



KNJIŽIĆA SAŽETAKA

2. STUDENTSKI KONGRES O ODRŽIVOJ KEMIJI I INŽENJERSTVU



HRVATSKO DRUŠTVO KEMIJSKIH INŽENJERA I TEHNOLOGA
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE

2. STUDENTSKI KONGRES O ODRŽIVOJ KEMIJI I INŽENJERSTVU (2. SKOKI)

Zagreb, 25. i 26. listopada 2024.

Izdavač

Hrvatsko društvo
kemijskih inženjera i tehnologa (HDKI)

Za izdavača

Tomislav Bolanča

Urednice

Dora Felber
Dora Ljubičić

Recenzenti

Anita Šalić
Katarina Mužina

Tekst pripremili

AUTORI, koji su odgovorni za tekst sažetaka

Priprema

Dora Felber
Dora Ljubičić

ISBN: 978-953-6894-89-5

ORGANIZATORI

Studentska sekcija Hrvatskoga društva
kemijskih inženjera i tehnologa (SSHDKI)
Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i
tehnologije (FKIT)

ORGANIZACIJSKI ODBOR

Dora Ljubičić, predsjednica Organizacijskog odbora

Lea Raos, predsjednica Studentske sekcije HDKI-ja

Adrijana Karniš

Antonija Jelavić

Ana Žitković

Dora Mendaš

Dora Felber

Frane Medun

Iva Turkalj

Jan Kaplan

Jelena Škrtić

Karla August

Karla Čulo

Karla Radak

Lea Raos

Lina Šepić

Matea Sudar

Nikolina Karačić

Paula Šimunić

Toma Premec

Vilim Boroša

SPONZORI I DONATORI

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije

JGL

OPG Mlinarić

OPG Rossi

MEDICPRO d.o.o.

SHIMADZU

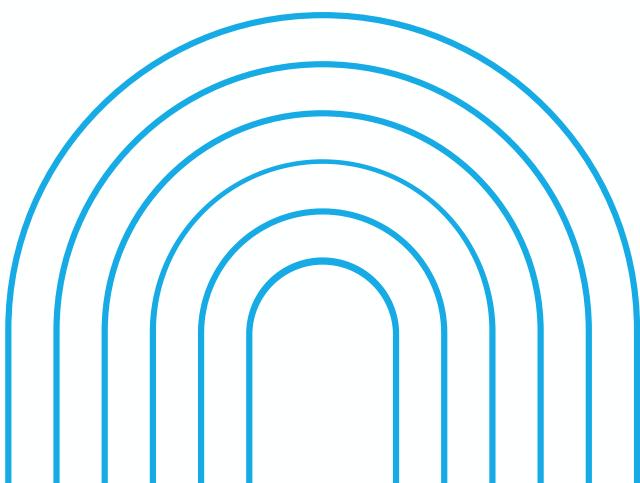
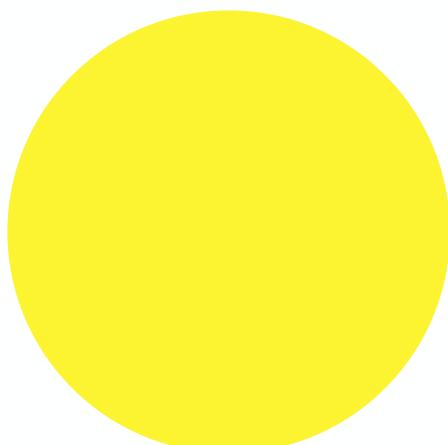
Kozmetički salon RUNOLIST

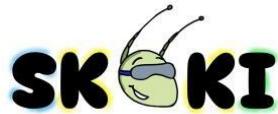
Patrizia beauty salon

ReaX Lab

Nail Lab

Ru-Ve





Uvod

Studentski kongres o održivoj kemiji i inženjerstvu (SKOKI) prvi put je održan 01. travnja 2023., a ove se godine 2. SKOKI provodi u dva dana, 25. i 26. listopada 2024. Održivi razvoj predstavlja jedan od ključnih izazova suvremenog društva, a kemijski inženjeri igraju ključnu ulogu u oblikovanju održivih rješenja za zaštitu okoliša i očuvanje resursa. Motivacija za organizaciju 2. Studentskog kongresa o održivoj kemiji i inženjerstvu povezivanje je stručnjaka i studenata iz znanosti i industrije kako bi zajednički doprinijeli rješavanju globalnih ekoloških problema.

Interdisciplinarnost je temelj ovog kongresa, omogućujući razmjenu znanja i ideja među sudionicima s različitim znanstvenim i profesionalnim pozadinama. Cilj je potaknuti raspravu o tehnologijama koje podržavaju održivost u kemijskoj industriji, kao i integrirati principe zelene kemije i inženjerstva u postojeće procese.

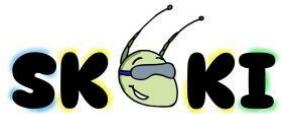
Kongres je prilika za promicanje svijesti o zaštiti okoliša i održivom razvoju i razmjenu inovativnih ideja i istraživanja.

Na ovogodišnjem Kongresu prijavljeno je 136 sudionika. Održat će se 4 plenarna i 2 pozvana predavanja. Također, prvi dan kongresa bit će održan kviz općeg znanja. Žiri će birati najbolje poster izlaganje koje će na kraju kongresa biti ocijenjeno. Na kraju želim zahvaliti svima na prijavama i doprinosu ovom Kongresu, kao i uspješna poster izlaganja i predavanja!

Dora Ljubičić

Predsjednica Organizacijskog odbora

2. Studentskog kongresa o održivoj kemiji i inženjerstvu



Uvodna riječ predsjednice Studentske sekcije HDKI-ja

Poštovani gosti,

dobrodošli na 2. Studentski kongres o održivoj kemiji i inženjerstvu!

Naša sekcija kroz brojne projekte ostvaruje značajne uspjehe poradi čega je nagrađena raznim priznanjima i nagradama.

Ovim putem posebno bih se zahvalila organizacijskom odboru, svojim kolegama i Dori Ljubičić, voditeljici projekta, koji su s predanošću radili na pripremi ovog događaja.

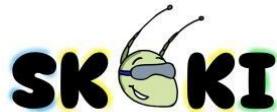
Iskreno zahvaljujem dekanu prof. dr. sc. Anti Jukiću i cijelom Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije što su nam omogućili održavanje kongresa u prostorijama fakulteta čime su nas podržali u našoj misiji. Također, zahvaljujem prodekanu prof. dr. sc. Ernestu Meštroviću na njegovoj podršci i pomoći u završnim danima priprema, što je značajno pridonijelo uspješnosti ovog kongresa.

Vjerujem da će Vam ovaj kongres pružiti priliku za inspiraciju, razmjenu ideja i stjecanje znanja koje će Vam koristiti u dalnjem radu i razvoju. Učenje i suradnja temelj su naše sekcije, a ovaj kongres upravo je prilika za dodatno jačanje tih vrijednosti!

Želim Vam uspješan kongres, ispunjen inspirativnim razmjenama znanja i ugodnim trenucima. Nadam se da ćete u potpunosti uživati u sadržaju i umrežavanju s kolegama te da će Vam ovaj kongres donijeti nove uvide i profesionalne prilike.

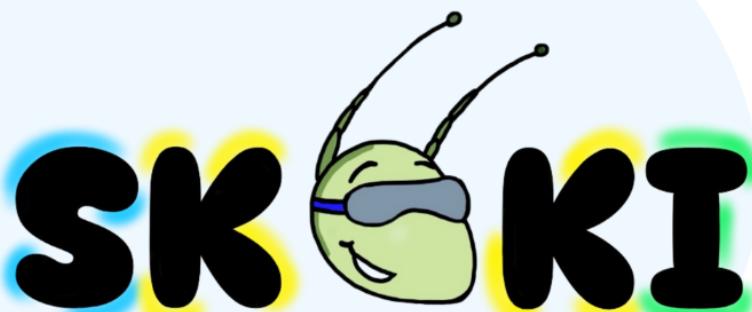
Lea Raos,

predsjednica Studentske sekcije Hrvatskog društva kemijskih inženjera i tehnologa



2. Studentski kongres o održivoj kemiji i inženjerstvu

PROGRAM KONGRESA



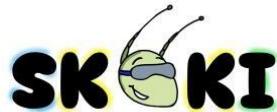
RASPORED ZA PETAK

VRIJEME	EVENT
18:00 - 18:05	Uvodna riječ
18:05 - 18:35	Katarina Mužina
18:40 - 18:55	SHORT BREAK
19:00 - 20:00	Pub kviz i druženje (Vijećnica)

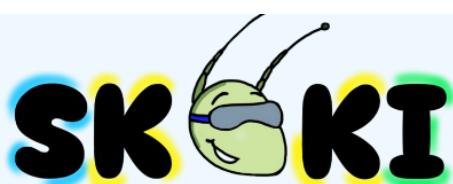
* ostale aktivnosti i predavanja odvijati će se u MKV19



25. - 26. listopada 2024.



2. Studentski kongres o održivoj kemiji i inženjerstvu



RASPORED ZA SUBOTU

VRIJEME	EVENT
9:00 - 9:30	REGISTRACIJA
9:30 - 9:45	Uvodna riječ
9:45 - 10:20	Lara Mikac
10:20 - 11:10	Bahar Karadeniz
11:10 - 12:00	Robert Vianello
12:00 - 12:30	COFFEE BREAK (Vijećnica)
12:30 - 13:20	Petar Kassal
13:20 - 13:55	Anita Šalić
14:00 - 15:00	LUNCH BREAK (Vijećnica)
15:00 - 15:50	Viktor Simončič
15:55 - 16:55	Poster prezentacije (MKM19)
16:55 - 17:05	Završna riječ

*Ostale aktivnosti i predavanja odvijat će se u MKV19

25. - 26. listopada 2024.



SADRŽAJ

PLENARNA PREDAVANJA

Bahar Karadeniz

SOLVENT-FREE SYNTHESIS OF ADVANCED METAL-ORGANIC FRAMEWORKS

AND THEIR

COMPOSITES.....2

Robert Vianello

RAČUNALOM PROTIV NEURODEGENERATIVNIH BOLESTI.....4

Petar Kassal

SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR SCALABLE FABRICATION OF PLANAR AND
FLEXIBLE ELECTROCHEMICAL SENSORS.....6

Viktor Simončič

DA LI JE MOGUĆE ODRŽIVO GOSPODARENJE OTPADOM BEZ ENERGANA, PITA SE
KEMIJSKI INŽENJER?7

POZVANA PREDAVANJA

Katarina Mužina

OD STUDENTICE DO ZNANSTVENICE: KAKO OTKRITI SVOJ PUT U SVIJETU
KEMIJE I
INŽENJERSTVA?.....10

Lara Mikac

OTKRIVANJE NEVIDLJIVIH PRIJETNJI: ANALIZA MIKROPLASTIKE RAMANOVOM
SPEKTROSKOPIJOM.....11

Anita Šalić

SMALL BUT MIGHTY: HOW MICROFLUIDICS ARE TRANSFORMING SCIENCE AND
TECHNOLOGY.....13

POSTERSKA IZLAGANJA

Ana Stanić, Anita Šalić, Ana Jurinjak Tušek, Bruno Zelić

BIOTRANSFORMACIJA GLUKOZE U MIKROREAKTORU KATALIZIRANA IMOBILIZIRANIM ENZIMOM GLUKOZA DEHIDROGENAZA.....	15
Petra Kopjar, Mislav Milčić, Martina Firšt, Iva Ćurić, Davor Dolar	
UKLANJANJE BOJE IZ TEKSTILNE OTPADNE VODE AKTIVNIM UGLJENOM.....	17
Nikica Baričević, Ena Miletić, Karla Stražičić, Lucija Vlahović, Vesna Ocelić Bulatović	
GRAFTIRANJE MALEINSKOG ANHIDRIDA NA PLA.....	18
Dora Bramberger, Karlo Grgurević, Martina Miloloža, Vesna Ocelić Bulatović, Dajana Kučić Grgić	
IZOLACIJA I IDENTIFIKACIJA MIKROORGANIZAMA IZ OTPADNOG ŠKROBA ZA SINTEZU	
POLIHIDROKSIALKANOATA.....	19
Karla August, Jana Ropac, Mia Gotovuša, Bruno Zelić, Anita Šalić	
KEMIJSKA TRANSESTERIFIKACIJA OTPADNOG SUNCOKRETOVOG ULJA VIŠIM ALKOHOLIMA U KOTLASTOM REAKTORU.....	21
Klara Cvitkušić, Frane Medun, Anica Pavlinović, Iva Ćurić, Davor Dolar	
UČINKOVITOST UKLANJANJA ANIONSKIH I NEIONSKIH TENZIDA IZ REALNE TEKSTILNE OTPADNE VODE.....	23
Korina Krog, Tea Sokač Cvetnić, Davor Valinger, Jasenka Gajdoš Kljusurić, Maja Benković, Tamara Jurina, Ivana Radojčić Redovinković, Ana Jurinjak Tušek	
PRIMJENA BLISKO-INFRAKRVENE SPEKTROSOPIJE ZA PREVIĐANJE BROJA MIKROORGANIZAMA U KOMPOSTU POKOŽICE GROŽĐA TIJEKOM KOMPOSTIRANJA NAKON RAZLIČITIH PREDTRETMANA POKOŽICE.....	24
Bernarda Bužak, Lorena Prebanda, Vesna Ocelić Bulatović, Martina Miloloža, Dajana Kučić Grgić, Anita Šalić, Ana Jurinjak Tušek	
BIOPLASTIKA: ANALIZA KOMPOSTABILNOSTI BIOPLASTIKE PUTEM KUĆNOG KOMPOSTIRANJA.....	25
Marta Blažek, Nela Jakešević, Matea Galović, Petra Mihalić, Bruno Zelić, Anita Šalić	



TRANSESTERIFIKACIJA JESTIVOOG SUNCOKRETOVOG ULJA KATALIZIRANA LJUSKAMA JAJETA.....	27
--	----

Matea Kalanj

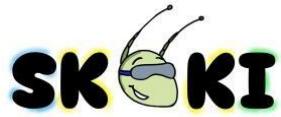
NOVI SENZORSKI MATERIJAL ZA IZRADU POTENCIOMETARSKOG SENZORA ZA TENZIDE.....	29
--	----

Sabina Fućak, Laura Jaklenec, Filip Car

UPOTREBA TEHNOLOGIJE 3D-ISPISA ZA IZRADU KATALIZATORA U PODRUČJU ZAŠTITE	
---	--

OKOLIŠA.....	30
--------------	----

SPONZORI I DONATORI.....	32
---------------------------------	----



2. Studentski kongres o održivoj kemiji i inženjerstvu

PLENARNA PREDAVANJA

Solvent-free synthesis of advanced metal-organic frameworks and their composites

Bahar Karadeniz

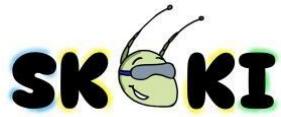
Division of Physical Chemistry, Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Croatia

e-mail: bahar.karadeniz@irb.hr

Metal-organic frameworks (MOFs) are a class of crystalline porous materials orderly constructed from metal clusters or ions and organic linkers. Owing to their outstanding properties, such as high surface area, porosity, structural tunability, and chemical and thermal stability, MOFs offer many opportunities in academia and industry as well. They have a wide application area of storage, catalysis, and quantum computing. Depending on the connectivity of the inorganic and organic linkers, some of the MOFs show extremely high surface areas with tunable pore size and functionality and small apertures which enable them to perform as host matrixes for functional guest molecules to form MOF composites via strong host guest interactions for improved properties. [1,2] However, conventional synthetic procedures for the synthesis of MOFs and their composites can be decisive for industrial applications, as the expensive and potentially dangerous procedures will reflect on the availability and the cost of the material. Furthermore, the synthesis of MOF composites is confronted with additional problems such as solubility issues and competition between the solvent molecules and guest molecules to inhabit the MOF pores. Here we present how mechanochemistry can solve the existing problems and offer an environmentally friendly and rapid synthetic approach as an alternative method for synthesizing MOFs and their composites. Besides providing the requirements for green synthesis, mechanochemistry also enables the formation of phase-pure MOFs, the control of guest molecule content in the MOF composites, as well as the dilution of active spin qubits in the MOF matrix. [3,4,5]

References:

- [1] H. Zhou, J. R. Long, O. M. Yaghi, Chem. Rev., 2012, 2, 673–674
- [2] K. O. Kirlikovalı, S. L. Hanna, F. A. Son, O. K. Farha, ACS Nanoscience Au, 2023, 3, 37–45
- [3] B. Karadeniz, D. Žilić, I. Huskić, L. S. Germann, A. M. Fidelli, S. Muratović, I. Lončarić, M. Etter, R.E. Dinnebier, D. Barišić, N. Cindro, T. Islamoglu, O. K. Farha, T. Frisčić, K. Užarević, JACS, 2019, 141, 19214–19220.



2. Studentski kongres o održivoj kemiji i inženjerstvu

- [4] B. Karadeniz, V. Martinez, N. Biliškov, I. Lončarić, S. Muratović, D. Žilić, S. Avdoshenko, M. Roslova, A. Popov, K. Užarević, Chem. Mater., 32, 10628, 2020
- [5] B. Karadeniz, L. Vujević, N. Cindro, A. Krajnc, G. Mali, S. Avdoshenko, A. Popov, D. Žilić, K. Užarević, M. Kveder, Chem. Sci., 14, 9389, 2023.

Računalom protiv neurodegenerativnih bolesti

Robert Vianello

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

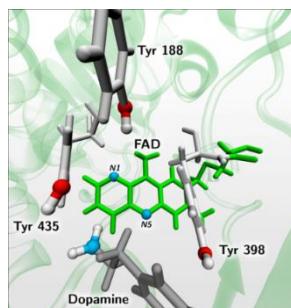
e-mail: robert.vianello@irb.hr

Računalna kemija obuhvaća čitav niz računalnih tehnika usmjerenih prema razumijevanju strukture i svojstava molekula, materijala i bioloških sustava, a kroz godine profilirala se kao ravnopravan, a često i neophodan partner eksperimentima u svim granama kemije. Računalne metode omogućuju detaljan uvid u elektronsku strukturu te ponašanje i karakteristike sustava na razini samih atoma, što je vrlo često nemoguće odrediti čak i naj sofisticiranijim instrumentima.

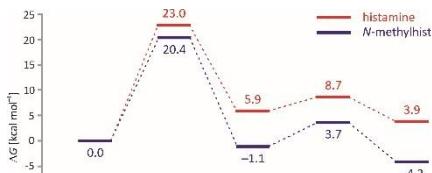
Monoaminoooksidaza (MAO) je flavoenzim odgovoran za metabolizam velikog broja biogenih i prehrambenih amina, uključujući i mnoge neurotransmitere u mozgu, poput dopamina i serotonina, čija je neravnoteža vrlo usko povezana s nastankom i razvojem niza neuroloških poremećaja, primjerice Alzheimerove ili Parkinsonove bolesti te depresije. Stoga, posljednjih 60 godina MAO predstavlja središnju farmakološku metu u liječenju neurodegeneracije,^[1] a u novije vrijeme navodi se i kao obećavajuća meta u borbi protiv različitih tumora.^[2] Ipak, unatoč farmakološkoj važnosti i brojnim istraživanjima, precizni mehanizmi katalitičke aktivnosti MAO enzima ili njegove inhibicije postojećim lijekovima sve do nedavno nisu bili razjašnjeni. Ovo je od presudne važnosti u razvoju efikasnijih inhibitora kao analoga prijelaznog stanja, posebice jer dostupni lijekovi uzrokuju značajne nuspojave te isključivo ublažuju simptome oboljenja i ne nude izljeчењe.

Koristeći različite računalne pristupe, predložili smo potpuno novi hidridni mehanizam MAO katalize (Slike 1–2),^[3] koji je potvrđen ^{13}C kinetičkim izotopnim mjeranjima^[4] te nizom drugih računalnih studija. Pored toga, pokazali smo da klinički lijekovi selegilin i rasagilin inaktiviraju MAO kroz analognu reakciju iniciranu apstrakcijom hidrida s inhibitora na kofaktor enzima.^[5] Također, naše analize upućuju na izglednu mogućnost da poremećaji u radu MAO enzima uzrokovani vezanjem SARS-CoV-2 virusa uzrokuju neurološke smetnje kod pacijenata s COVID-19 infekcijom.^[6] Posljednje, najnoviji rezultati u području računalno-potpomognutog razvoja lijekova identificirali su indol-2-N-metilpropargilamin kao vodeći spoj,^[7] čiji afinitet

vezanja za MAO nadmašuje postojeće lijekove (Slika 3). Istodobno, njegovi kinetički i termodinamički parametri inhibicije sugeriraju i veću efikasnost pa se njegova sinteza i biološka karakterizacija snažno preporučuju.



Slika 1. Vezanje dopamina u aktivno mjesto MAO enzima.



Slika 2. Katalitički mehanizam MAO enzima na primjeru histamina (crveno) i *N*-metilhistamina (plavo)



Slika 3. Vezanje indol-2-*N*

metilpropargilamina **4fMe** prema MAO enzimu, identificiranog pomoću računalnopravljene optimizacije razvoja lijekova.

Literatura:

- [1] GS Baweja, S Gupta, B Kumar, P Patel, V Asati (2023) *Mol Divers* 28: 1823.
- [2] S Sblano, A Boccarelli, F Mesiti, R Purgatorio, M de Candia, M Catto, CD Altomare (2024) *Eur J Med Chem* 267: 116180.
- [3] R Vianello, M Repič, J Mavri (2012) *Eur J Org Chem* 36: 7057; R Vianello, C Domene, J Mavri (2016) *Front Neurosci* 10: 327.
- [4] JR Tormos, MB Suarez, PF Fitzpatrick (2016) *Arch Biochem Biophys* 612: 115.
- [5] T Tandarić, R Vianello (2019) *ACS Chem Neurosci* 10: 3532.
- [6] L Hok, H Rimac, J Mavri, R Vianello (2022) *Comp Struct Biotechnol J* 20: 1254.
- [7] L Vrban, R Vianello (2024) *Pharmaceuticals* 17: 1292.

Sustainable technologies for scalable fabrication of planar and flexible electrochemical sensors

Petar Kassal

Faculty of Chemical Engineering and Technology, University of Zagreb, Marulićev trg 19, HR-10000 Zagreb, Croatia

e-mail: pkassal@fkit.unizg.hr

Chemical sensors enable quick and easy determination of various analytes and are present in many industries: biomedicine and healthcare, wearables, food industry, automotive industry, agriculture, environmental protection, etc. Electrochemical sensors, devices where the voltage or current response is the result of the interaction of the analyte and the electrode surface, are the most represented subgroup of chemical sensors. Electrodes for new generations of electrochemical sensors are usually mass produced by screen printing or photolithographic techniques. However, inkjet printing represents a green alternative to the mentioned technologies. Compared to screen printing, inkjet printing is a digital technique that enables better resolution, generates less waste and does not require the creation of special masks, templates or screens.

In this presentation, an overview of our approach to sustainable printed electrochemical sensor development will be given. Examples of two conductive inks, based on silver nanoparticles and graphene nanosheets, used for inkjet printing of electrodes will be shown. The printed electrodes are treated with intense pulsed light which is more energy efficient and quicker than conventional thermal processing. The electrodes can be further modified to serve a different function in an electrochemical sensing system. We have thus developed planar Ag/AgCl reference electrodes, flexible solid-contact ion-selective electrodes, voltammetric azithromycin sensors, and amperometric lactate sensors based on a printed prussian blue mediator layer. Some details on each of these systems will be given.

Da li je moguće održivo gospodarenje otpadom bez energana, pita se kemijski inženjer?

Viktor Simončič

e-mail: viktor.simoncic@gmail.com

Živimo u svijetu koji se mijenja. Iz godine u godinu trošimo sve više resursa nego što nam je na raspolaganju. 1972. godine, kad je održana povjesna konferencija Ujedinjenih Naroda u Stockholm posvećena okolišu, trošili smo manje resursa nego nam je na bilo raspolaganju, dok danas godišnje resurse potrošimo na prijelazu osmog i sedmog mjeseca. Dogodine će to biti krajem srpnja. Neke države potroše i višestruko više, pa i nekoliko godina unaprijed od onoga što bi im stajalo na raspolaganju.

Kao rješenje se koristi paradigma održivog razvoja, jednakog za sve. Ako se države unutar EU regije razlikuju po primanjima čak i za faktor 30, a između najbogatijih i najsiromašnjih država razlika može biti i za faktor 500, teško da možemo govoriti o održivom razvoju koji je za sve isti.

Otpad spada u jedan od važnijih problema, za čije rješenje se predlaže paradigma cirkularne ekonomije: princip da otpad na jednom mjestu može predstavljati sirovину na nekom drugom. Upravo to je princip koji je ranije vrijedio u seoskim domaćinstvima. Seljak je dobro znao iskoristiti svaki dio onoga što je proizvodio.

Međutim, slično kao i kod održivog razvoja, ni cirkularno gospodarenje otpadom ne može biti isto za sve. Da bi Hrvatska mogla postupati s otpadom kao Njemačka, čak i kada bismo pojednostavljeno podijelili ono što oni imaju od infrastrukture s 20, jer je nas 20 puta manje, onda bi u Hrvatskoj trebali imati otprilike 8 spalionica, 35 „waste to energy“ postrojenja, 120 kompostana, 55 sortirnica, 65 postrojenja za razgradnju bijele tehnike i još 200 postrojenja za pojedine vrste otpada. Od navedenog mi imamo 12 kompostana, par bioplinskih postrojenja i desetak sortirnica. Uz sve što nam nedostaje od komunalne infrastrukture, naravno da se podrazumijeva da bismo trebali imati i razvijenu procesnu industriju da prihvati sekundarne sirovine te višestruko veći standard da građani to mogu platiti.

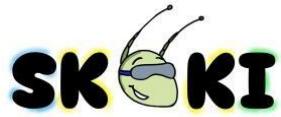
Osim Malte i Hrvatske, sve druge države članice EU imaju i postrojenja za termičko procesuiranje dijela otpada, koji se ne može (kada nema potrebne tehnologije) ili ne isplati

(kada se u transportu, zbog emisija ponište svi pozitivni učinci korištenja) oporabit. Samo kao malo karikiranje isplativosti: Iz Komiže, preko brda do luke Vis, pa brodom do Splita, pa kamionom do Belišća se ne bi isplatilo prevoziti marihuanu u rinfuzi, a kamoli otpadni papir.

Postupanje s otpadom može biti inovativno. S obzirom na stečena znanja, kemijski inženjeri kao da su predodređeni za nalaženje provedivih rješenja u gospodarenju otpadom. Samo kao primjer, kao moguća rješenja za rješavanje industrijskog otpada među najboljim tehnikama navodi se njih preko 940. U području stočarstva i prerade mesa navodi se nekih 250 tehnika. Gotovo da su sve vezane za neku od kemijsko tehnoloških operacija.

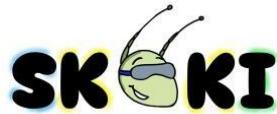
Osim u pronalaženju nama prilagođenih rješenja, kemijski inženjeri bi trebali igrati i aktivniju ulogu u tumačenju nekih procesa, posebno kod primjerice požara. Da je tome tako, onda se ne bi događale senzacionalne objave, kao što je to bio slučaj kod prošlogodišnjeg požara u tvornici Drava International u Osijeku, kada su vijesti bile pune furana i dioksina. Kemijski inženjeri znaju da kod požara amabalažne plastike nisu mogli nastati jer ta plastika ne sadrži klor. Također bi se znalo da se kao posljedica požara u centru Osijeka nije mogao pojavit niti formaladehih, koji (skoro da) nije mogao nastati kao produkt sagorijevanja u manjku kisika, a još je manje mogao doći do par kilometara udaljenog centra grada jer je puno lakši od zraka.

Pretvori li se 100 milijuna godina Zemlje u jednu godinu ljudskog života, tada bi Zemlja imala 46 (naših) godina. Na toj vremenskoj skali su prije 8 mjeseci izumrli dinosauri, prije sedam dana se pojavio čovjek, a prije 3 sekunde je značajnije počeo naš utjecaj na okoliš. Kemijski inženjeri su bili jedni od vodećih koji su doprinijeli industrijskoj revoluciji, a time i klimatskim promjenama. Zbog svojih kompetencija čini se da bi oni mogli biti i jedni od vodećih u rješavanju problema.



2. Studentski kongres o održivoj kemiji i inženjerstvu

POZVANA PREDAVANJA



Od studentice do znanstvenice: Kako otkriti svoj put u svijetu kemije i inženjerstva?

Katarina Mužina

Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemiskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19, 10000

Zagreb, Hrvatska

e-mail: kmuzina@fkit.unizg.hr

Najteže pitanje s kojim se svaki student inženjerstva i kemije susreće jest: „Što slijedi nakon redovnog fakultetskog obrazovanja?“ Svaki odabir, bila to znanost ili industrija, nosi svoje izazove, a važno je odabrati ono što odgovara našim sposobnostima i afinitetima. U ovom kratkom izlaganju dat ću kratak pregled svog obrazovnog puta od odabira fakulteta, studiranja na FKIT-u, stjecanja doktorata znanosti, pa sve do osmišljavanja vlastitih znanstvenih istraživanja i rada sa studentima. Navest ću primjere uspješnih, ali i manje uspješnih istraživanja koja potiču na kreativnost i inženjersko rješavanje problema. Dotaknut ću se i znanosti o materijalima kao svog primarnog područja istraživanja te istaknuti njenu važnost u našem svakodnevnom životu. Možda nekome ovaj pregled bude poticaj da odabere životni put znanstvenika. Taj put zahtijeva puno odričanja, truda, kreativnosti i spremnosti na kompromis i timski rad, ali i nudi nebrojene mogućnosti poput novih znanja i spoznaja, raznih nagrada, putovanja, upoznavanja ljudi iz različitih okruženja i kultura, te mogućnosti da svojim doprinosom unaprijedimo društvo i tehnologiju.

Otkrivanje nevidljivih prijetnji: analiza mikroplastike Ramanovom spektroskopijom

Lara Mikac

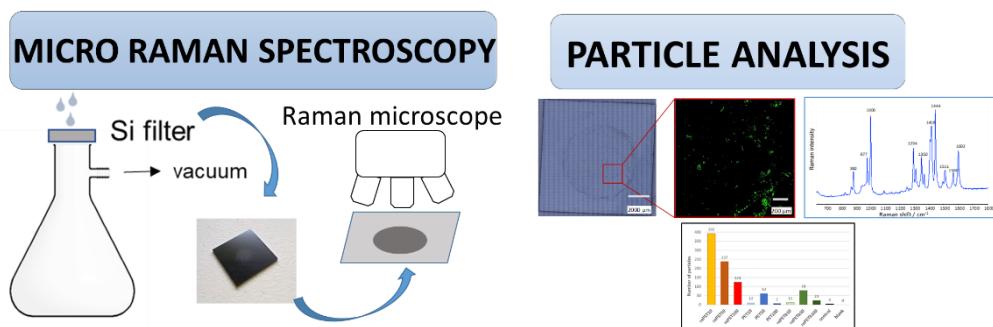
Laboratorij za molekulsку физику и синтезе нових материјала, Завод за физику материјала, Институт Рудер Бошковић

e-mail: lmikac@irb.hr

Mikroplastika (MP), koja podrazumijeva polimerne čestice dimenzija od 1 μm do 5 mm, posljednjih godina izaziva sve veću zabrinutost javnosti zbog raširenosti u okolišu, iako njezini štetni učinci na ljudsko zdravlje još nisu u potpunosti istraženi. Prisustvo mikroplastike dosad je dokazano u brojnim dijelovima okoliša, uključujući tlo, oceane, jezera, sedimente, a pronađena je čak i u izoliranim područjima poput dubokih dijelova oceana i polarnog leda. Ljudi su izloženi mikroplastici putem kontaminirane hrane i pića, a mnoga istraživanja pokazala su njezinu prisutnost u pitkoj vodi i raznim vrstama hrane.

Velik dio proizvedene plastike danas se koristi za jednokratno pakiranje, koje ubrzo postaje otpad. Fragmentacijom tog plastičnog otpada nastaje mikroplastika. Plastika također sadrži razne opasne aditive koji dodatno povećavaju rizik za ljudsko zdravlje. Znanstvena istraživanja otkrila su zabrinjavajuće podatke o prisutnosti mikroplastike u ljudskim organima i tekućinama, uključujući krv, posteljicu, pluća i mozak, što ukazuje na njezin potencijalno štetan utjecaj na zdravlje.

Primjer istraživanja provedenog u Laboratoriju za molekulsку fiziku i sintezu novih materijala Instituta Ruđer Bošković, koji uključuje uzorkovanje i analizu mikroplastike u vodovodnoj vodi, dodatno naglašava ozbiljnost ovog problema. Korištenjem Ramanove spektroskopije potvrđena je prisutnost mikroplastike i identificirane su različite vrste polimera u uzorcima vode. Ovi rezultati ukazuju na hitnu potrebu za boljim upravljanjem plastičnim otpadom i za dalnjim istraživanjima utjecaja mikroplastike na ljudsko zdravlje.



Slika 1. Ramanova spektroskopija

Small but mighty: how microfluidics are transforming science and technology

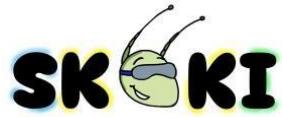
Anita Šalić

Faculty of Chemical Engineering and Technology, University of Zagreb, Marulićev trg 19, HR-10000 Zagreb, Croatia

e-mail: asalic@fkit.unizg.hr

Redesigning equipment or combining multiple processes within a continuous production setup can significantly enhance process efficiency and throughput. Scaling down processes in size can lead to improved mass and heat transfer, a higher surface-to-volume ratio, and shortened diffusion paths, all of which have a profound effect on the outcomes of chemical and biochemical processes. One of the most cutting-edge advancements in chemical engineering equipment design is the use of microfluidics. The transition to flow-based and microscale technologies offers a number of additional benefits, such as better control of process conditions, higher productivity and faster reaction times. Reactions that can take several hours or even days in conventional batch reactors can be completed in seconds or minutes with microreactors. This drastic reduction in reaction time also minimizes the formation of unwanted by-products, further improving the overall efficiency and productivity of the process. Additionally, a key advantage of microfluidic systems is their modular design, which allows multiple process steps to be integrated into a compact system — sometimes even within a single microfluidic unit. This modularity supports the combination of different reaction steps with simultaneous purification in a continuous flow. In addition, microfluidics simplifies the scaling process by "numbering-up", i.e. increasing the number of reactor units instead of scaling up individual systems. This approach ensures that the optimized conditions of a single reactor are transferred to multiple units, which can then be arranged in parallel or series configurations.

In this presentation, several case studies will be presented that demonstrate how microfluidic technologies have been used to intensify a variety of processes, such as extraction of proteins and polyphenols, biocatalysis (hexanal production and coenzyme regeneration, biodiesel synthesis), organic (photo)synthesis, click reactions and enzyme immobilization.



2. Studentski kongres o održivoj kemiji i inženjerstvu

POSTERSKA IZLAGANJA

Biotransformacija glukoze u mikroreaktoru katalizirana imobiliziranim enzimom glukoza dehidrogenaza

Ana Stanić¹, Anita Šalić², Ana Jurinjak Tušek¹, Bruno Zelić^{2,3}

1 Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva ulica 6, 10000

Zagreb, Hrvatska

2 Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19, 10000

Zagreb, Hrvatska

3 Sveučilište Sjever, Trg dr. Žarka Dolinara 1, 48 000 Koprivnica, Hrvatska

e-mail: astanic@pbf.hr

Kako bi se riješili problemi u proizvodnji biovodika, a proces učinio ekološki i ekonomski održivijim, razvijaju se nove metode proizvodnje. Kao obećavajuća alternativa kemijskim procesima, nameću se biološki procesi. Iako su metabolički putevi proizvodnje biovodika poznati, trenutačno osnovni izazov predstavlja niska konverzija supstrata i nedovoljna produktivnost, što otežava industrijsku primjenu. Enzimski katalizirana reakcija u mikroreaktoru predstavlja inovativan i jednostavan pristup proizvodnji molekularnog biovodika. Reakcijski sustav temelji se na konverziji glukoze u glukonsku kiselinu koja je katalizirana enzimom glukoza dehidrogenazom (GDH) i provodi se u prisustvu koenzima koji se pri tome reducira. Drugi enzim, hidrogenaza, koristi se za regeneraciju koenzima pri čemu nastaje molekularni vodik.

U okviru istraživanja provedena je konverzija glukoze imobiliziranim enzimom GDH porijeklom iz *Pseudomonas* spp. u staklenom i teflonskom mikroreaktoru. Prvo je provedena kovalentna imobilizacija enzima na staklenu površinu mikroreaktora. Tom metodom enzim se kovalentno veže na nosač nakon aktivacije njegove površine, čime se omogućuje višekratna upotreba enzima i smanjuju troškovi u usporedbi s kontinuiranim procesima koji se provode bez odvajanja enzima na izlazu iz reakcijskog sustava. Imobilizacija također poboljšava stabilnost enzima u promjenjivim uvjetima rada.

Stabilnost imobiliziranog enzima GDH u staklenom mikroreaktoru ($V = 4 \text{ mm}^3$) praćena je tijekom 216 sati. Tijekom prvog dana provedbe pokusa intenzivnije ispiranje opaženo je pri kraćem vremenu zadržavanja ($\tau = 0,6 \text{ s}$), dok je pri dužim vremenima zadržavanja ($\tau = 4,8\text{--}48 \text{ s}$) koncentracija ispranog enzima bila konstantna.

Trećeg dana provedbe pokusa ispiranje je bilo konstantno, nakon čega je uočeno intenzivnije ispiranje koje je vjerojatno bilo posljedica oštećenja imobiliziranog sloja.

Slični rezultati dobiveni su i u teflonskom mikoreaktoru ($V = 274,15 \text{ mm}^3$), gdje je kraće vrijeme zadržavanja također dovelo do intenzivnijeg ispiranja enzima. Međutim, u ovom mikroreaktoru, značajno ispiranje imobiliziranog enzima uočeno je tek nakon petog dana provedbe pokusa. Nakon analize stabilnosti imobiliziranog enzima, u oba mikroreaktora provedena je biotransformacija glukoze, pri čemu je u staklenom mikroreaktoru postignuta konverzija od 15% za vrijeme zadržavanja $\tau = 5 \text{ s}$. Ista konverzija postignuta je u teflonskom mikroreaktoru za vrijeme zadržavanja $\tau = 20 \text{ s}$.

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da je biotransformacija glukoze pomoću imobiliziranog enzima glukoza dehidrogenaze porijekлом iz *Pseudomonas* spp. uspješno provedena u staklenom i teflonskom mikroreaktoru. Kovalentna imobilizacija enzima omogućila je njegovu višekratnu upotrebu, povećala stabilnost i smanjila troškove u usporedbi s kontinuiranim procesima u kojima se enzimi ne separiraju iz reakcijske smjese po izlazu iz reakcije.

Uklanjanje boje iz tekstilne otpadne vode aktivnim ugljenom

Petra Kopjar, Mislav Milčić, Martina Firšt, Iva Ćurić, Davor Dolar

Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Trg Marka Marulića 20,

10000 Zagreb, Hrvatska

e-mail: dolar@fkit.unizg.hr

Onečišćenje vode iz tekstilne industrije predstavlja značajan ekološki problem zbog prisutnosti organskih tvari i bojila. Aktivni ugljen je široko korišten adsorbens u procesu pročišćavanja otpadnih voda zahvaljujući svojoj poroznoj strukturi koja omogućuje učinkovitu adsorpciju onečišćivila. U ovom istraživanju ispitana je učinkovitost granuliranog aktivnog ugljena (GAC) i praškastog aktivnog ugljena (PAC) u uklanjanju nečistoća iz tekstilne otpadne vode (TOV). Učinkovitost adsorpcije određena je spektrofotometrijskim mjeranjem apsorbancije na različitim valnim duljinama od 436 nm, 525 nm i 620 nm. Realna TOV tretirana je s 5 g/L i 10 g/L PAC-a i GAC-a. Tekstilna otpadna voda imala je početne vrijednosti apsorbancije od 0,090 (436 nm), 0,048 (525 nm) i 0,021 (620 nm). Rezultati pokazuju da PAC postiže potpuno uklanjanje boje iz otpadne vode jer su apsorbancije na svim ispitivanim valnim duljinama iznosile 0,000 što sugerira 100 % uklanjanje. S druge strane, GAC je postigao nižu učinkovitost, s preostalom apsorbancijom od 0,107 (436 nm), 0,071 (525 nm) te 0,047 (620 nm) na 5 g/L. Povećanje koncentracije GAC-a na 10 g/L rezultiralo je dalnjim smanjenjem apsorbancije na 0,062 (436 nm), 0,037 (525 nm) i 0,020 (620 nm). Istraživanje je pokazalo da PAC ima bolju djelotvornost u uklanjanju onečišćivila iz TOV-a s postotkom uklanjanja onečišćivila od 100 %. Usporedno, GAC koncentracije 5 g/L pokazuje postotak uklanjanja od -18,9 % (436nm), -47,9 % (525 nm) te -123,8 % (620 nm), a za 10 g/L iznosi 31,1 % (436 nm), 22,9 % (525 nm) i 4,8 % (620 nm). Rezultati sugeriraju da je PAC učinkovitiji adsorbens za pročišćavanje otpadnih voda tekstilne industrije čime se osigurava smanjenje negativnih utjecaja na okoliš i poboljšava kvaliteta otpadnih voda.

Graftiranje maleinskog anhidrida na PLA

Nikica Baričević, [Ena Miletic](#), Karla Stražičić, Lucija Vlahović, Vesna Ocelić Bulatović
Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Trg Marka Marulića, 10000
Zagreb
emiletic@fkit.unizg.hr

Kako bi se zaustavilo gomilanje nerazgradljivog ambalažnog otpada te udovoljilo zahtjevima koje pred industriju stavlja Europska Unija, veliki se napori ulažu u razvoj biorazgradljvih ambalažnih materijala [1]. Često korišten biorazgradljivi polimer jest poli(mlječna kiselina), PLA, čiji je jedini nedostatak krtost koja se može ukloniti razvojem mješavina na osnovi PLA [2]. Kako bi se poboljšala njihova mješljivost, potrebno je pronaći odgovarajući kompatibilizator. Mogući kompatibilizator polimernih mješavina na osnovi PLA jesu graft kopolimeri koji kao osnovni lanac sadrže PLA. Primjer takvog kopolimera jest PLA graftiran maleinskim anhidridom (PLA-g-MA) koji osigurava dispergiranost jedne polimerne faze u drugoj te poboljšava međufaznu adheziju polimera u mješavini [3]. Steričke smetnje izazvane strukturom PLA i moguće neželjene reakcije poput umreživanja PLA ili polimerizacije MA u prisutnosti inicijatora smanjuju učinkovitost procesa graftiranja [3].

Cilj ovoga rada je priprema PLA-g-MA radikaliskom polimerizacijom u taljevini, koristeći dibenzoil peroksid (DBP) kao inicijator. Kako bi se postigao što veći stupanj graftiranja, BPO i MA dodavani su u različitim udjelima, u različitim vremenskim intervalima te u različitim slijedovima. Graftiranje MA na PLA dokazuje se nuklearnom magnetskom rezonancijom (NMR) i kromatografijom u plinskoj fazi (GC), dok se fazni prijelazi određuju diferencijalnom pretražnom kalorimetrijom (DSC) te se toplinska razgradnja ispituje termogravimetrijskom analizom (TGA).

Literatura

- [1] S. Farah, D. G. Anderson, R. Langer, *Adv. Drug Deliv. Rev.*, 107 (2016) 367-392.
- [2] H. Jang., S. Kwoon, S. Jong Kim, S. Park, *Int. J. Mol. Sci.*, 23 (2022) 13.
- [3] S. W. Hwang et al., *Polym. Test.*, 31 (2012) 2.

Izolacija i identifikacija mikroorganizama iz otpadnog škroba za sintezu polihidroksialcanoata

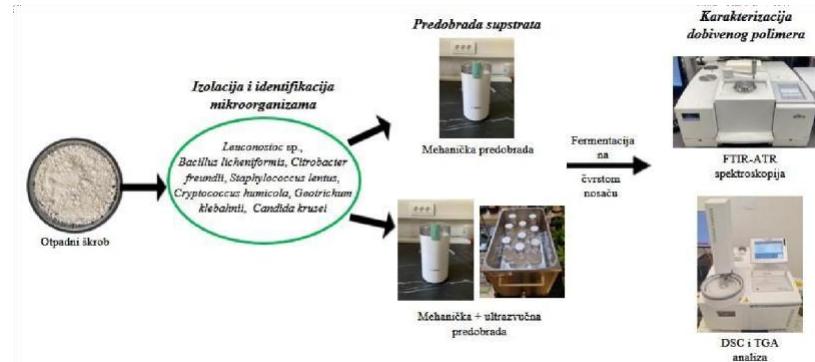
Dora Bramberger, Karlo Grgurević, Martina Miloloža, Vesna Ocelić Bulatović, Dajana Kučić
Grgić

Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Marulićev trg 19, 10000
Zagreb

e-mail: dbramberg@fkit.hr

Konvencionalna plastika neophodna je u mnogim aspektima svakodnevnog života, no njena dugotrajna razgradnja i nesposobnost biorazgradnje stvara ozbiljne ekološke probleme, što posljedično dovodi do prekomjernog nakupljanja plastičnog otpada.

Održiva i ekološki prihvatljiva alternativa konvencionalnoj plastici jest biorazgradiva plastika poput polihidroksialcanoata (PHA). PHA se najčešće sintetiziraju uz pomoć mikroorganizama, koji kao izvor hrane koriste otpadnu biomasu bogatu ugljikom, poput biomase iz prehrambene industrije. Navedena biomasa sadrži visok udio ugljikohidrata, koji se mogu pretvoriti u jednostavne šećere neophodne za rast mikroorganizama [2]. U ovom radu, provela se izolacija i identifikacija mikroorganizama sa sposobnošću proizvodnje PHA iz otpadnog škroba te su uspoređena dva načina predobrađe otpadnog škroba: mehaničko usitnjavanje i kombinacija mehaničkog usitnjavanja i primjene ultrazvuka za potrebe proizvodnje PHA. Iz otpadnog škroba izolirano je ukupno 7 mikroorganizama koji imaju sposobnost proizvodnje PHA, 4 od kojih su bakterijske kulture, *Leuconostoc* sp., *Bacillus licheniformis*, *Staphilococcus lentus* i *Citrobacter freundii*, dok su ostala 3 kulture kvasaca, *Cryptococcus humicola*, *Geotrichum klebahnii* i *Candida krusei*. Rezultati provedbe fermentacije na čvrstom nosaču u trajanju od 7 dana zabilježeni su u obliku postotka akumulacije PHA te se pokazalo da je veća akumulacija zabilježena kod mehanički predobrađenog otpadnog škroba (5,29 %), u odnosu na rezultate mehaničkog usitnjavanja potpomognutog ultrazvukom, koji je pokazao najveću akumulaciju PHA od 1,92 %. Rezultati FTIR-ATR spektroskopije, DSC i TGA analize ukazuju na dobivanje PHB i PHBV kopolimera s različitim udjelima 3HV.

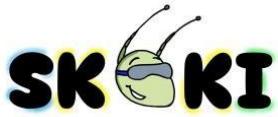


Slika 1. Shematski prikaz provedbe pokusa.

Ovo istraživanje provedeno je u sklopu projekta „Proizvodnja i razvoj kompostabilne ambalaže iz otpadne biomase za pakiranje industrijski prerađenih prehrabbenih proizvoda“ (NPOO.C3.2.R3-Il.04.0059) financiranog iz Nacionalnog plana oporavka i otpornosti (financiranog od strane Europske unije, NextGenerationEU).

Literatura

- [1] A. Kumar, S. Shah, Production and characterization of polyhydroxyalkanoates from industrial waste using soil bacterial isolates, *Braz. J. Microbiol.*, 52 (2), 2021, 715– 726.
- [2] C. J. Brigham, S. L. Riedel, The Potential of Polyhydroxyalkanoate Production from Food Wastes, *Appl. Food Biotechnol.*, 6 (1), 2019, 7-18.



Kemijska transesterifikacija otpadnog suncokretovog ulja višim alkoholima u kotlastom reaktoru

Karla August¹, Jana Ropac¹, Mia Gotovuša¹, Bruno Zelić^{1,2}, Anita Šalić¹

1 Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19, 10000

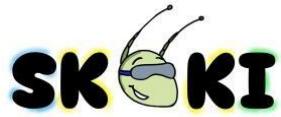
Zagreb, Hrvatska

2 Sveučilište Sjever, Trg dr. Žarka Dolinara 1, 48 000 Koprivnica, Hrvatska

e-mail: kaugust@fkit.hr, jropac@fkit.hr

Zbog smanjenja zaliha fosilnih goriva te njihovog negativnog utjecaja na okoliš, biogoriva postaju sve značajniji predmet istraživanja i proizvodnje. Biodizel se sve češće ističe kao održiva alternativa fosilnom dizelu. Njegova biorazgradivost, netoksičnost te niske emisije stakleničkih plinova i drugih štetnih tvari čine ga ekološki prihvatljivim gorivom. Najčešći postupak proizvodnje biodizela uključuje proces transesterifikacije različitih ulja pomoću metanola, pri čemu se koriste kiseline ili lužine kao katalizatori, a reakcija se provodi u kotlastim reaktorima. Međutim, upotreba viših alkohola, poput etanola, butanola i izopropanola, pokazuje potencijal za poboljšanje kvalitete goriva zahvaljujući njihovim povoljnim fizikalno-kemijskim svojstvima. Neka od tih svojstava uključuju veću kalorijsku vrijednost, više plamište i niži tlak para, viši cetanski broj, bolju mješljivost s nepolarnim spojevima (trigliceridima, dizelskim gorivom), povećanje kinematičke viskoznosti, kao i primjetno smanjenje korozivnog djelovanja.

U ovom radu biodizel je proizведен kemijskom transesterifikacijom otpadnog suncokretovog ulja višim alkoholima (etanol, 1-propanol, 1-butanol) pri čemu je kao katalizator korišten kalijev hidroksid. Prije korištenja, katalizator je usitnjen te osušen 30 min na $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ u vakuum sušioniku zbog svoje izražene higroskopnosti. Sintesa je provedena u kotlastom reaktoru ($V = 50\text{ mL}$) pri $T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ uz stehiometrijski omjer ulja i alkohola 1:3 te pri suvišku alkohola, odnosno molarnom omjeru ulja i alkohola 1:10. Najboljim reakcijskim sustavom pokazao se onaj u kojem je korišten 1-butanol u suvišku, gdje je za 20 min provedbe procesa postignuto iskorištenje na biodizelu od 94,97 \pm 3,62 %.



2. Studentski kongres o održivoj kemiji i inženjerstvu

Ovo istraživanje provedeno je u okviru projekta „Bridging the Gap Between Biotechnology and Industry:

Integrating Design Thinking and Flipped Learning" (BIOTE(A)CH)“ (2022-1-TR01-KA220-HED-000085597) financiranog u okviru programa Erasmus+ Action Type: KA220-HED-Collaborative Partnership in Higher Education

Učinkovitost uklanjanja anionskih i neionskih tenzida iz realne tekstilne otpadne vode

Klara Cvitkušić, Frane Medun, Anica Pavlinović, Iva Ćurić*, Davor Dolar

Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Trg Marka Marulića 20,

10000 Zagreb, Hrvatska

e-mail: icuric@fkit.unizg.hr

Tenzidi su površinski aktivni tvari koje se koriste u tekstilnoj industriji prvenstveno za pranje tekstila i na kraju svakog procesa završavaju u tekstilnim otpadnim vodama (TOV). Ako se koncentracija tenzida u otpadnim vodama ne smanji odgovarajućim obradama otpadnih voda, tenzidi mogu imati negativne posljedice na okoliš. Otpadne vode trebaju biti adekvatno obrađene prije nego budu ispuštene u okoliš. Stupanj obrade najviše ovisi o maksimalno dopuštenim koncentracijama (MDK) tenzida definiranim Pravilnikom o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda. U ovom radu ispitana je koncentracija anionskih i neionskih tenzida u realnoj TOV-i te učinkovitost uklanjanja istih tlačnim membranskim procesom ultrafiltracije (UF). Korištene su dvije UF membrane s različitim graničnim molekulskim masama (MWCO) od 5 kDa i 20 kDa. Rezultati pokazuju da se koncentracija anionskih i neionskih tenzida smanjila iz TOV-a s membranom od 5 kDa za 56,6 %, odnosno 56,3 %. U slučaju membrane od 20 kDa, učinkovitost uklanjanja anionskih i neionskih tenzida iznosila je 53,2 %, odnosno 24,0 %. Ovim istraživanjem pokazana je učinkovitost UF membrane u smanjenju koncentracije tenzida iz TOV-a, čime se osigurava smanjenje negativnih utjecaja na okoliš i poboljšava kvaliteta otpadnih voda prije njihovog ispuštanja u prirodne vodonosnike. Također, pokazalo se da povećanjem MWCO-a dolazi do manjeg smanjenja koncentracije prvenstveno neionskih tenzida.

Primjena blisko-infracrvene spektroskopije za previđanje broja mikroorganizama u kompostu pokožice grožđa tijekom kompostiranja nakon različitih predtretmana pokožice

Korina Krog¹, Tea Sokač Cvetnić², Davor Valinger¹, Jasenka Gajdoš¹ Kljusurić¹, Maja Benković¹, Tamara Jurina¹, Ivana Radojčić Redovinković¹, Ana Jurinjak Tušek¹

1 Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva ulica 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

*2 Zavod za javno zdravstvo Zagrebačke županije, Mokrička 54, 10 290 Zaprešić, Hrvatska
e-mail: kkrog@pbf.hr*

U ovom radu analizirana je mogućnost primjene blisko-infracrvene (engl. *Near Infrared*, NIR) spektroskopije za predviđanje broja mikroorganizma tijekom kompostiranja pokožice grožđa nakon različitih predtretmana pokožice. Provedeno je 5 nezavisnih eksperimenta kompostiranja u laboratorijskim šaržnim reaktorima volumena $V = 5$ L. Kako bi se osigurali aerobni uvjeti u reaktoru, provodila se kontinuirana aeracija pri konstantnom protoku zraka od 2 L/min kgs.t. za cijelo vrijeme trajanja procesa kroz 30 dana. Tijekom navedenog trajanja procesa kompostiranja svakih 48 sati snimani su NIR spektri u rasponu valnih duljina (λ) od 904–1699 nm primjenom poluprocesnog NIR spektrometra (NIR-128-1.7-USB/6.25/50 μm, Control Development inc., SAD). Sličnosti i razlike među ne procesiranim i preprocesiranim spektrima analizirane su primjenom metode glavnih komponenata. Modeli umjetnih neuronskih mreža za predviđane broja bakterija, broja gljiva te ukupnog broja mikroorganizama u kompostu tijekom procesa kompostiranja razvijeni su koristeći prvih 5 faktora iz analize osnovnih komponenata kao ulaze u modelima. S obzirom na predviđanje broja bakterija i ukupnog broja mikroorganizma u kompostu, prihvatljiva metoda preprocesiranja bila je SG2D+MSC (Savitzky-Golayeva derivacija drugog reda praćena multiplikativnim korekcijama raspršenosti) koja je rezultirala s modelom s najvišim vrijednostima omjera raspona pogrešaka (engl. *Ratio of the Error Range*, RER) 10,170 odnosno 11,317. Nadalje, s obzirom na predviđanje broja gljiva, metoda zaglađivanja (engl. *smoothing*) rezultirala je s modelom s najvišom RER vrijednosti od 9,478. Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da je provedena analiza pokazala da NIR spektroskopija ima potencijal za precizno predviđanje broja mikroorganizama tijekom kompostiranja pokožice grožđa nakon različitih predtretmana.

Bioplastika: analiza kompostabilnosti bioplastike putem kućnog kompostiranja

Bernarda Bužak¹, Lorena Prebanda¹, Vesna Ocelić Bulatović¹, Martina Miloloža¹, Dajana Kučić Grgić¹, Anita Šalić¹, Ana Jurinjak Tušek²

1 Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19, 10000 Zagreb, Hrvatska

2 Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva ulica 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

e-mail: asalic@fkit.unizg.hr; ana.jurinjak.tusek@pbf.unizg.hr

Bioplastika na bazi poli(3-hidroksibutirat-ko-3-hidroksivalerat) (PHBV) postaje sve važnija alternativa tradicionalnoj plastici zbog svojih biorazgradivih svojstava. Osim toga, PHBV se sintetizira iz obnovljivih izvora putem mikroorganizama, čime se smanjuje ekološki otisak konvencionalnih plastičnih materijala i podržavaju održivija rješenja za smanjenje onečišćenja okoliša. Iako PHBV pokazuje visoku razinu biorazgradljivosti u kontroliranim uvjetima industrijskih postrojenja za kompostiranje, izazovi se javljaju pri kućnom kompostiranju zbog nižih operativnih temperatura i sporijeg kinetičkog procesa razgradnje, što može produžiti vrijeme razgradnje i smanjiti učinkovitost kompostiranja u neindustrijskim uvjetima.

Integracija PHBV bioplastike s kućanskim otpadom u procesu kompostiranja mogla bi predstavljati održivo rješenje za smanjenje plastičnog otpada, ali zahtijeva daljnja istraživanja kako bi se optimizirali uvjeti i potakla šira primjena u kućnim uvjetima.

U ovom istraživanju ispitala se kompostabilnost bioplastike dodane u biootpad u laboratorijskim reaktorima u vremenu od 28 dana pri čemu je praćena razgradnja četiri različite vrste bioplastike: čisti PHBV, PHBV s 1% TiO₂ (w/w), PHBV s 2% TiO₂ (w/w) i PHBV u kombinaciji s polilaktidom (PLA). Tijekom procesa kompostiranja, praćena su fizikalno-kemijska svojstva komposta (udio vlage i suhe tvari, udio organske tvari i pepela, udio ugljika i dušika, C/N omjer, ukupna promjena boje komposta i ekstrakata komposta, pH vrijednost, ukupne otopljene tvari i vodljivost), broj stanica bakterija i gljiva te su snimani spektri bioplastike, komposta i ekstrakta komposta korištenjem različitih blisko infracrvenih (NIR) spektroskopa. Nadalje, proveden je test klijavosti dobivenih komposta kako bi se ispitala njegova zrelost.

Na kraju procesa određena je nasipna gustoća i poroznost konačnih uzoraka komposta. Preostali fragmenti bioplastike izolirani su iz komposta, temeljito isprani te je određena njihova masa. Tako dobiveni uzorci podvrgnuti su morfološkoj analizi korištenjem polarizacijskog mikroskopa, dok su kemijska svojstva bioplastike prije i nakon kompostiranja karakterizirana Fourier-transformacijskom infracrvenom spektroskopijom s prigušenom totalnom refleksijom (FTIR-ATR), zatim je provedena toplinska analiza diferencijalno pretražnom kalorimetrijom (DSC) i termogravimetrijskom analizom (TGA), te uvid u morfologiju bioplastike skenirajućim elektronskim mikroskopom (SEM).

Provedeno istraživanje pruža vrijedne informacije o utjecaju mikroorganizama iz komposta na razgradnju bioplastike te o kvaliteti nastalog komposta u kojemu se nalazila bioplastika, koje bi jasno doprinijele očuvanju okoliša i dalnjim istraživanjima koja bi omogućila pronalazak najpogodnije vrste bioplastike za razgradnju u kompostu.

Ovo istraživanje provedeno je u sklopu projekta „Proizvodnja i razvoj kompostabilne ambalaže iz otpadne biomase za pakiranje industrijski prerađenih prehrabnenih proizvoda“ (NPOO.C3.2.R3-II.04.0059)

financiranog iz Nacionalnog plana oporavka i otpornosti (financiranog od strane Europske unije,

NextGenerationEU) te u sklopu projekta „Bridging the Gap Between Biotechnology and Industry: Integrating Design Thinking and Flipped Learning“ (BIOTE(A)CH)“ (2022-1-TR01-KA220-HED-000085597) financiran u okviru programa Erasmus+ Action Type: KA220-HED-Collaborative Partnership in Higher Education

Transesterifikacija jestivog suncokretovog ulja katalizirana ljkusama jajeta

Marta Blažek¹, Nela Jakešević¹, Matea Galović¹, Petra Mihalić¹, Bruno Zelić^{1,2}, Anita Šalić¹

1 Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19, 10000

Zagreb, Hrvatska

2 Sveučilište Sjever, Trg dr. Žarka Dolinara 1, 48 000 Koprivnica, Hrvatska

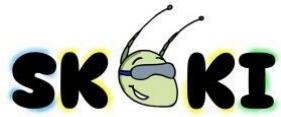
e-mail: mblazek@fkit.hr, njakesevi@fkit.hr, mgalovic@fkit.hr, pmihalic@fkit.hr

Fosilna goriva su danas najčešći izvor energije, ali njihovo sagorijevanje povećava emisiju stakleničkih plinova i negativno utječe na okoliš. Zbog toga se istražuju alternativni izvori energije, poput biodizela, čija upotreba rezultira smanjenom emisijom CO₂, CO, ugljikovodika i lebdećih čestica, a može se koristiti u dizelskim motorima. Biodizel se najčešće proizvodi transesterifikacijom triglycerida porijeklom iz biljnih ulja i životinjskih masti s kratkolančanim alkoholima, uz baze kao katalizatore. Kao alternativa bazama, mogu se koristiti kalcinirane ljkuske jaja koje se mogu ponovno upotrijebiti, jeftine su i lako dostupne, a osim toga, radi se o otpadnim sirovinama što potiče kružno gospodarstvo.

U ovom istraživanju biodizel je proizведен reakcijom transesterifikacije biljnog suncokretovog ulja metanolom. Kao katalizatori korišteni su KOH, komercijalni CaO te CaO dobiven iz ljkusi jajeta. Prije upotrebe, KOH je sušen u sušioniku 30 min na $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, dok je komercijalni CaO sušen 30 min na $T = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ljkuske kokošjih jaja sakupljene su, oprane te sušene 30 min na $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ u sušioniku.

Osušene ljkuske smravljeni su u tarioniku, a postupak kalciniranja ljkusi jaja proveden je na $T = 900\text{ }^{\circ}\text{C}$ u vremenu od 3 h. Reakcija transesterifikacije provedena je u kotlastom reaktoru volumena $V = 50\text{ mL}$ na način da je u 54,32 g suncokretova ulja dodano 10 mL metanola te 3% (w/w) katalizatora. CaO je od sirovog biodizela odvojen centrifugiranjem, posušen te ponovno upotrijebljen u reakciji transesterifikacije.

Dobiveni rezultati pokazali su da je upotreba CaO dobivenog iz otpadnih ljkusi jaja rezultirala većim iskorištenjem u odnosu na komercijalni CaO. Međutim, oba katalizatora bila su manje učinkovita od KOH pri istim reakcijskim uvjetima.



2. Studentski kongres o održivoj kemiji i inženjerstvu

Ovo istraživanje provedeno je u okviru projekta „Bridging the Gap Between Biotechnology and Industry:

Integrating Design Thinking and Flipped Learning“ (BIOTE(A)CH)“ (2022-1-TR01-KA220-HED-000085597) financiranog u okviru programa Erasmus+ Action Type: KA220-HED-Collaborative Partnership in Higher Education.

Novi senzorski materijal za izradu potenciometarskog senzora za tenzide

Matea Kalanj

*Geotehnički fakultet, Sveučilište u Zagrebu / Faculty of Geotechnical Engineering, University of Zagreb Hallerova Aleja 7, Varaždin
e-mail: mateakalanj@gmail.com*

Surfactants, also known as tenzides or surface active agents, are widely used in industries and household products for cleaning, washing and disinfection. Increasing population growth and industrialization has led to the rapid expansion of the surfactant market in the last several decades.

Conventional methods for surfactant analysis are costly, time-consuming and harmful to the environment due to the usage of toxic solvents such as chloroform. Simpler and more eco-conscious methods are needed.

The newly developed sensor is based on a unique ionophore; 4-methyl-1,3-dioctadecyl-1H-imidazol-3-ium tetraphenylborate (MDOI-TPB). It shows excellent response characteristics across a wide range of concentrations. The sensor is highly sensitive for anionic surfactants such as DBS, with a response of 50.1 mV per decade of activity between 1×10^{-4} M and 1×10^{-7} M. It also performs well for cationic surfactants, CPC in particular. The sensitivity is 58.6 mV per decade of activity over a similar concentration range. The recovery rates for cationic surfactants during testing were excellent, 98.9 % to 101.2 %.

The sensor showed successful performance in real detergent sample analysis and the results closely match the standard two-phase titration method, as well as the existing ISE sensor.

This new MDOI-TPB sensor shows several advantages, including low cost, fast response and less harm to the environment than conventional methods. It is also easier to use, making it suitable for quality control in laboratories and field applications, such as water and wastewater monitoring.

Upotreba tehnologije 3D-ispisa za izradu katalizatora u području zaštite okoliša

Sabina Fućak, Laura Jaklenec, Filip Car

Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za reakcijsko inženjerstvo i katalizu

Trg Marka Marulića 19, 10000 Zagreb

e-mail:sfucak@fkit.unizg.hr, ljaklenec@fkit.unizg.hr

Unazad gotovo pola stoljeća katalitičkim se reakcijama pridaje sve veća važnost. Tako se danas procjenjuje da se gotovo 90 % modernih kemijskih procesa odvija uz prisutnost katalizatora. Značajni razvoj tehnologije aditivne proizvodnje (3D-ispisa) donio je revolucionarne promjene u proizvodnji katalizatora, pa tako i u području zaštite okoliša. Ova tehnologija omogućava slobodan dizajn, točnu i preciznu izradu katalizatora te nosača katalitički aktivnih komponenti u obliku vrlo složene geometrije, što rezultira poboljšanjem učinkovitosti katalitičkih procesa, kao i smanjenjem otpada, tj. optimizacijom upotrebe resursa. Jedan od najznačajnijih doprinosa 3D-ispisa u ovom polju jest mogućnost proizvodnje specijaliziranih katalizatora za pročišćavanje vode i zraka, kao primjerice katalizatora za redukciju emisija štetnih plinova iz automobila u atmosferu [1, 2].

Važno je istaknuti da se ovakvom tehnologijom mogu koristiti razni materijali kao što su metali, polimeri, keramika te brojni kompoziti koji poboljšavaju performanse katalizatora. Ovi materijali omogućuju dizajn katalizatora s poboljšanom površinskom aktivnošću i strukturnom stabilnošću, čime se povećava njihova dugovječnost i učinkovitost u industrijskim procesima. Dosadašnjim razvojem tehnologija 3D-ispisa za katalizatore najviše su se istaknule aditivne tehnologije koje rade na principu fotopolimerizacije; stereolitografija (engl. stereolithography, SLA) i obrada digitalnim svjetlom (engl. *digital light processing*, DLP) te proizvodnja rastaljenim filamentom (engl. *fused filament fabrication*, FFF), no svakako treba

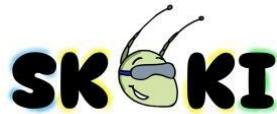
naglasiti i tehnologije kao što su selektivno lasersko sinteriranje (engl. *selective laser sintering*, SLS) i višemlazna fuzija (engl. *multi jet fusion*, MJF) [2].

Glavna motivacija za primjenu aditivnih tehnologija u području heterogene katalize temelji se na dvije činjenice. Prvo, heterogena kataliza igra ključnu ulogu u velikim industrijama poput energetike, kemijske i farmaceutske industrije, gdje su katalizatori neophodni za brojne procese. Drugo, implementacija novih aditivnih tehnologija malih razmjera ima potencijal za stvaranje velikih promjena u postojećoj tehnologiji.

Tako se zadnjih nekoliko desetljeća tehnologije aditivne proizvodnje sve više rabe na laboratorijskom mjerilu, nakon čega se potencijalno može preći i na veća mjerila (engl. *scale-up*) [3].

Literatura

- [1] URL: <https://www.enciklopedija.hr/clanak/kataliza> (pristup 22.09.2024.)
- [2] L. Chen, S. Zhou, M. Li, F. Mo, S. Yu, J. Wei, Catalytic Materials by 3D Printing:A Mini Review, *Catalysts* 12 (2022) 1081.
- [3] C. Hurt, M. Brandt, S. S. Priya, T. Bhatelia, J. Patel, PR. Selvakannan, S. Bhargava, Combining additive manufacturing and catalysis: a review, *Catalysis Science and Technology*, 7 (2017) 3421-3439.



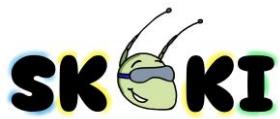
2. Studentski kongres o održivoj kemiji i inženjerstvu

SPONZORI I DONATORI



FKIT MCMXIX





2. Studentski kongres o održivoj kemiji i inženjerstvu



Nail Lab





OPG MLINARIĆ



SPONZORI I DONATORI

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije

JGL

OPG Mlinarić

OPG Rossi

MEDICPRO d.o.o.

SHIMADZU

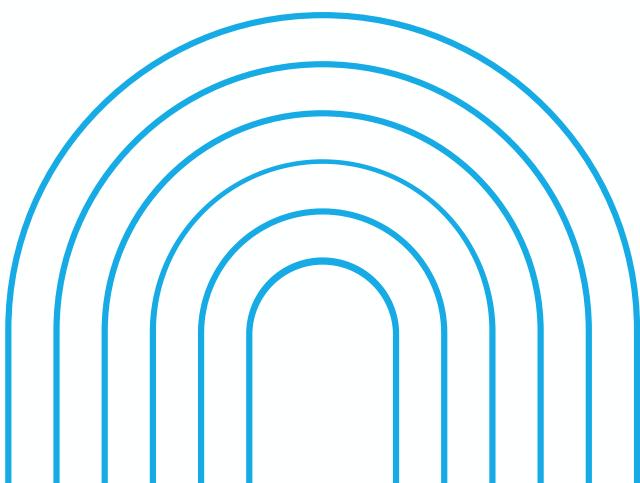
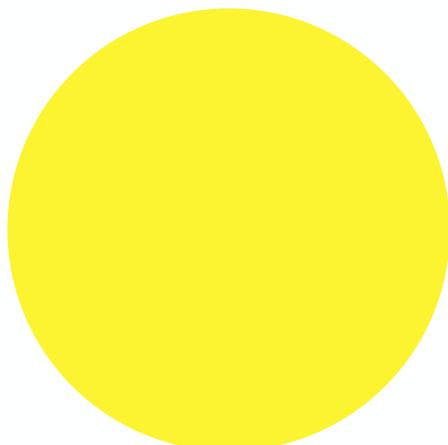
Kozmetički salon RUNOLIST

Patrizia beauty salon

ReaX Lab

Nail Lab

Ru-Ve





Izdavač:
Hrvatsko društvo kemijskih
inženjera i tehnologa (HDKI)
2024.
ISBN: 978-953-6894-89-5