pleić, Anamarija Pulitika, Marin Kovačić, Ana Lončarić Božić	23
P2	Ispitivanje utjecaja višekratnog recikliranja na strukturu polipropilena i nastanak mikroplastike Marta Pinčić, Marija Berečić, Pamela Bubaš, Josipa Papac Zjačić, Zlata Hrnjak-Murgić	24
P3	Citrusi kao prirodni kiselo-bazni indikatori Paula Prebeg, Ana Amić	25
P4	Primjena punog faktorskog plana i metode odzivnih površina pri ispitivanju biorazgradnje polistirena bakterijskom kulturom <i>Delftia acidovorans</i> Katarina Zovko, Martina Miloloža, Dajana Kučić Grgić	26
P5	Tretman biokompatibilnih polielektrolitnih nanofilmova otopinom soli Antun Habajec, Juraj Nikolić, Tin Klačić, Davor Kovačević	27
P6	Ispitivanje primjene tise, <i>Taxus baccata L.</i>, kao kiselo-baznog indikatora Tatjana Gajić, Ana Amić	28
P7	Ispitivanje biorazgradljivosti papira s celuloznom pulpom slame žitarica Lucija Dubravac, Martina Miloloža, Ivana Plazonić, Irena Bates, Maja Rudolf, Dajana Kučić Grgić	29
P8	Poboljšanje bioremedijacije otpadne vode bioaugmentacijom Mirela Volf, Ivana Terzić, Monika Šabić Runjavec, Marija Vuković Domanovac	30
P9	Biorazgradnja poli(vinil-klorida) primjenom gram-pozitivne bakterije Luka Očić, Martina Miloloža, Dajana Kučić Grgić	31
P10	Primjena prirodnih materijala u razvoju nosivih (bio)kemijskih senzora Rafaela Kovačević, Marlena Grbić, Ivana Murković Steinberg	32
P11	Ispitivanje primjene voća kao alternativnog pH indikatora Antonela Knežević, Ana Amić	33
P12	Utjecaj vrste biokompatibilnog polianiona na svojstva polielektrolitnih višeslojeva s kitozanom Ana Ivančić, Juraj Nikolić, Davor Kovačević	34
P13	Provedba ekotoksikoloških studija za ispitivanje azitromicina i 4-(2-(4-(6-chloro-1<i>H</i>-benzo[d]imidazol-2-il)fenoksi)etil)morfolina Karlo Grgurević, Leona Kuzmić, Leonora Rivić, Ivana Sokol, Martina Miloloža, Dajana Kučić Grgić	35
P14	Primjena crne bazge kao prirodnog kiselo-baznog indikatora Ladislava Laszlo, Monika Rubil, Ana Amić	36
P15	Primjena ploda brusnice kao kiselo-baznog indikatora Monika Rubil, Ladislava Laszlo, Ana Amić	37
P16	Karakterizacija polielektrolitnih nanofilmova baziranih na biokompatibilnim derivatima prirodnih polielektrolita Stipe Blažević, Mia Mesić, Juraj Nikolić, Davor Kovačević	38

PLENARNA IZLAGANJA

Mljevenjem do naprednih poroznih materijala

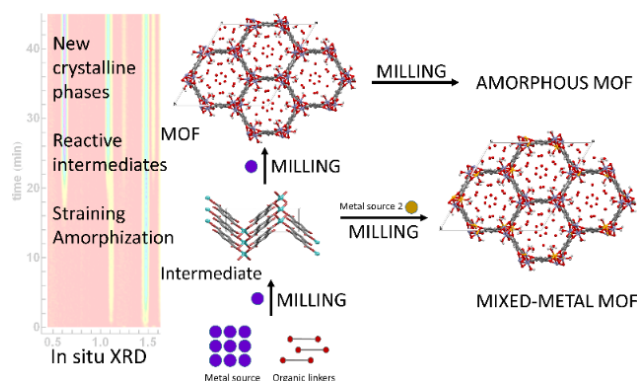
Krunoslav Užarević

Zavod za fizičku kemiju, Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Hrvatska

E-mail: krunoslav.uzarevic@irb.hr

Modularni porozni mrežasti materijali temeljeni na koordinacijskim vezama (MOF)^[1] privlače veliku pažnju u akademiji i industriji. Za ove materijale se struktura i svojstva mogu lako promijeniti pažljivim odabirom metalnih čvorova i povezujućih organskih molekula. MOF-ovi se naširoko proučavaju za pohranjivanje, odvajanje, katalizu, senzore, prikupljanje svjetlosti, kvantnu elektroniku i druge primjene.^[2] Nekoliko poroznih MOF-ova je već komercijalizirano, ali standardni sintetski postupci koji uključuju višak organskih otapala i agresivne reakcijske uvjete uzrokuju visoke cijene ovih materijala čime negativno utječu na njihovu širu primjenu.

U ovom predavanju će se pokazati kako se mehanokemijske reakcije,^[3] tj. reakcije između krutih reaktanata induciranih mehaničkom silom, mogu koristiti za brzu, održivu i kontroliranu sintezu i transformaciju ekološki sigurnih prekursora u industrijski važne mikroporozne MOF-ove, kao što su HKUST-1, MOF-74 ili MOF-ovi na bazi cirkonija iz UiO-, PCN- i NU-obitelji,^[4] ili dovode do stvaranja koordinacijskih polimera s naprednim agrokemijskim svojstvima.^[5] Mehanokemija je posebno pogodna za pripremu njihovih naprednih derivata, poput multi-metalnih, amorfni ili kompozitnih MOF materijala (shema).^[4] Izravno praćenje difrakcijom X-zraka praha otkrilo je da se mehanokemijska sinteza MOF-ova često odvija kroz međufaze nedostupne otopinskim postupcima. Ove je intermedijere moguće izolirati i koristiti za kontroliranu sintezu nekonvencionalnih formi MOF-ova, kao što su različiti multivarijantni MOF-74, sa zanimljivim magnetskim svojstvima i potencijalom za nove primjene.^[6]



Ključne riječi: mehanokemija, porozni materijali, agrokemikalije, MOF kompoziti, zelena kemija, održivost

Literatura

- [1] Li, Eddaoudi, O’Keeffe, Yaghi, *Nature*, **1999**, 402, 276; Issue 2 of *Chem. Rev.*, **2012**, 112, 673.
 [2] Freund et al, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2021, 60, 23975.
 [3] James et al., *Chem. Soc. Rev.* **2012**, 42, 7638; Friščić, Mottillo, Titi, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2020**, 59, 1018
 [4] Stolar, Užarević, *CrystEngComm.*, **2020**, 22, 4511; Julien, Užarević et al, *J. Am. Chem. Soc.*, **2016**, 138, 2929.
 [5] Brekalo et al, *ACS Sustainable Chem. Eng.* **2022** 10, 6743
 [6] Ayoub et al, *Chem. Mater.*, **2019**, 31, 5494; Stolar et al, *ACS Appl. Mat. Interf.* **2021**, 13, 3070.

Zeleno, zelenije, u računalu! Uloga računalnih metoda u kemiji

Robert Vianello

Laboratorij za računalni dizajn i sintezu funkcionalnih materijala, Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Hrvatska

E-mail: robert.vianello@irb.hr

Kemija je jednostavna znanost, jer je njezin osnovni cilj – jednostavan: različitim kemijskim postupcima od dviju ili više poznatih tvari dobiti nove materijale naprednih i poboljšanih svojstava. No, često su zamišljene pretvorbe, iako logične i smislene na papiru, u praksi povezane s brojnim poteškoćama i ograničenjima, tako da postavljene reakcije uopće ne idu ili ne daju ciljane tvari, omogućuju produkte koji su nestabilni ili nemaju željeno svojstvo, a povremeno specifični eksperimenti postaju čak i neizvedivi. Upravo iz tih razloga, brojni sintetski putevi, kako u akademskim krugovima, tako još više i u industrijskim sredinama, oslanjaju se na primjenu ekstremnih uvjeta, velikog suviška pojedinih reaktanata ili katalizatora, što često dovodi do skupih i dugotrajnih postupaka, a nerijetko i do procesa koji generiraju velike količine otpada i nečistoća potpuno neprihvatljivih za okoliš.

Stoga je zahvalno da kemičari danas nisu samo ljudi u kutama i zaštitnim naočalama. Današnja moderna istraživanja uvelike se oslanjaju na predviđanja i putokaze koje im pružaju računalne metode. Uslijed strelovitog razvoja informatičkih tehnologija tijekom posljednjih 40-ak godina, računalna kemija postala je ravnopravan i nužan partner eksperimentalnim istraživanjima u svim granama te znanosti, prvenstveno zbog brzine, efikasnosti i ekonomičnosti kojima se dolazi do vrijednih rezultata. Računalne metode omogućuju izračun i predviđanje gotovo svih kemijskih i fizikalnih svojstava molekula, čak i prije nego li te molekule uopće postoje. Po svojoj točnosti, rezultati računskih simulacija usporedivi su s onima iz najsuvremenijih eksperimenata, a dobiveni uvid u neka svojstva kemijske veze i elektronske strukture molekula nije niti moguće dobiti drugim tehnikama, radi čega ovi pristupi omogućuju bolje razumijevanje fenomena uočenih eksperimentima.

Računalne tehnike danas se koriste kako bi nadopunile, usmjerile i povremeno potpuno zamijenile eksperimentalna istraživanja, posebice ona vremenski i financijski zahtjevna te potencijalno opasna i ekološki neprimjerena. U ovom predavanju, kroz nekoliko ilustrativnih primjera vlastitih znanstvenih istraživanja [1–3], predstaviti će se mogućnosti i korist računalnih simulacija u multidisciplinarnim istraživanjima.

Literatura

- [1] L. Hok, H. Rimac, J. Mavri, R. Vianello, COVID-19 infection and neurodegeneration: Computational evidence for interactions between the SARS-CoV-2 spike protein and monoamine oxidase enzymes, *Computational and Structural Biotechnology Journal* **20** (2022) 1254–1263.
- [2] L. Hok, R. Vianello, Direct metal-free transformation of alkynes to nitriles: Computational evidence for the precise reaction mechanism, *International Journal of Molecular Sciences* **22** (2021) 3195.
- [2] N. Perin, L. Hok, A. Beč, L. Persoons, E. Vanstreels, D. Daelemans, R. Vianello, M. Hranjec, N-substituted benzimidazole acrylonitriles as in vitro tubulin polymerization inhibitors: synthesis, biological activity and computational analysis, *European Journal of Medicinal Chemistry* **211** (2021) 113003.

Mikrobna proizvodnja biorazgradive plastike iz agroindustrijskog otpada

Dajana Kučić Grgić

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije

E-mail: dkucic@fkit.hr

Plastika nudi niz prednosti ili pogodnosti, a zbog svoje fleksibilnosti ima široku primjenu u modernom svijetu. Važna je na područjima pakiranja, transporta, građevinarstva, medicine i elektronike. Međutim, povećana upotreba sintetske plastike može negativno utjecati na okoliš i ljudski život. Gospodarenje agroindustrijskim otpadom smatra se vitalnom strategijom kako bi se postiglo očuvanje resursa i održala kvaliteta okoliša. Posljednjih godina biovlakna su privukla sve veći interes zbog svoje široke primjene u ambalaži i u biomedicinskim znanostima. Ovi ekološki prihvatljivi polimeri brzo smanjuju i zamjenjuju upotrebu sintetičkih polimera dobivenih iz neobnovljivih izvora energije zbog svoje sigurnosti, niskih troškova proizvodnje i biorazgradljivosti. Razvoj biorazgradljive plastike usmjeren je na stvaranje održivijeg i zelenijeg svijeta s manjim utjecajem na okoliš. Biorazgradiva plastika također može imati svojstva slična sintetskoj plastici, a istovremeno donosi dodatne prednosti zbog svog minimalnog utjecaja na okoliš, primjerice smanjena je emisija ugljikovog(IV) dioksida, te se može razgraditi procesom kompostiranja. Škrob i celuloza glavne su sirovine za proizvodnju biorazgradljive plastike. Kasava je jedan od najbogatijih izvora škroba. Kasava je netoksična, biokompatibilna, jeftina i obnovljiva organska sirovina bogata ugljikom. Krumpirov škrob još je jedan primjer škrobnog proizvoda koji služi kao sirovina za proizvodnju biorazgradive plastike. Sirutka je učinkovita sirovina koju bakterije mogu iskoristiti za proizvodnju biorazgradive plastike poput polihidroksialkonoata (PHA). Potražnja za ekonomičnim, ekološki prihvatljivim materijalima raste u cilju smanjenja otpada kroz bolje upravljanje resursima.

POZVANA IZLAGANJA

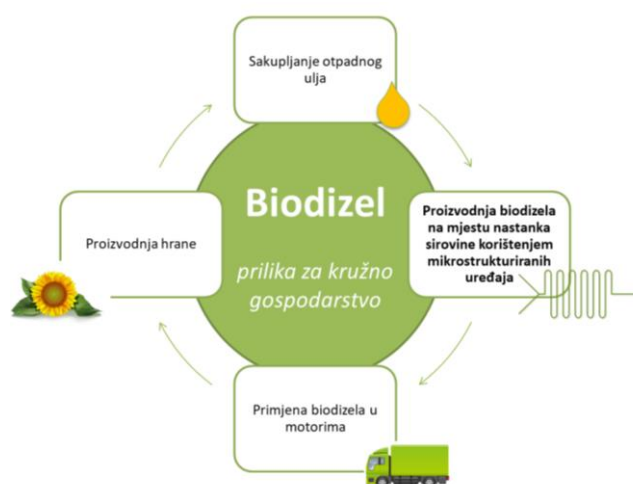
Razvoj prenosivog mikrostrukturiranog postrojenja za proizvodnju biodizela

Anita Šalić

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije

E-mail: asalic@fkit.unizg.hr

Ubrzano iscrpljivanje rezervi i negativni utjecaji na okoliš koji su posljedica prerade i korištenja fosilnih goriva te nestabilnost tržišta energenata, samo su neki od razloga sve većeg istraživanja i korištenja čistih, zelenih i obnovljivih izvora energije. Biogoriva se smatraju ekološki i ekonomski prihvatljivom alternativom fosilnim gorivima. Jedno od najčešće korištenih biogoriva je biodizel. Najčešća metoda proizvodnje biodizela je proces transesterifikacije. Kako povećati učinkovitost procesa te kako reducirati proizvodne troškove postali su glavni istraživački ciljevi u razvoju procesa proizvodnje biodizela. Kao jedna od opcija novih tehnologija u procesu proizvodnje, nameću se mikrostrukturirani uređaji. U usporedbi s klasičnim makrouređajima, mikrostrukturirani uređaji posjeduju značajan potencijal za poboljšanje procesa proizvodnje biodizela zbog učinkovitog prijenosa tvari i topline, kratkih vremena zadržavanja, malih količina reagensa, kompaktnosti i jednostavnosti dizajna, lakše kontrole procesa, te smanjene potrošnje energije. Već dugi niz godina primjena takvih uređaja je rezervirana uglavnom za laboratorijska istraživanja gdje se njihovom primjenom prikupljale informacije u procesima, kinetici, razvijaju novi proizvodni pravci [1-2] itd. U zadnje vrijeme, sve se više radi na razvoju robusnih modularnih mikrostrukturiranih prenosivih sustava koji uključuju sve ključne procesne korake počevši od pripreme sirovina do pročišćavanja željenog produkta. Jedno od takvih je i prenosivo mikrostrukturirano postrojenje za proizvodnju biodizela [3] za koje se smatra da će moći zadovoljiti sve potrebe malih i srednjih gospodarstava za gorivima (Slika 1), a pri tome će koristiti različita otpadna ulja kao sirovinu.



Slika 1: Potencijal mikrostrukturiranih uređaja u kružnom gospodarstvu

Literatura

- [1] A. Šalić, A. Jurinjak Tušek, M. Gojun i B. Zelić, *Separation and purification technology*, 242 (2020) 116783, 9.
 [2] A. Šalić, A. Jurinjak Tušek, A. Sander i B. Zelić, *New Biotechnology*, 47 (2018) 80-88.
 [3] M. Gojun, A. Šalić i B. Zelić, *Renewable energy*, 180 (2021) 213-221.

Better living and cleaner science through mechanochemistry

Ivana Brekalo

Laboratory for Applied and Sustainable Chemistry, Department of Physical Chemistry, Ruđer Bošković Institute

E-mail: ibrekalo@irb.hr

The growing human population - over 8 billion of us at this point - requires an ever-increasing amount of resources (food, water, fuel...), while at the same time producing alarming amounts of waste, greenhouse gases, and environmental pollution. A sustainable way of acquiring the needed resources and ameliorating the produced waste is therefore crucial for the continued prosperity of the human race. Food production in particular largely depends on the manufacturing of artificial fertilizers, which are energy intensive to make and often create a lot of waste. Therefore a better way of producing and using artificial fertilizers would go a long way towards a more sustainable future. Indeed, sustainable nitrogen cycle management was named as one of the 14 Grand Challenges for Engineering in the 21st century. [1] We decided to tackle the problem of sustainable fertilizers using urea as an example. Urea is one of the most common artificial nitrogen fertilizers, but decomposes readily under common agricultural conditions.[2] We used mechanochemistry to combine urea with gypsum, a common byproduct of the construction industry.[3] We thus obtain a stabilized fertilizer product that also provides key micronutrients (sulfur and calcium), and in addition can reuse waste construction gypsum. Compared to a solution-based process, the mechanochemical synthesis is waste-free, more energy-efficient, and faster. We explore the effect of different forms of starting materials on the synthesis outcome, and performed scale-up of the synthesis, reaching a maximum yield of 330 g/h.

[1] NAE Grand Challenges for Engineering; National Academy of Engineering. <http://www.engineeringchallenges.org/challenges.aspx> (accessed Mar, 2023).

[2] Pan, B.; Lam, S. K.; Mosier, A.; Luo, Y.; Chen, D. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2016, 232, 283.

[3] Brekalo, I.; Martinez, V.; Karadeniz, B.; Orešković, P.; Drapanauskaite, D.; Vriesema, H.; Stenekes, R.; Etter, M.; Dejanović, I.; Baltrusaitis, J.; Užarević, K. *ACS Sustainable Chem. Eng.* 2022, 10, 6743–6754.

Pirolitičko ulje u gorivo

Maja Fabulić Ruszkowski

INA, d.d.

E-mail: MAJA.FABULIC-RUSZKOWSKI@ina.hr

Plastika je uvelike olakšala naš život na različite načine i teško bi bilo zamisliti život bez nje. S druge strane plastika se najčešće nekontrolirano odlaže na neprikladne načine, baca se u more te ostavlja na odlagalištima, što dovodi do velikih zdravstvenih i ekoloških problema.

Kako bi se efikasno riješio problem uporabe plastike, pored mehaničkog recikliranja koristi se i kemijsko recikliranje za plastiku koju nije moguće reciklirati mehanički.

Jedna od tehnologija kemijskog recikliranja koja uspješno reciklira plastiku je tehnologija pirolize. Dobiveno pirolitičko ulje može se iskoristiti za dobivanje nove plastike, tzv. pristup plastika u plastiku (eng. Plastic to Plastic) ili za dobivanje goriva, tzv. pristup plastika u gorivo (eng. Plastic to Fuels).

U prezentaciji je dan pregled mogućnosti korištenja pirolitičkog ulja u naftnoj industriji, točnije u rafineriji. Poznate su mogućnosti korištenja pirolitičkog ulja tzv. su-procesuiranjem (co-processing) u rafinerijskim jedinicama. Vrlo čiste frakcije pirolitičkog ulja mogu se koristiti i kao komponente za namješavanje motornih goriva te lož ulja i brodskih goriva.

Upotreba pirolitičkih ulja još je uvijek ograničena. Intenzivno se usavršavaju različiti procesi post obrade kako bi se smanjile nečistoće iz pirolitičkog ulja koje su glavna zapreka u masovnijom upotrebi.

INA kao društveno odgovorna kompanije istražuje pirolitičko ulje i pri tom surađuje s akademskom zajednicom i kompanijama koje proizvode pirolitičko ulje.

INDUSTRIJA 4.0 - Izazovi i prilike

Krunoslav Pilko

E-mail: krunoslav.pilko5@gmail.com

Industrija 4.0 je logičan i očekivani nastavak prethodne tri industrijske revolucije a karakteristike i osnova su joj brza digitalna transformacija poslovnih i proizvodnih procesa u prerađivačko-proizvodnim ali i drugim industrijama. Transformacija se temelji na inteligentnom umrežavanju strojeva (i drugih uređaja) pomoću naprednih informacijsko – komunikacijskih tehnologija, s ciljem da se omogući autonomno komuniciranje među uređajima, analiziranje i prikupljanje velike količine podataka, autonomno donošenje odluka, praćenje uređaja i procesa u stvarnom vremenu, stvaranje dodane vrijednosti te vertikalna i horizontalna integracija. Informacijske tehnologije povezuju se s operativnim aktivnostima, što dovodi do jače proizvodne organizacije, odnosno proizvodnja se u potpunosti transformira u integriranu, automatiziranu i optimiziranu proizvodnju tj. razvija se koncept „pametne“ tvornice a što rezultira poboljšanjima u poslovanju tvrtki koja doprinose povećanju kvalitete, smanjenju škarta i smanjenju troškova, povećanju produktivnosti i dobiti, uvođenju i primjeni inovacija kao i većem uvažavanju zahtjeva kupaca.

Hrvatska, nažalost, ne spada, za sada, u zemlje koje su dobro predisponirane za uspjeh Industrije 4.0. Razlozi leže u činjenici da industrijska osnova Hrvatske sama po sebi nije niti dovoljno jaka niti je nažalost stabilna, a uz prisutne fiskalne probleme nije a niti može biti usmjerena na budućnost.

Daljnji razvoj Industrije 4.0 zasniva se na uvođenju i većoj primjeni umjetne inteligencije (Artificial intelligence - AI) tj. razvojem inteligentnih alata (strojeva, uređaja i aplikacija) koji reaguju i uče kao ljudi.

Kako pokrenuti posao i kreirati održivi poslovni model u sektoru gospodarenja otpadom?

Zvonimir Jukić

UniCompoST, Ul. Generala Blage Zadre 24, 21000, Split

E-mail: zvonimir@unicompost.com.hr

U današnjem globalnom gospodarstvu roba se jeftino proizvodi, brzo konzumira i još brže baca. Međutim, kratki životni ciklusi proizvoda dovode do prekomjernog iskorištavanja prirodnih resursa i nepovratnog onečišćenja okoliša.

Kao što znamo, naša trenutačna potrošnja resursa nije održiva i time opterećujemo svoj planet. Istraživanjima se mogu poticati inovacije ne samo u proizvodnji nego i modelima poslovanja te mehanizmima financiranja. I tu onda uvodimo model kružne ekonomije gdje razdvajamo gospodarski rast od korištenja prirodnih resursa, a što se može postići tako da se otpad eliminira već u fazi osmišljavanja/dizajna proizvoda i materijala, njihovim što dužim zadržavanjem u uporabi.

Gospodarenje otpadom kao gospodarska aktivnost je snažno regulirana i nalazi se u okviru mnogih zakona i pravilnika. Da bi se bavili gospodarenjem otpadom, osim dobrog poslovnog modela, treba prvo ishoditi dozvolu za gospodarenjem otpadom. Nakon što ishodi dozvolu za gospodarenje otpadom može započeti i obavljati djelatnost oporabe i zbrinjavanja otpada za koju je izdana dozvola.

Pokretanje posla je uvijek izazovno. Opće uvriježeno stajalište je da je količina novca kojom raspolazete na početku poslovnog pothvata ključna za vaš uspjeh. No, to nije istina - možete imati milijune eura početnog kapitala, ali ako ne razvijete i implementirate dobar poslovni model sve vam prije ili kasnije pada u vodu. Poslovni model ukratko predstavlja strategiju kako će vaša tvrtka dugoročno zarađivati novce i stvarati profit.

Poslovni model navodi vašu ponudu vrijednosti prema vašim kupcima, kategorizira vaše kupce, navodi kako ćete ostvariti odnos sa vašim kupcima, tko su vam ključni partneri, koji su vam ključni resursi i ključne aktivnosti, što vam sve ulazi u troškove poslovanja te kojim kanalima ostvarujete prihode.

Idealan alat za kreiranje poslovnog modela je platno poslovnog modela (The Business Model Canvas) - strateški alat koji vam omogućava da mapirate postojeće poslovanje, dizajnirate novi poslovni model ili pak upravljate portfeljem poslovnih modela.

Platno poslovnog modela je vizualni prikaz poslovnog modela, koji ističe sve ključne strateške čimbenike. To je opći, holistički i potpuni pregled rada tvrtke, kupaca, tokova prihoda i više.

Održivost u građevinarstvu – utjecaj kemije na tehnologiju materijala

Marijana Krakan

E-mail: marijanakrakan998@gmail.com

Sedmi temeljni zahtjev za građevinu je održiva upotreba prirodnih izvora. U kontekstu održivog razvoja, održiva gradnja mora osigurati trajnost, kao i kvalitetu oblikovanja konstrukcije, te ekonomsku i ekološku prihvatljivost. Građevinarstvo je uzročnik 36% godišnjih emisija CO₂ na globalnoj razini, a industrija cementa, neizostavnog materijala u građevinarstvu, doprinosi s približno 7% u ukupnoj emisiji CO₂. Sa sadašnjim stanjem znanosti u cementnoj industriji na raspolaganju su četiri različite mogućnosti smanjenja emisije CO₂:

1. Toplinska i električnootpornost, koju je uglavnom isplativo primijeniti na novim postrojenjima primjenom nove, učinkovitije opreme
2. Primjena alternativnih goriva, kao mjere za smanjenje uporabe fosilnih goriva,
3. Zamjena klinkera materijalima koji su velikim dijelom sekundarne sirovine, a koja imaju svojstva vezivanja,
4. Pronalaženje rješenja za “pospremanje” CO₂ bilo u podzemlje ili kao što je najnovijim istraživanjima pronađeno, za proizvodnju nove vrste cementa.

Zamjena dijela cementa sekundarnim sirovinama kao put do održivosti istražen je u znanstvenom radu “*Uspostavljanje i validacija metode za određivanje difuzije klorida na razini cementne paste*“. Od svih razreda izloženosti u kojima se beton može nalaziti, najagresivniji je morski okoliš, te međudjelovanjem takvog okoliša i cementne matrice kemijskim procesima dolazi do korozije armature koja je posljedica prodora iona klorida kroz cementnu pastu. Posljedica takvih procesa je umanjena trajnost betonske konstrukcije. Takvi procesi su štetni jer, uzrokujući oštećenja strukture betona i koroziju armature, umanjuju trajnost betonske konstrukcije. Otpornost betona prodoru klorida u morskom okolišu definirana je koeficijentom difuzije klorida. Razumijevanje koeficijenta difuzije i njegova kvantifikacija od iznimne je važnosti za predviđanje uporabnog vijeka armiranobetonskih konstrukcija. U ovom istraživanju korišteno je sedam mješavina uključujući obični Portland cement, te mješavine sa zamjenama cementa letećim pepelom, letećim pepelom i vapnencem, glinom, glinom i vapnencem te kvarcom. Statističkim metodama, poput linearne regresije i Spearmanove metode, uspostavljene su korelacije između dobivenih rezultata. Prema dobivenim rezultatima statističkim metodama, najpovoljniju vrijednost prodora klorida na razini cementne paste ostvaruje mješavina sa zamjenom dijela cementa s 30% letećeg pepela i 15% vapnenca, dok su nakon ove mješavine po otpornosti na prodor klorida mješavine s 30% gline. Na kraju, svi parametri poroznosti dobiveni živinom porozimetrijom pokazali su srednje značajnu korelaciju s efektivnim koeficijentom difuzije klorida na razini cementne paste, dok se pravilnim odabirom masenih udjela pojedinih kemijskih sastojaka u mješavinama može postići povoljnija vrijednost koeficijenta difuzije – što je slučaj kod pucolana. Degradacija betona u agresivnom okolišu ne može se u potpunosti spriječiti, ali pravilnim odabirom udjela zamjene cementa u mješavini moguće je utjecati na poboljšanje otpornosti materijala na agresivne čimbenike iz okoliša, te time postići veću trajnost konstrukcija tijekom njihovog uporabnog vijeka. Važno je koristiti lokalno dostupne materijale prilikom izrade ekološki prihvatljivih zamjena za standardni Portland cement, te prilagoditi alternativna rješenja onome što je lokalno dostupno. Korištenje lokalnih materijala pomoglo bi proizvođačima da se razlikuju na tržištu od konkurentskih proizvođača. Nužno je imati stručnjake koji su specijalizirani za materijale u svim industrijama povezanim s procesom građenja, kako bi se povećala svijest o mogućnostima za smanjenje CO₂. Optimizacijom i projektiranjem na osnovu svojstava bilo bi moguće koristiti alternativne materijale, a visoko vrijedne materijale koji imaju značajan učinak na okoliš koristiti kao ekskluzivan proizvod za specifične namjene.

POSTERSKA IZLAGANJA

Predicting pK_a values of organic pollutants using density functional theory

Dora Katarina Kovač, Andrea Pleić, Anamarija Pultika, Marin Kovačić, Ana Lončarić Božić

University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology, Trg Marka Marulića 19, 10000 Zagreb

E-mail: dkovac@fkit.hr

The acid dissociation constant (K_a), as a matter of fact its negative logarithm (pK_a) is among the most important physicochemical parameters that affect the characteristics of a molecule. The pK_a values are used for determining the strength of acid and is important for predicting the behavior of compounds in aquatic environment. The pK_a values can be defined experimentally by potentiometric or spectrophotometric titration of the solution, whereby the pK_a value corresponds to the pH value of the solution when 50% of total acid in the solution is dissociated. It is very difficult to experimentally determine pK_a values of poorly soluble compounds and compounds with very high or low pK_a values. For these reasons, many researchers are focused on the development of computational methods for the precise calculation of pK_a values of various compounds. Several methods of density functional theory (DFT) can be used for calculating pK_a values [1]. In this work, the most well-known and frequently used method of DFT called B3LYP is used for calculating pK_a values of pharmaceuticals diclofenac (DCF), amoxicillin (AMX) and ciprofloxacin (CIP) and of pesticide dicamba (DIC). For conducting the calculation, we used def2svp basis set and PCM solvation model. The pK_a values of the compounds were determined using calculated Gibbs free energies of neutral and ionic species in vacuum and solvent by a direct approach and thermodynamic dissociation cycle. The results showed a positive correlation between the calculated pK_a values and experimentally determined values from the literature, which indicates the possibility of using the B3LYP method to predict pK_a values.

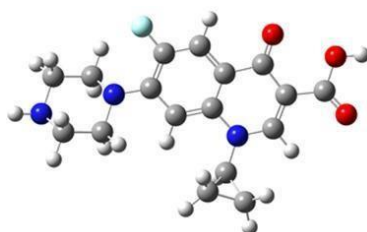


Fig.1: Structure of cyprofloksacine

Literature:

[1] Carvalho F.M., Só Y., Wernik A., Silva M., and Gargano R., "Accurate acid dissociation constant (pK_a) calculation for the sulfachloropyridazine and similar molecules," J. Mol. Model., 27 (2021) 233

Regards:

This work was done as part of the ReMiCRO project "Microplastics in water: fate, behavior and removal" (IP-2020-02-6033) funded by the Croatian Science Foundation.

In the framework of this research, the resources of the Isabella computer cluster located in the University Computer Center of the University of Zagreb (SRCE) were used.

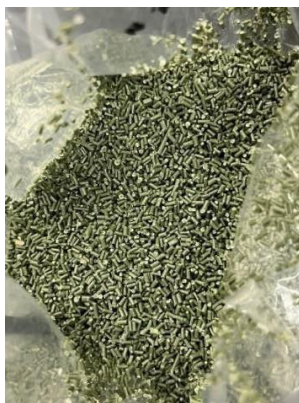
Ispitivanje utjecaja višekratnog recikliranja na strukturu polipropilena i nastanak mikroplastike

Marta Pinčić, Marija Berečić, Pamela Bubaš, Josipa Papac Zjačić, Zlata Hrnjak-Murgić
Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Trg Marka Marulića 19, 10 000
Zagreb

E-mail: mpincic@fkit.hr

Polipropilen (PP) je termoplastični polimer kojeg je moguće višestruko taliti. Široku primjenu pronalazi zahvaljujući svojim svojstvima i jednostavnom načinu oblikovanja.¹ Visoki udio ovog materijala na tržištu posljedično znači da je nužno pronaći adekvatan način zbrinjavanja kako bi se ostvarili ciljevi održivog razvoja i potaknulo kružno gospodarstvo. Mehaničko recikliranje ekstrudiranjem jedna je od široko primjenjivih i ekonomski prihvatljivih metoda koju je moguće provesti u većim razmjerima te ne zahtijeva upotrebu otapala, no primjenom ovog postupka pokazalo se da PP degradira.^{1,2} Cilj ovog rada bio utvrditi hoće li višekratna provedba recikliranja ekstrudiranjem utjecati na strukturu polipropilena i nastanak mikroplastike. Recikliranje mljevenca PP-a provedeno je u 4 ciklusa u dvopužnom ekstruderu pri temperaturnom profilu $T = 170/190/190/195/200/200$ °C.

Dobiveni reciklat je reciklat usitnjen do granula u granulatoru te je iz svakog ciklusa izdvojena određena količina za mljevenje. Provedeno je njihovo prosijavanje i razdvajanje na frakcije pomoću vibracijske tresilice te je određena raspodjela veličina čestica. Promjene u strukturi polipropilena detektirane su primjenom diferencijalne pretražne kalorimetrije (DSC). Rezultati su pokazali da s povećanjem broja ciklusa recikliranja nije došlo do znatnih promjena kristalnosti polipropilena, lomljivosti materijala te nastanka mikroplastike, što ovu metodu čini tehnološki prihvatljivom metodom mehaničkog recikliranja termoplasta. Provedbom višestrukog recikliranja materijal je djelomično mehanički i termooksidacijski degradirao uslijed djelovanja povišene temperature, kisika i smicanja.



Slika 1.: Granule recikliranog polipropilena

Literatura

- [1] Gijnsman, P., Fiorio, R., *Long term thermo-oxidative degradation and stabilization of polypropylene (PP) and the implications for its recyclability* (2023) 208, 110260.
- [2] Maris, J., Bourdon, S., Brossard, J.-M., Cauret, L., Fointaine, L., Montembault, V., *Mechanical recycling: Compatibilization of mixed thermoplastic wastes. Polymer Degradation and Stability* (2018) 147, 245-266.

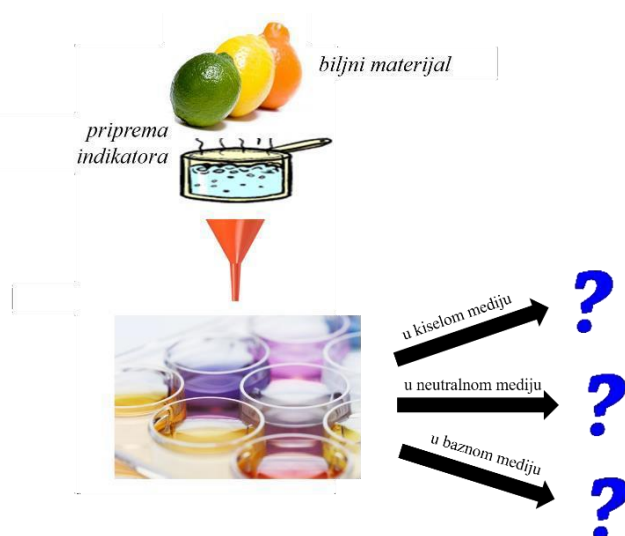
Citrusi kao prirodni kiselo-bazni indikatori

Paula Prebeg, Ana Amić

Sveučilište u Osijeku, Odjel za kemiju, Ulica cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek

E-mail: paula.prebeg02@gmail.com

Indikatori su primjer spojeva koji se često koriste u kemijskim i biokemijskim laboratorijima, kao i u školi. Osim toga, indikatori su primjer spojeva koji mogu biti štetni i opasni, ali se mogu zamijeniti (barem djelomično ako ne u potpunosti) bezopasnim i prirodnim tvarima. Da se razne biljke mogu koristiti kao prirodni indikatori pokazala su brojna prošla ispitivanja [1-4], a cilj ovog rada je bio utvrditi mogu li se i odabrani citrusi koristiti u ovu svrhu. Citrusi su danas lako dostupni, cijenom pristupačni i bezopasni. U radu je korištena pulpa i kora (kako bi se iskoristio otpadni materijal) te zelena otapala (voda i etanol). Zadatak rada bio je ispitati mogu li se citrusi koristiti kao indikatori, koje je otapalo pogodnije za to, hoće li zagrijavanje vode dati bolje rezultate, hoće li stajanjem indikatori izgubiti funkcionalnost i sl. Dobiveni rezultati pokazuju veliki potencijal voća i etanola u primjeni alternativnih pH indikatora. Kao vizualno dojmljivi pokazali su se indikatori pripremljeni od citrusa.



Slika 1: Citrusi kao indikatori.

Literatura

- [1] K. Bilić, *Istraživanje biljnog materijala kao potencijalnog kiselo-baznog indikatora*, diplomski rad, Odjel za kemiju, Osijek, 2020.
- [2] V. Caha, *Istraživanje primjene odabranih biljaka iz porodice Rosaceae kao alternativnih pH indikatora*, diplomski rad, Odjel za kemiju, Osijek, 2021.
- [3] A. Pejić, *Primjena svježe aronije, Aronia melanocarpa (Michx.) Elliott, kao kiselo-baznog indikatora*, diplomski rad, Odjel za kemiju, Osijek, 2022.
- [4] M. Grgić, *Primjena suhe aronije, Aronia melanocarpa (Michx.) Elliott, kao kiselo-baznog indikatora*, diplomski rad, Odjel za kemiju, Osijek, 2022.

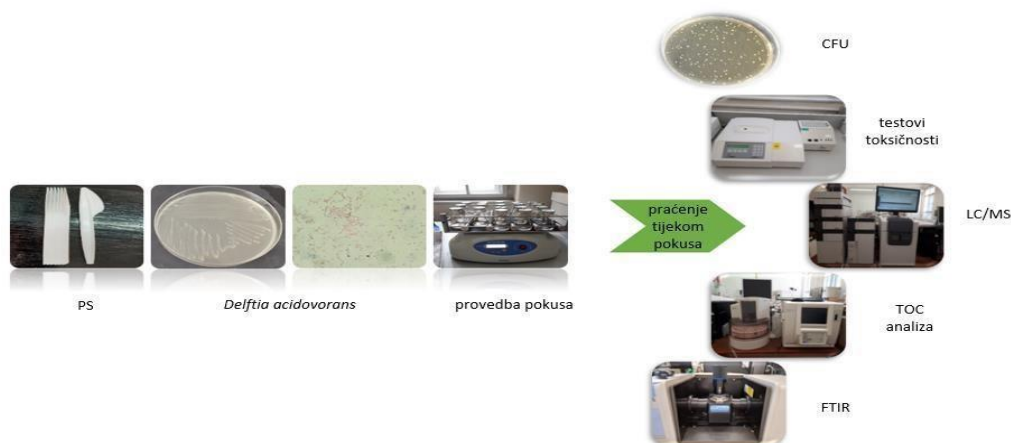
Primjena punog faktorskog plana i metode odzivnih površina pri ispitivanju biorazgradnje polistirena bakterijskom kulturom *Delftia acidovorans*

Katarina Zovko, Martina Miloloža, Dajana Kučić Grgić

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Trg Marka Marulića 19, 10 000 Zagreb

E-mail: kzovko@fkit.hr

Masovna proizvodnja i primjena, kao i neadekvatno zbrinjavanje plastike, doveli su do njezinog nakupljanja u okolišu. Plastika raznim procesima prelazi u mikroplastiku (MP), kojom se smatraju čestice plastike veličinom manje od 5 mm. Zbog potencijalnog toksičnog učinka, MP je postala središtem brojnih ekotoksikoloških ispitivanja. Stoga su trenutne potrebe zaustaviti njezino dospijevanje u okolišu, te pronaći najefikasnije načine za uklanjanje MP-a iz okoliša. Jedan od njih je proces biorazgradnje koji je poželjan i ekološki prihvatljiv proces no uz ograničenu učinkovitost u prirodnim uvjetima. Cilj ovog rada je bio ispitati optimalne uvjete za proces biorazgradnje MP-a primjenom bakterijske kulture *Delftia acidovorans* kombinirajući tri čimbenika: pH vrijednost, optičku gustoću (OG) i broj okretaja rotacijske tresilice uz konstantnu veličinu čestica i koncentraciju MP-a prema punom faktorskom planu. Korištene mikroplastične čestice polistirena (PS) izlagane su tijekom 30 dana bakteriji *Delftia acidovorans*, gdje je praćen broj živih stanica bakterijske kulture (CFU) i koncentracija ukupnog, organskog i anorganskog ugljika. Korištena je metoda LC-MS za praćenje potencijalno otpuštenih aditiva s površina čestica PS-a, a ATR-FTIR spektroskopija za potvrdu strukture i biorazgradnje PS-a. Ispitana je ekotoksičnost MP-e PS-a primjenom morske bakterije *Vibrio fischeri* uz određivanje vrijednosti EC₂₀ i EC₅₀. Prema rezultatima pokusa, određeni su optimalni uvjeti biorazgradnje PS primjenom *Delftia acidovorans* pri pH-vrijednosti 8, OG = 0,5 i broju okretaja rotacijske tresilice 172,12 o/min.



Ovo istraživanje je financirano od strane Hrvatske zaklade za znanost: Projekt IP-04-2019-9661 (AdWaTMiR); Primjena naprednih tehnologija obrade voda za uklanjanje mikroplastike.

Literatura

[1] Y. Pan, S.H. Gao, C. Ge, Q. Gao, S. Huang, Y. Kang, G. Luo, Z. Zhang, L. Fan, Y. Zhu, A.J. Wang, Removing microplastics from aquatic environments: A critical review, Environmental Science and Ecotechnology (2023).

Tretman biokompatibilnih polielektrolitnih nanofilmova otopinom soli

Antun Habajec, Juraj Nikolić, Tin Klačić, Davor Kovačević

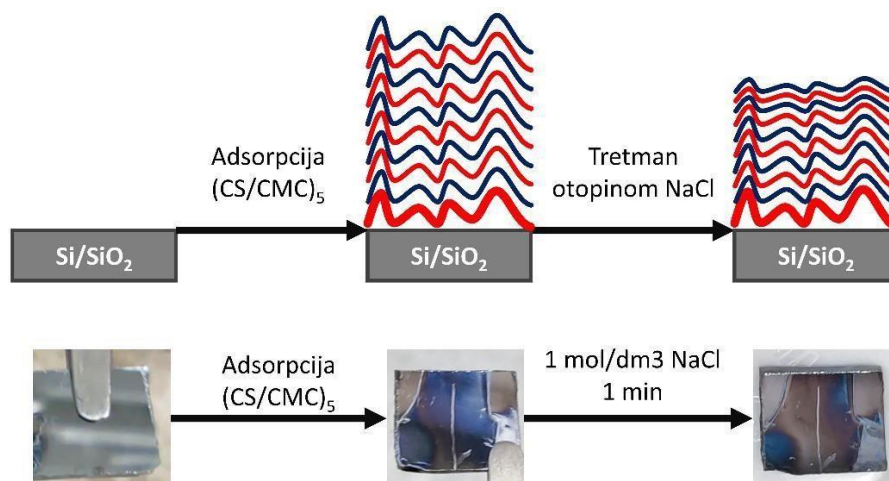
Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb

E-mail: ahabajec.chem@pmf.hr

Polielektrolitni višeslojevi su tanki filmovi koji nastaju naizmjeničnom adsorpcijom pozitivno i negativno nabijenih polielektrolita na površinu metala ili metalnih oksida.^[1] U ovom radu proučavana su svojstva nanofilmova izgrađenih od kitozana (CS) i karboksimetilceluloze (CMC). CS je biokompatibilan, prirodni polikation koji se protonira pri $\text{pH} < 6$, a zbog svojih antibakterijskih svojstava primjenu pronalazi u medicini i prehrambenoj industriji.^[2] CMC je derivat celuloze te je također biokompatibilna. To je čini dobrim polianionom za izgradnju biokompatibilnih filmova.^[3] Poznato je da uranjanjem višeslojeva u otopinu soli dolazi do difuzije polielektrolita te da je na taj način moguće ugoditi njihova svojstva, poput debljine i hrapavosti.^[4]

U ovom radu priređena su četiri višesloja $(\text{CS}/\text{CMC})_5$ te su izloženi otopinama natrijeva klorida pri dvije različite koncentracije i dva vremena kako bi se ispitao utjecaj oba parametra na njihova svojstva. Debljina filmova je određena elipsometrijom i mikroskopijom atomskih sila (AFM). Uz to, AFM-om su praćene i hrapavost i morfologija filmova. Također, tenziometrijom je praćena močivost filmova.

Izlaganjem filmova otopini soli dolazi do pada u debljini i hrapavosti filmova te promjena obje veličine ovisi i o koncentraciji soli i o vremenu tretmana. Nadalje, nakon tretmana dolazi do porasta u kontaktnom kutu kapi vode i površine filma, tj. dolazi do povećanja hidrofobnosti. AFM-om je utvrđeno da dolazi i do promjene u morfologiji filmova. Osim toga, primijećena je i promjena boje filmova.



Slika 1. Priprema i tretman višesloja $(\text{CS}/\text{CMC})_5$ otopinom natrijeva klorida.

Literatura

- [1] G. Decher, J. D. Hong i J. Schmitt, *Thin Solid Films* (1992) 831–835.
- [2] H. Haghighi, F. Licciardello, P. Fava i H. W. Siesler, *Food Packag. Shelf Life* (2020) 100551.
- [3] M. S. Rahman, M. S. Hasan, A. S. Nitai, S. Nam, A. K. Karmakar, M. S. Ahsan, M. J. A. Shiddiky i M. B. Ahmed, *Polymers* (2021) 1345.
- [4] R. A. Ghostine, R. M. Jisr, A. Leahaf i J. B. Schlenoff, *Langmuir* (2013) 11742–11750.

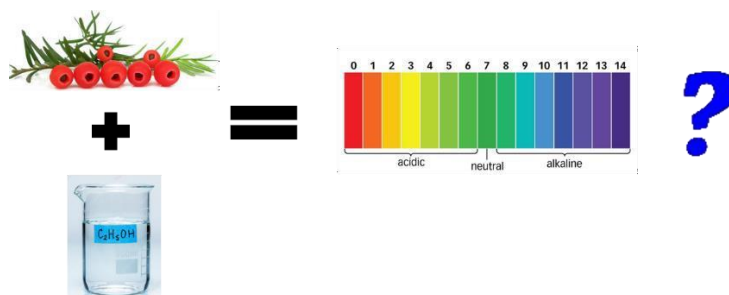
Ispitivanje primjene tise, *Taxus baccata* L., kao kiselo-baznog indikatora

Tatjana Gajić, Ana Amić

Sveučilište u Osijeku, Odjel za kemiju, Ulica cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek

E-mail: tatjanagajic7@gmail.com

Jedno od vizualno najzanimljivijih područja kemije, barem u nastavi, su analitička kemija i pH indikatori. Međutim, njihova loša strana su cijena, opasne kemikalije, stvaranje otpada štetnog po okoliš i sl. Ove nedostatke se donekle može zaobići primjenom prirodnih, odnosno alternativnih pH indikatora. Cilj rada bio je ispitati mogu li se bobice tise iskoristiti u ovu svrhu. Tisa se može naći u brojnim parkovima, vrtovima, ukrasnim gredicama. Lako je dostupna, a kako nije jestiva, bobice obično predstavljaju biljni otpad koji bi se na ovaj način mogao probati iskoristiti. Prošla ispitivanja su pokazala da se biljke mogu koristiti u pripremi prirodnih pH indikatora [1, 2]. U ovom radu su prethodna istraživanja proširena tako da su predmet ispitivanja bile bobice tise (zrele, neobrađene) i zelena otapala (voda i etanol). Zadatak rada bio je ispitati može li se od bobica tise pripremiti indikator koji bi bio funkcionalan, lako dostupan, bez otpada. Dobiveni rezultati pokazuju određeni potencijal bobica i etanola u primjeni alternativnih pH indikatora. Indikator pripremljen s etanolom ima izraženu promjenu boje u jako bazičnom mediju (pH = 14).



Slika 1: Tisa kao indikator?

Literatura

- [1] K. Bilić, *Istraživanje biljnog materijala kao potencijalnog kiselo-baznog indikatora*, diplomski rad, Odjel za kemiju, Osijek, 2020.
- [2] V. Čaha, *Istraživanje primjene odabranih biljaka iz porodice Rosaceae kao alternativnih pH indikatora*, diplomski rad, Odjel za kemiju, Osijek, 2021.

Ispitivanje biorazgradljivosti papira s celuloznom pulpom slame žitarica

Lucija Dubravac, Martina Miloloža, Ivana Plazonić, Irena Bates, Maja Rudolf, Dajana Kučić Grgić

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Trg Marka Marulića 19, 10000, Zagreb

Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, Getaldićeva 2, 10000, Zagreb

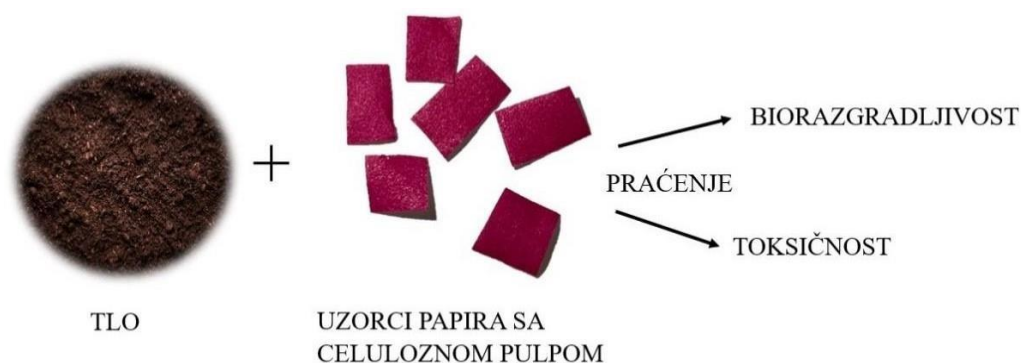
E-mail: ldubravac@fkit.hr

Ekscesivno korištenje sintetičkih materijala te posljedice njihove trajnosti u okolišu potaknulo je razvoj novih, održivih materijala dobivenih iz lignocelulozne biomase. Celuloza dobivena iz slame žitarica, kao i drugi lignocelulozni materijali, privukli su pozornost industrije kao potencijalni izvor obnovljive energije i biogoriva, te kao sirovina za proizvodnju papira i tekstila. U ovome kontekstu, cilj rada bio je ispitati biorazgradljivost te toksičnost neotisnutih i otisnutih uzoraka papira s celuloznom pulpom slame žitarica. Pokus biorazgradnje proveden je u uzorku komposta pri temperaturi od 58 °C uz obogaćivanje iste mješovitom kulturom bakterije *Pseudomonas aeruginosa* i plijesni *Trichoderma* sp. Tijekom 28 dana provedbe pokusa biorazgradnje praćen je gubitak mase svih uzoraka uz mikroskopiranje eventualnih promjena u strukturi uzoraka papira i otisaka. Rezultati biorazgradnje ukazuju na učinkovitiju biorazgradnja neotisnutih papira s celuloznom pulpom slame žitarica do 5 % u odnosu na otiske na istim papirima. Uz ispitivanje biorazgradljivosti uzoraka neotisnutih i otisnutih papira, za iste je uzorke provedeno i ispitivanje toksičnosti primjenom vodene leće *Lemna minor*. Nakon izlaganja od 7 dana, određen je specifični rast, inhibicija rasta, duljina korijenja te sastav klorofila vodene leće. Prosječni specifični rast korijenja vodene leće za neotisnute uzorke je iznosio $-0,1540 \text{ d}^{-1}$, dok je za otisnute uzorke iznosio $-0,1621 \text{ d}^{-1}$, gdje dobivene negativne vrijednosti pokazuju kako uzorci papira sa celuloznom pulpom slame žitarica i otisci na istima nisu negativno djelovali na rast *Lemne minor*, odnosno nisu se pokazali toksičnima.

Zahvala:

This work has been supported in part by Croatian Science Foundation under the project „Printability, quality and utilization of substrates with non-wood fibres“ (UIP-2017-05-2573).

GRAFIČKI SAŽETAK

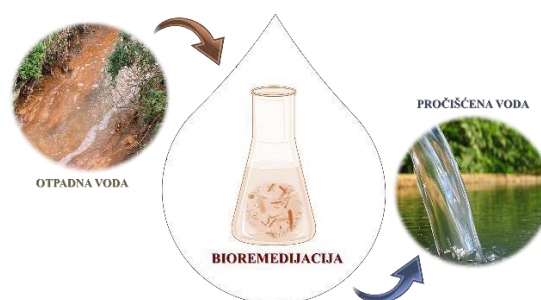


Poboljšanje bioremedijacije otpadne vode bioaugmentacijom

Mirela Volf, Ivana Terzić, Monika Šabić Runjavec, Marija Vuković Domanovac
Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za
industrijsku ekologiju, Trg Marka Marulića 19, 10000 Zagreb

E-mail: mvolf@fkit.hr, inad@fkit.hr

Bioremedijacija je prirodan pristup uklanjanja onečišćujućih tvari iz okoliša. Zbog svoje ekonomski isplativosti te prihvatljivosti za okoliš, primjenjuje se u svrhu pročišćavanja svih sastavnica okoliša. Mikroorganizmi koriste onečišćujuću organsku tvar kao supstrat za svoj rast i razmnožavanje. Putem mikrobne kataboličke aktivnosti dolazi do uklanjanja odnosno biotransformacije i biorazgradnje onečišćujućih tvari [1]. Ubrzavanje i pojačavanje prirodnih procesa biorazgradnje u okolišu može se postići primjenom bioaugmentacije. To je postupak pri kojemu se u onečišćeni sustav uvode određeni mikrobiološki sojevi s posebnim enzimskim funkcijama. Na taj način dolazi do poboljšanja raznolikosti izvorne mikrobne zajednice, a time i povećanja učinkovitosti razgradnje pomoću ključnih funkcionalnih mikroorganizama [2]. Procjedne vode iz biootpada su otpadne vode koje su sadržane, nastaju ili prolaze kroz takvu vrstu otpada. Sadrže visoko organsko opterećenje i kao takve ih je potrebno obraditi odgovarajućim postupkom radi smanjenja štetnog utjecaja na okoliš. U ovom radu provedena je bioremedijacija simulirane otpadne vode iz biootpada primjenom bioaugmentacije s autohtonim mikrobiološkim kulturama. Pokus je proveden u šaržnom reaktoru u submerznim uvjetima pri 160 o/min i temperaturi od 25 °C u periodu od 10 dana. Tijekom pokusa određivani su pH-vrijednost, koncentracije otopljenog kisika, suspendiranih tvari i supstrata. Mikroskopskom analizom praćen je proces stvaranja aktivnog mulja. Najveća postignuta učinkovitost procesa bioremedijacije procjedne vode iz biootpada iznosila je 83 %.



Slika 1: Bioremedijacija otpadne vode pomoću autohtone mikrobiološke kulture.

Literatura

[1] Bala, S., Garg, D., Thirumalesh, B. V., Sharma, M., Sridhar, K., Inbaraj, B. S., Tripathi, M., Recent strategies for bioremediation of emerging pollutants: A review for a green and sustainable environment, *Toxics* (2022), 10(8), 484.

[2] Ma, H., Zhao, Y., Yang, K., Wang, Y., Zhang, C., Ji, M., Application oriented bioaugmentation processes: Mechanism, performance improvement and scale-up, *Bioresource Technology* (2022), 344, 126192.

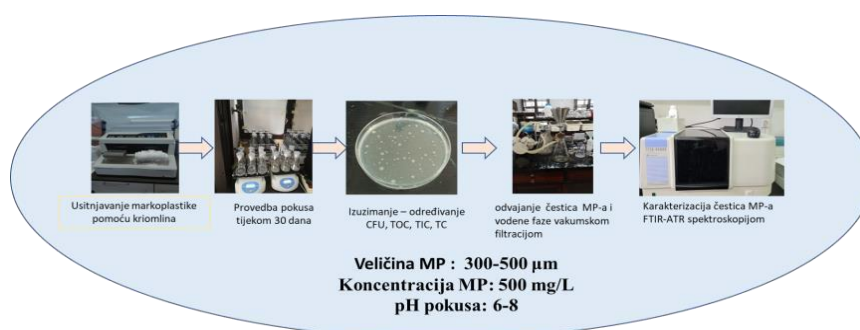
Biorazgradnja poli(vinil-klorida) primjenom gram-pozitivne bakterije

Luka Očić, Martina Miloloža, Dajana Kučić Grgić

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za industrijsku ekologiju,
Trg Marka Marulića 19, 10000 Zagreb

E-mail: locic@fkit.hr

Danas plastiku primjenjujemo svakodnevno i život bez nje je nezamisliv. Među najkorištenijim plastikama su polietilen (PE), polipropilen (PP), poli(vinil-klorid) (PVC) i poli(etilen-tereftalat) (PET)[1]. Posljedica široke primjene plastika je njihova akumulacija u okolišu što može izazivati negativne utjecaje po okoliš, ali i po ljudsko zdravlje. Zbog toga se traže novi načini uklanjanja plastičnog otpada iz okoliša, a jedan način je i biorazgradnja. Biorazgradnja se odvija primjenom mikroorganizama koji su sposobni enzimima razgraditi polimerni lanac plastičnih materijala[1]. U ovome se radu istraživala biorazgradnja PVC mikroplastike (MP) pomoću gram-pozitivne bakterijske kulture *Bacillus subtilis*. Pokus je proveden prema Full factorial dizajnu ispitujući tri čimbenika na 3 razine: pH (6, 7 i 8), broj okretaja rotacijske tresilice (100, 150 i 200 o/min) i optička gustoća (OG) bakterijske suspenzije (0,1, 0,3 i 0,5). Cilj je bio odrediti optimalne uvjete biorazradnje PVC MP uz karakterizaciju tako provedenog pokusa. Pokus je trajao mjesec dana tijekom kojih se određivao ukupan broj živih stanica bakterija (CFU) te koncentracija ukupnog ugljika (TC), organskog ugljika (TOC) i anorganskog ugljika (TIC). Nakon provedenog pokusa biorazgradnje, iz vodene faze su odvojene čestice MP-a. Potom su čestice PVC MP okarakterizirane FTIR-ATR spektroskopijom, dok se LC-MS analiza primijenila za ispitivanje mogućih otpuštenih aditiva s PVC MP u vodenu fazu. Na kraju je izmjerena i ekotoksičnost vodene faze provedbom testa ekotoksičnosti primjenom morske bakterije *Vibrio fischeri*, kako bi se utvrdilo nastaju li štetni razgradni produkti biorazgradnjom PVC-a. Dobiveni rezultati pokusa su obrađeni pomoću *Design Expert* programa uz statističku analizu (ANOVA) podatka. Dakle, optimalni uvjeti biorazgradnje PVC MP primjenom *Bacillus subtilis* su: pH = 7,74, broj okretaja = 200 o/min uz OG = 0,5. Za te uvjete je dobivena EC₅₀ vrijednost od 16,28 %. Također, trend pada TOC vrijednosti upućuje da je došlo do razlaganje organske molekule polimernog lanca PVC-a.



Slika 1: Shematski prikaz provedenog pokusa.

Zahvala

Autori zahvaljuju na financijskoj potpori Hrvatske zaklade za znanost kroz projekt pod nazivom Primjena naprednih tehnologija obrade voda za uklanjanje mikroplastike (AdWaTMiR) (IP-2019-04-9661).

Literatura:

[1] Raddadi, N., Soccio, M., Lotti, N., & Fava, F. (2019). Polyvinyl chloride biodegradation by *Pseudomonas citronellolis* and *Bacillus flexus*. *New Biotechnology*.

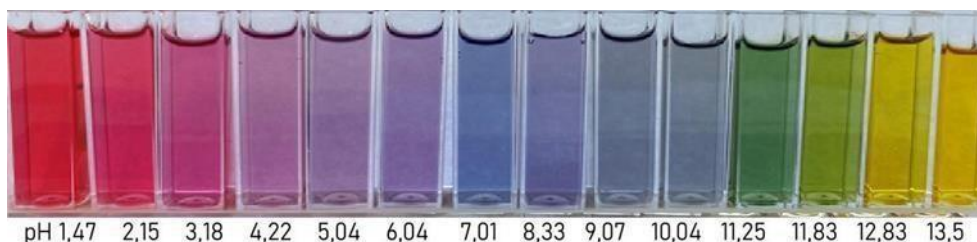
Primjena prirodnih materijala u razvoju nosivih (bio)kemijskih senzora

Rafaela Kovačević, Marlena Grbić, Ivana Murković Steinberg

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za opću i anorgansku kemiju, Trg Marka Marulića 19, 10000 Zagreb

E-mail: rkovacevi@fkit.hr

U današnje vrijeme sve je veći interes za korištenjem prirodnih materijala pri izradi nosivih kemijskih senzora (engl. *wearable chemical sensors*), uslijed njihove netoksičnosti, biorazgradivosti i općenito manjeg utjecaja na okoliš. Antocijanini su pigmenti topljivi u vodi, koji se dobivaju izoliranjem iz biljaka, poput voća i povrća. Pokazuju širok spektar boja ovisno o pH medija, zbog čega se mogu koristiti kao pH indikatori. Spektroskopske karakteristike otkrivaju mnogo o kemijskom ponašanju pigmenta te su neizostavan korak prilikom izrade optičkih senzora. Najčešće korištene metode karakterizacije su UV-Vis apsorpcijska, reflektancijska, fluorescencijska spektroskopija te kolorimetrija. Celuloza je najrašireniji prirodni polimer glukoze, koji pokazuje razna korisna svojstva, primjerice obnovljivost, visoku adsorpciju i mogućnost modifikacije. Njena mikrofibrilna struktura čini pogodnu matricu za imobilizaciju antocijanina u sensorima baziranim na prirodnim materijalima. Od mnogobrojnih derivata, karboksimetilceluloza (CMC) pokazuje velik potencijal zbog topljivosti u vodi, čime se izbjegava korištenje toksičnih otapala. U ovom radu istraživana su optička svojstva antocijanina izoliranog iz crvenog kupusa, otopljenog u otopini, imobiliziranog u CMC trakicama te CMC filmovima osušenim na stakalcima. UV-Vis spektrofotometrija je korištena za karakterizaciju antocijanina u otopini te imobiliziranog u CMC trakicama, dok je za karakterizaciju CMC filmova osušenih na stakalcima korištena reflektancija. Promjena boje pri različitim pH imobiliziranog antocijanina usporediva je s promjenom boje u otopini. Najpogodnija svojstva u vidu najprimjetnije promjene boje, jasno definiranog reflektancijskog spektra i prikladne konzistencije filma postignuta su za filmove s najvećom korištenom koncentracijom antocijanina. Prikazani rezultati najavljuju mogućnost daljnjih istraživanja ove teme i razvoja nosivih pH osjetljivih materijala u potpunosti načinjenih od prirodnih, netoksičnih, štoviše jestivih materijala, čija primjena bi bila posebno atraktivna u nosivim kemijskim sensorima.



Slika 1. Boja ispitivanih otopina antocijanina u različitim pH vrijednostima

Literatura:

- [1] Chandrasekhar, Extraction of anthocyanins from red cabbage and purification using adsorption. *Food and Bioproducts Processing*, (2012.), 90(4), 615–623.
- [2] Rahman, M.S.; Nam, S.; Karmakar, A.K.; Ahsan, M.S.; Shiddiky, M.B. Recent Developments of Carboxymethyl Cellulose. *Polymers* (2021), 13, 1345

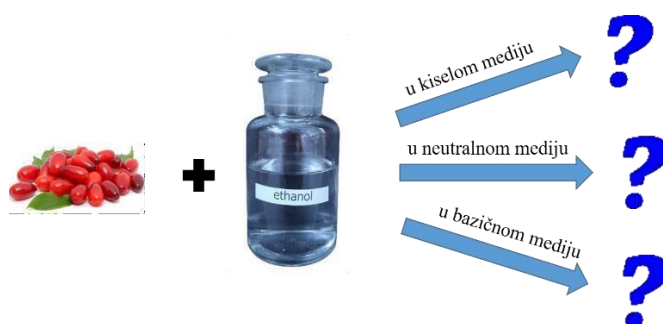
Ispitivanje primjene voća kao alternativnog pH indikatora

Antonela Knežević, Ana Amić

Sveučilište u Osijeku, Odjel za kemiju, Ulica cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek

E-mail: antonela.knezevic01@gmail.com

Ukoliko nastava kemije uključuje pokus, tada se u nastavi koriste kemikalije koje mogu biti otrovne, opasne i štetne za okoliš. U nekim slučajevima ove se kemikalije mogu zamijeniti alternativnim „kemikalijama“, kao što su npr. alternativni pH indikatori. Prethodna ispitivanja su pokazala kako se biljni materijal može uspješno upotrijebiti kao prirodni pH indikator [1-4]. U ovom radu su prethodna istraživanja proširena te uključuju ispitivanje voća kao potencijalnog indikatora i značaj odabranih otapala u pripremi indikatora. Cilj rada bio je pripremiti indikator koji bi bio funkcionalan, dostupan, bezopasan, s mogućnošću recikliranja. Istraženi biljni materijal bilo je odabrano koštičavo voće, primjerice višnje, trešnje, marelice, šljive i dr., u obliku svježeg neprerađenog voća. U preliminarnom ispitivanju odabrano je otapalo (voda ili etanol (25, 50, 75 ili 100 %)), a potom i omjer voća i otapala (1 : 10, 1 : 15, 1 : 20). Za dalji rad odabrana su ona otapala i omjer koji su dali najbolje rezultate. Dobiveni rezultati pokazuju veliki potencijal voća i etanola u primjeni alternativnih pH indikatora. Kao vizualno dojmivi pokazali su se indikatori pripremljeni od trešnje (50 i 75 % etanol) i drenjine (25, 50, 75 % etanol).



Slika 1: Indikator od drenjine.

Literatura

- [1] K. Bilić, *Istraživanje biljnog materijala kao potencijalnog kiselo-baznog indikatora*, diplomski rad, Odjel za kemiju, Osijek, 2020.
- [2] V. Caha, *Istraživanje primjene odabranih biljaka iz porodice Rosaceae kao alternativnih pH indikatora*, diplomski rad, Odjel za kemiju, Osijek, 2021.
- [3] A. Pejić, *Primjena svježe aronije, Aronia melanocarpa (Michx.) Elliott, kao kiselo-baznog indikatora*, diplomski rad, Odjel za kemiju, Osijek, 2022.
- [4] M. Grgić, *Primjena suhe aronije, Aronia melanocarpa (Michx.) Elliott, kao kiselo-baznog indikatora*, diplomski rad, Odjel za kemiju, Osijek, 2022.

Utjecaj vrste biokompatibilnog polianiona na svojstva polielektrolitnih višeslojeva s kitozanom

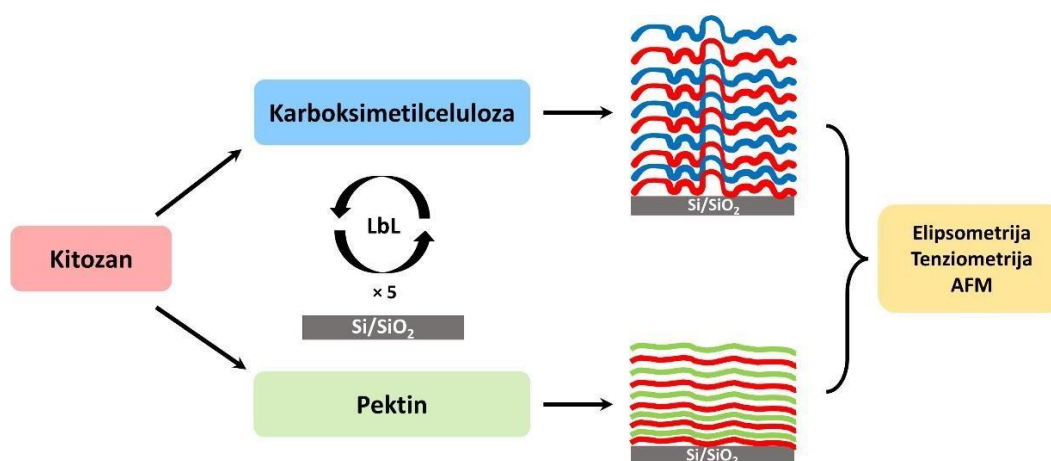
Ana Ivančić, Juraj Nikolić, Davor Kovačević

Sveučilište u Zagrebu, Kemijski odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet,
Horvatovac 102a, 10000 Zagreb

E-mail: aivancic@chem.pmf.hr

Polielektrolitni višeslojevi (PEM) su tanki filmovi pripremljeni naizmjeničnom adsorpcijom polielektrolita na čvrstu površinu.[1] PEM-ovi prirodnih biokompatibilnih polielektrolita poput kitozana, karboksimetilceluloze i pektina primamljivi su predmet istraživanja zbog svojih baktericidnih i fungicidnih svojstva te pronalaze primjenu kao zaštita voća od truljenja.[2] U ovom istraživanju „sloj po sloj“ (LbL) metodom pripremljeno je ukupno šest filmova sa različitim koncentracijama natrijevog klorida u ishodnim otopinama.[3] Tri PEM-a pripremljena su naizmjeničnom adsorpcijom kitozana i karboksimetilceluloze na silicijev supstrat, a ostala tri naizmjeničnom adsorpcijom kitozana i pektina. Rast višeslojeva praćen je elipsometrijski, dok je njihova površina, odnosno površinska morfologija i hrapavost, promatrana mikroskopijom atomskih sila (AFM). Filmovima s pektinom prilikom pripreme tenziometrijski je praćena promjena kontaktnog kuta. Nadalje, napravljena je usporedba debljina određenih elipsometrijski i AFM-om.

Rezultati ukazuju da su višeslojevi kitozana i karboksimetilceluloze deblji od filmova pripremljenih sa pektinom kao polianionom. Rast svih pripremljenih višeslojeva je eksponencijalan. Uvođenjem odnosno promjenom koncentracije pozadinske soli, natrijeva klorida, mijenja se debljina višeslojeva s karboksimetilcelulozom, za razliku od višeslojeva s pektinom na čiju debljinu natrijev klorid nema vidljivog utjecaja. Kontaktni kutevi ukazuju na izrazitu hidrofilitnost višeslojeva s pektinom te je uočen „cik-cak“ trend, odnosno promjenu kontaktnog kuta ovisno o zadnjem adsorbiranom sloju. Debljine pojedinih višeslojeva određene elipsometrijski odnosno AFM-om pokazale su dobro podudaranje.



Literatura

- [1] L. M. Petrila, F. Bucatariu, M. Mihai, C. Teodosiu, *Materials* **14** (2021) 4152.
- [2] X. Liu, C. Tang, W. Han, H. Xuan, J. Ren, J. Zhang L. Ge, *Colloids Surf.* **529** (2017) 1016–1023.
- [3] G. Decher, J. D. Hong, J. Schmitt, *Thin Solid Films* **210-211** (1992) 831-83

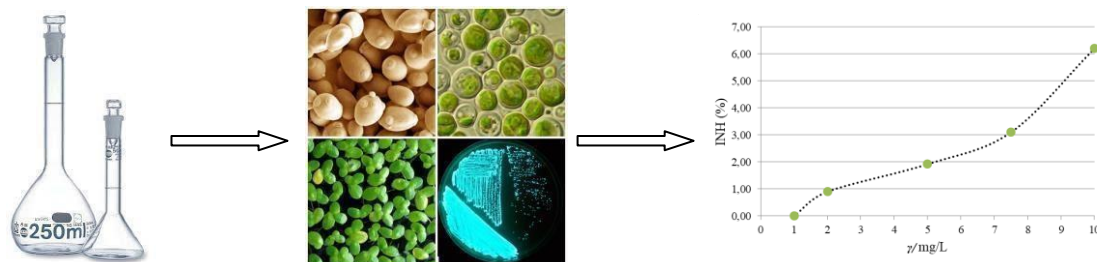
Provedba ekotoksikoloških studija za ispitivanje azitromicina i 4-(2-(4-(6-chloro-1H-benzo[d]imidazol-2-il)fenoksi)etil)morfolina

Karlo Grgurević, Leona Kuzmić, Leonora Rivić, Ivana Sokol, Martina Miloloža, Dajana Kučić Grgić

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za industrijsku ekologiju, Trg Marka Marulića 19, 10000 Zagreb

E-mail: kgrgurevi@fkit.hr

S obzirom na porast ljudske populacije, raste i upotreba lijekova što posljedično povećava njihovo dospijevanje u okolišne sastavnice. Učestalo se koriste antibiotici, posebice oni širokog spektra djelovanja među kojima se ubraja i azitromicin. Predstavnik je makrolidnih antibiotika čije je djelovanje usmjereno na sprečavanje bakterijskog rasta i sintezu proteina. Nadalje, u medicinskoj su kemiji od posebnog značaja i benzimidazoli, odnosno heterociklički spojevi koji se koriste za proizvodnju novih bioaktivnih molekula u farmaceutskoj industriji. U ovu se skupinu ubraja i 4-(2-(4-(6-chloro-1H-benzo[d]imidazol-2-il)fenoksi)etil)morfolin. U slučaju zadržavanja navedenih farmaceutika u okolišu, moguć je njihov negativan ekotoksični utjecaj na vodene organizme. Prema navedenom, cilj ovoga rada je bio ispitati ekotoksični utjecaj azitromicina i 4-(2-(4-(6-chloro-1H-benzo[d]imidazol-2-il)fenoksi)etil)morfolina, kao i njihovih smjesa na četiri različita testna organizma. Ispitivanja su se provodila primjenom morske bakterije *Vibrio fischeri*, kvasca *Saccharomyces cerevisiae*, mikroalge *Chlorella sp.* i vodene leće *Lemna minor* za azitromicin i morfolin u koncentracijama 10, 7,5, 5, 2 i 1 mg/L te smjese azitromicina i morfolina u omjerima 1:1, 2:1, 1:2, 1:3 i 3:1. Navedene ekotoksikološke studije su se provodile prema standardnim metodama uz praćenje smanjenja bioluminiscencije za *Vibrio fischeri*, inhibiciju fermentacije saharoze za *Saccharomyces cerevisiae*, inhibiciju rasta *Chlorella sp.* te inhibiciju rasta i sastava klorofila *Lemna minor*. Prema rezultatima, uočeno je povećanje inhibicije bioluminiscencije *Vibrio fischeri* povišenjem ispitivanih koncentracija azitromicina i morfolina uz više inhibicije za morfolin. Najviša inhibicija (98,25 %) je uočena za omjer 3:1 uz izraženije sinergistično djelovanje. Za provedene testove primjenom *Saccharomyces cerevisiae* primijećeno je smanjenje inhibicije smanjenjem ispitivanih koncentracija azitromicina, uz 100,00 % inhibiciju *Saccharomyces cerevisiae* pri 10 mg/L morfolina. Ispitivani omjer 3:1 ponovno se pokazao najtoksičnijim uz antagonističko djelovanje pri višim koncentracijama. Najvišu inhibiciju rasta *Chlorella sp.* (8,40 %) pri 10 mg/L izazvao je morfolin, dok je najtoksičniji za mikroalgu bio omjer 1:2 (4,49 %). Povećanje inhibicija specifičnog rasta *Lemna minor* uočeno je povećanjem ispitivanih koncentracija i azitromicina i morfolina. Zaključno, veći ekotoksični utjecaj se može primijetiti za morfolin uz najveću osjetljivost kvasca *Saccharomyces cerevisiae* na ispitivane farmaceutike.



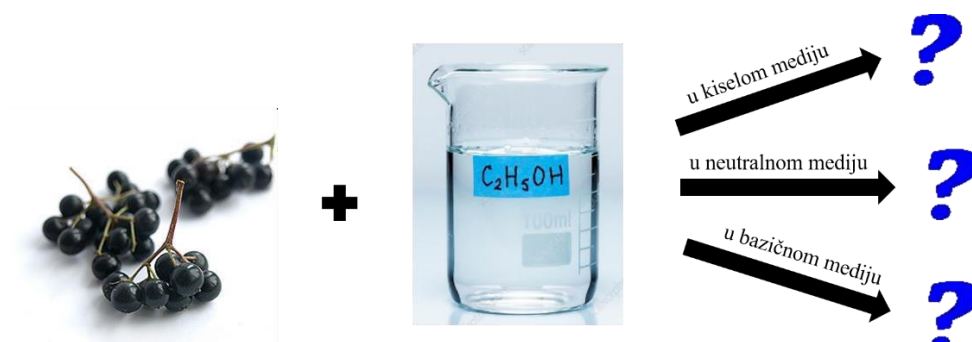
Primjena crne bazge kao prirodnog kiselo-baznog indikatora

Ladislava Laszlo, Monika Rubil, Ana Amić

Sveučilište u Osijeku, Odjel za kemiju, Ulica cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek

E-mail: ladalaszlo1505@gmail.com

Crna bazga (*Sambucus nigra* L.) je grmolika biljka široko rasprostranjena i na sjevernoj i na južnoj hemisferi. Prepoznatljiva je po bijelim cvjetovima koji formiraju veliki štitasti cvat, kao i po tamno ljubičastim (gotovo crnim) plodovima. Iako se cvijet i plod bazge koriste u prehrani i tradicionalnoj medicini, ova biljka nije čest predmet istraživanja. Boja bobica bazge sugerira da sadrže spojeve koji u ovisnosti o pH mijenjaju boju otopine zbog čega bi mogle poslužiti kao prirodni kiselo-bazni indikator. Stoga je u ovom radu korišten svježi plod bazge za pripremu takvih indikatora. Cilj rada bio je utvrditi značaj otapala u pripremi indikatora, odabrati najbolje otapalo, ispitati trajnost indikatora i ispitati mogućnost recikliranja kako bi se smanjilo stvaranje otpada. Rezultati ukazuju na izuzetnu dugotrajnost indikatora i korištenog biljnog materijala. Ovako pripremljeni indikatori imaju niz prednosti. Naime, u njihovoj pripremi nema otpada i koriste se zelena otapala (voda, etanol), pa možemo reći da su ovi indikatori zeleni. Indikator od bazge se lako priprema i nije opasan, pa bi kao takav mogao naći primjenu u nastavi kemije. Na taj bi se način gradivo kemije lakše povezalo sa svakodnevnim životom čime bi se olakšalo razumijevanje i učenje.



Slika 1: Indikator od bobica crne bazge.

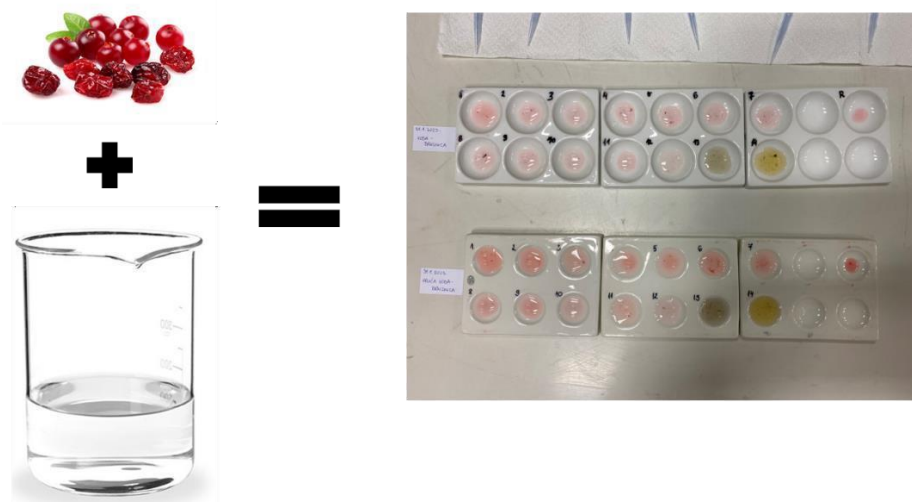
Primjena ploda brusnice kao kiselo-baznog indikatora

Monika Rubil, Ladislava Laszlo, Ana Amić

Sveučilište u Osijeku, Odjel za kemiju, Ulica cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek

E-mail: monikarubil94@gmail.com

Brusnicom se naziva nekoliko vrsta grmolikih biljaka koje pripadaju porodici vrjesovki, Ericaceae. Ove biljke su raširene po sjevernoj hemisferi, a poznate su po crvenim plodovima. Plodovi su bogati vitaminima i mineralima te su zastupljeni u raznim prehrambenim proizvodima. Boja ploda govori da se u plodu nalaze i spojevi koji bi pri pojedinom pH mogli dati drugačiju boju, stoga bi plodovi brusnice mogli poslužiti u pripremi prirodnih kiselo-baznih indikatora. U radu su pomoću svježih plodova brusnice i odabranih otapala (voda i etanol – zelena otapala) pripremljene otopine indikatora. Cilj je bio utvrditi bolje otapalo za pripremu indikatora, ispitati trajnost i mogućnost recikliranja (radi smanjenja stvaranja otpada). Indikatori i korišteni biljni materijal su se pokazali dugotrajnima, a osim toga imaju i niz drugih prednosti (nema otpada, zelena otapala, jednostavna priprema, nisu opasni). Obzirom na navedene prednosti, brusnica bi mogla naći primjenu u učionici kemije. Osim što bi se pomoću nje pripremili indikatori, samo gradivo (kiseline, baze, indikatori) bi se povezalo sa životom što bi pospješilo razumijevanje i olakšalo pamćenje i učenje.



Slika 1: Brusnica kao indikator.

Karakterizacija polielektrolitnih nanofilmova baziranih na biokompatibilnim derivatima prirodnih polielektrolita

Stipe Blažević, Mia Mesić, Juraj Nikolić, Davor Kovačević

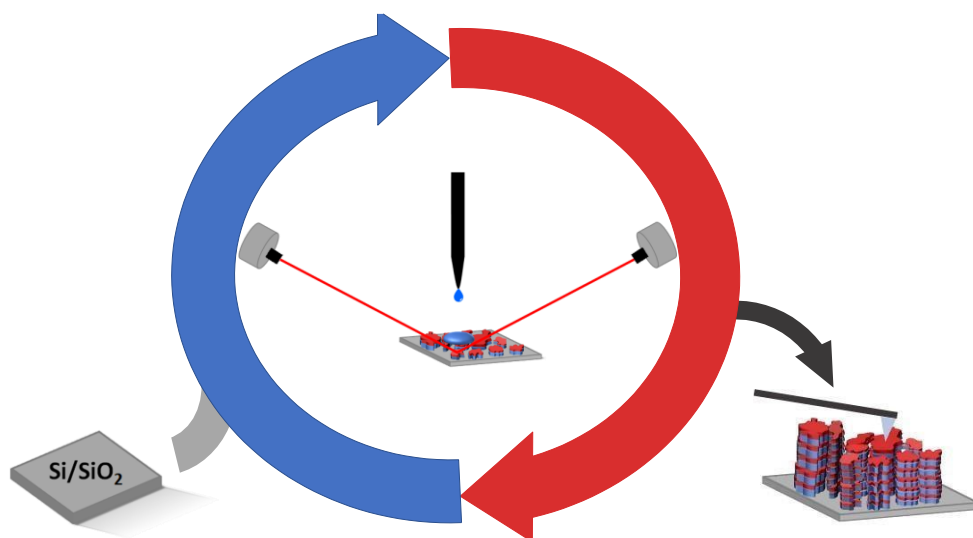
Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Kemijski odsjek, Zagreb

E-mail: sblazevic.chem@pmf.hr

N,N,N-trimetilkitozan (TMC) je derivat kitozana koji dobiva na popularnosti jer ima slična svojstva kao kitozan, ali je topljiviji u širem pH području. Uporabu pronalazi u dostavi lijekova, dostavi DNA te u tkivnom inženjerstvu.[1] Karboksimetilceluloza (CMC) acetilirani je derivat celuloze koji je topljiv u vodi. Zbog svoje viskoznosti često se koristi kao zgušnjivač emulzija, također se koristi u ljepilima te deterdžentima.[2] Kombinacijom ovih polielektrolita mogu se prirediti biokompatibilni materijali zvani polielektrolitni višeslojevi.

Cilj ovog rada bio je istražiti svojstva biokompatibilnih polielektrolitnih višeslojeva sastavljenih od TMC i CMC na supstratu silicija. Filmovi su pripremljeni Decherovom „sloj-po-sloj“ metodom.[3] Proučavano je kako povećanje ionske jakosti otopina polielektrolita utječe na rast filmova, te na njihovu močivost površine i površinska svojstva. Rast filmova praćen je elipsometrijom odnosno mjerenjem njegove debljine, a tenziometrijom močivost površine odnosno mjerene su vrijednosti kontaktnog kuta između kapljice vode i filma za svaki pojedini sloj. Nakon pripreve filmova od deset slojeva, mikroskopijom atomskih sila (AFM) snimljene su njihove površine te su dobiveni površinski parametri poput debljine, hrapavosti te prekrivenosti površine filmom.

Rezultati su pokazali da povećanjem ionske jakosti dolazi do smanjenja debljine filmova i pad u vrijednostima ostalih parametara površine. Osim toga, pokazano je prisustvo *stripping* efekta u filmu bez dodatka soli. Tenziometrijom je pokazano da su svi filmovi hidrofilni.



Literatura

- [1] A. Malik, M. Gupta, V. Gupta, H. Gogoi i R. Bhatnagar, *Int. J. Nanomedicine* (2018) 7959–7970.
- [2] S. Rahman, S. Hasan, A. S. Nitai, S. Nam i A. K. Karmakar, S. Ahsan, M. J. A. Shiddiky, M.B. Ahmed, *Polymers* (2021) 1345.
- [3] G. Decher, J. D. Hong i J. Schmitt, *Thin Solid Films* (1992) 831–835.



FKITMCMXIX



Curte[®]
ZAGREB D.O.O.

EUROCOM
D.O.O.

KLARA[®]



ATLANTIC
GRUPA



OPG Tavra

