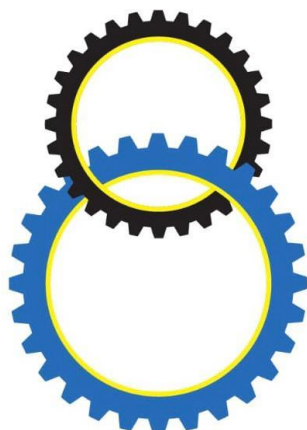


# **TEHNOLOGIJADA 2023.**

25. MEĐUNARODNO ZNANSTVENO-SPORTSKO NATJECANJE

## **ZBORNİK SAŽETAKA**



**TEHNOLOGIJADA 2023.**

**Trogir, 24.-30. travnja 2023.**  
**Organizator: Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu**

## **ZA IZDAVAČA**

prof.dr.sc. Matko Erceg, dekan

## **IZDAVAČ**

Sveučilište u Splitu, Kemijsko – tehnološki fakultet, Ruđera Boškovića 35, 21000 Split

## **UREDNICI**

Patricia Ćutuk

Ana Herceg

Dražen Čalić

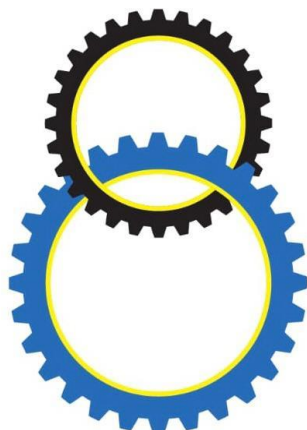
## **GRAFIČKI UREDNIK**

Ana Herceg

# TEHNOLOGIJADA 2023.

25. MEĐUNARODNO ZNANSTVENO-SPORTSKO NATJECANJE

ZBORNIK SAŽETAKA ZNANSTVENIH RADOVA  
PREZENTIRANIH NA 25. MEĐUNARODNOM ZNANSTVENO-  
SPORTSKOM NATJECANJU TEHNOLOGIJADA 2023.



Trogir, 24.-30. travnja 2023.

## SADRŽAJ

<b>FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE .....</b>	<b>6</b>
DVOSTUPANJSKA SINTEZA ZEOLITA A I X DEKORIRANIH HEMATITOM IZ CRVENOG MULJA .....	7
TWO-STEP SYNTHESIS OF A AND X ZEOLITES DECORATED WITH HEMATITE FROM RED MUD .....	7
TOKSIČNOST KSENOBIOTIKA ISPITIVANA BAKTERIJOM <i>VIBRIO FISCHERI</i> NAKON FOTOLIZE I BIORAZGRADNJE AKTIVNIM MULJEM .....	8
TOXICITY OF XENOBIOTICS TESTED WITH THE BACTERIA <i>VIBRIO FISCHERI</i> AFTER PHOTOLYSIS AND BIODEGRADATION WITH ACTIVATED SLUDGE .....	8
PRIPRAVA I KARAKTERIZACIJA NANOFLUIDA NA OSNOVI BIODIZELA .....	9
PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF BIODIESEL BASED NANOFLUIDS .....	9
UTJECAJ HIDRODINAMIČKIH UVJETA NA STANJE DISPERZNOSTI SUSTAVA ULJE – VODA .....	10
INFLUENCE OF HYDRODYNAMIC CONDITIONS ON THE STATE OF DISPERSITY OF THE OIL – WATER SYSTEM .....	10
SINTEZA NOVIH PURINSKIH I PIRIMIDINSKIH DERIVATA 1,1'-DISUPSTITUIRANOG FEROCENA PRIMJENOM MEHANOKEMIJE .....	11
SYNTHESIS OF NEW PURINE AND PYRIMIDINE DERIVATIVES OF 1,1'-DISUBSTITUTED FERROCENE USING MECHANOCHEMISTRY .....	11
<b>FAKULTETA ZA KEMIJO IN KEMIJSKO TEHNOLOGIJO .....</b>	<b>12</b>
STABILIZACIJA KOVINSKE LITIJVE ANODE V LI-ION AKUMULATORJIH Z ZAŠČITNIMI NANOSI .....	13
STABILIZATION OF LITHIUM METAL ANODE IN LI-ION BATTERIES WITH PROTECTIVE COATINGS .....	13
MATEMATIČNO MODELIRANJE FAZNE TRANSFORMACIJE HIDRATIZIRANEGA TITANOVEGA DIOKSIDA IZ ANATAZA V RUTIL .....	14
MATHEMATICAL MODELING OF PHASE TRANSFORMATION OF HYDRATED TITANIA FROM ANATASE TO RUTILE .....	14
SINTEZA Z LITIJEM BOGATIH OKSIDOV PREHODNIH KOVIN .....	15
SYNTHESIS OF LITHIUM RICH TRANSITION METAL OXIDES .....	15
SINTEZA DIJODOFENOLOV IN NJIHOVO SKLAPLANJE V ODSOTNOSTI PREHODNIH KOVIN .....	16
SYNTHESIS AND TRANSITION-METAL-FREE COUPLING OF DIODOPHENOLS .....	16
SIMULACIJSKA ŠTUDIJA DVODIMENZIONALNEGA MODELA TEKOČINE Z MEHKO SREDICO .....	17
COMPUTER SIMULATION STUDY OF A TWO DIMENSIONAL CORE-SOFTENED FLUID .....	17
<b>GRAFIČKI FAKULTET .....</b>	<b>18</b>
UTJECAJ PREKRIVENOSTI POVRŠINE VAKUUM STOLA NA SILU ODVAJANJA U SITOTISKU .....	19
THE INFLUENCE OF VACUUM TABLE SURFACE COVERAGE ON THE SEPARATION FORCE IN SCREEN PRINTING .....	19
ISPITIVANJE KVALITETE OTISNUTOG TEKSTA NA RECIKLIRANOM PAPIRU SA .....	20
DODATKOM PULPE ŽITARICA .....	20
ASSESSMENT OF THE QUALITY OF PRINTED TEXT ON RECYCLED PAPER WITH THE ADDITION OF CEREAL PULP .....	20
RAČUNALNA ANALIZA MULTISPEKTRALNIH PODATAKA S CILJEM DETEKCIJE SLABO VIDLJIVIH INFORMACIJA U POVIJESNOJ PISANOJ I TISKANOJ GRAĐI .....	21
COMPUTER ANALYSIS OF MULTISPECTRAL DATA WITH THE AIM OF DETECTING POORLY VISIBLE INFORMATION IN HISTORICAL WRITTEN AND PRINTED MATERIALS .....	21
OPTIMIZACIJA MODELA 3D ISPISA U SVRHU IZRADE 2D ANIMACIJE .....	22
OPTIMIZATION OF THE 3D PRINTING MODEL FOR THE PURPOSE OF CREATING 2D ANIMATION .....	22
UTJECAJ NANOMODIFICIRANOG BIORAZGRADIVOG PREMAZA NA RECIKLIRANJE PAPIRNE AMBALAŽE .....	23
THE INFLUENCE OF NANOMODIFIED BIODEGRADABLE COATING ON THE RECYCLABILITY OF PAPER PACKAGING .....	23

<b>KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET .....</b>	<b>24</b>
RAZLIKA U KEMIJSKOM PROFILU HIDRODESTILATA ALGE <i>HALOPTERIS SCOPARIA</i> S OBZIROM NA LOKACIJU RASTA.....	25
DIFFERENCE IN THE CHEMICAL PROFILE OF ALGA <i>HALOPTERIS SCOPARIA</i> HYDRODISTILLATES.....	25
WITH REGARD TO THE GROWTH LOCATION.....	25
SINTEZA I KRISTALNE STRUKTURE KOORDINACIJSKIH POLIMERA KOBALTA(II) S ODABRANIM HALONIKOTINATIMA I BISPIRIDILNIM LIGANDIMA .....	26
SYNTHESIS AND CRYSTAL STRUCTURES OF COBALT(II) COORDINATION POLYMERS WITH SELECTED HALONICOTINATES AND BISPYRIDYL LIGANDS .....	26
UTJECAJ PROMJERA MIJEŠALA NA KINETIKU NUKLEACIJE PRI SONOKRISTALIZACIJI BORAKSA .....	27
INFLUENCE OF IMPELLER DIAMETER ON NUCLEATION KINETICS OF SONOCRYSTALLIZATION OF BORAX .....	27
UTJECAJ PROCESNIH PARAMETARA FLUIDIZIRANOG KATALITIČKOG KREKIRANJA (FCC-A) NA KVALITETU OSNOVNIH PROIZVODA....	28
INFLUENCE OF PROCESS PARAMETERS OF FLUIDIZED CATALYTIC CRACKING (FCC) ON THE QUALITY OF BASIC PRODUCTS.....	28
SINTEZA I KARAKTERIZACIJA NANOSTRUKTURIRANOG ZNO .....	29
SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF ZNO NANOPARTICLES .....	29
<b>METALURŠKI FAKULTET .....</b>	<b>30</b>
UTJECAJ BUKE NA ČOVJEKA I MJERE ZAŠTITE OD BUKE U INDUSTRIJI .....	31
THE IMPACT OF NOISE ON HUMANS AND NOISE PROTECTION MEASURES IN INDUSTRY .....	31
TEHNOLOŠKI I KONSTRUKCIJSKI PRORAČUN REKUPERATORA ZA PREDGRIJAVANJE ZRAKA KUPOLNE PEĆI.....	32
TECHNOLOGICAL AND CONSTRUCTIONAL CALCULATION OF THE RECUPERATORS FOR AIR PREHEATING OF THE CUPOLA FURNACE... ..	32
ŠUMARSTVO, IZAZOVI U PODRUČJU SIGURNOSTI NA RADU .....	33
FORESTRY, CHALLENGES IN THE FIELD OF SAFETY AT WORK .....	33
ANALIZA SUČEONO ZAVARENOG K-SPOJA .....	34
ANALYSIS OF BUTT-WELDED K-JOINT .....	34
<b>PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET .....</b>	<b>35</b>
OPTIMIZACIJA <i>O</i> -DEMETILACIJE NISKOMOLEKULSKIH SPOJEVA.....	36
FRAKCIONIRANJA LIGNINA.....	36
OPTIMIZATION OF <i>O</i> -DEMETHYLATION OF LOW MOLECULAR WEIGHT COMPOUNDS FROM LIGNIN FRACTIONS .....	36
ISPITIVANJE METODA IZDVAJANJA MONOKLONALNIH PROTUTIJELA PROIZVEDENIH IZ CHO STANIČNE LINIJE.....	37
EVALUATION OF DOWNSTREAM METHODS FOR MONOCLONAL ANTIBODIES PRODUCED FROM CHO CELL LINES .....	37
OPTIMIRANJE EKSTRAKCIJE FUNKCIONALNIH BIOMOLEKULA <i>LACTOBACILLUS</i> SOJEVA.....	38
OPTIMIZATION OF EXTRACTION OF FUNCTIONAL BIOMOLECULES OF <i>LACTOBACILLUS</i> STRAINS.....	38
RAZVOJ SPEKTROFOTOMETRIJSKE METODE ZA MJERENJE AKTIVNOSTI DEKARBOKSILAZA HIDROKSICIMETNIH KISELINA .....	39
DEVELOPMENT OF A SPECTROPHOTOMETRIC ASSAY FOR HYDROXYCINNAMIC ACID DECARBOXYLATION .....	39
UTVRĐIVANJE SADRŽAJA I IZVORA NATRIJA U PREHRANI DJECE S CELIJAKIJOM .....	40
DIETARY SODIUM INTAKE AND SOURCE DETERMINATION AMONG CHILDREN WITH CELIAC DISEASE .....	40
<b>PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET .....</b>	<b>41</b>
PROIZVODNJA I KARAKTERIZACIJA VOĆNOG VINA OD SIBIRSKE BOROVNICE ( <i>LONICERA CAERULEA</i> ) DOBIVENOG UPOTREBOM ODABRANIH VRSTA SELEKCIJIRANIH VINSKIH KVASACA .....	42
PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF SIBERIAN BLUEBERRY ( <i>LONICERA CAERULEA</i> ) FRUIT WINE OBTAINED USING DIFFERENT STRAINS OF SELECTED WINE YEASTS .....	42
UTJECAJ HRASTOVOG DRVETA NA AROMATSKI PROFIL VINSKOG DESTILATA OD SORTE GROŽĐA GRAŠEVINA.....	43
INFLUENCE OF OAK WOOD ON THE AROMATIC PROFILE OF WINE DISTILLATE FROM GRAŠEVINA GRAPE VARIETY .....	43

TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET .....	44
UTJECAJ ATMOSFERILIJA NA SVOJSTVA TEKSTILNOG MATERIJALA NAMIJENJENOG IZRADI ZAŠTITNE ODJEĆE .....	45
THE INFLUENCE OF WEATHERING ON THE PROPERTIES OF TEXTILE MATERIAL INTENDED FOR PROTECTIVE CLOTHING .....	45
RAZVOJ 3D TISKANOG OJAČANJA ZA RUKAVICE KORISNIKE INVALIDSKIH KOLICA .....	46
DEVELOPMENT OF 3D PRINTED REINFORCEMENT FOR WHEELCHAIR USERS' GLOVES .....	46

**FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE  
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

## Dvostupanjska sinteza zeolita A i X dekoriranih hematitom iz crvenog mulja Two-step synthesis of A and X zeolites decorated with hematite from red mud

Karlo Grgurević

Mentor: izv. prof. dr. sc. Vilko Mandić

Komentor: Marko Rukavina, mag. appl. chem.

*Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za anorgansku tehnologiju i nemetale,  
Zagreb, Hrvatska*

kgrgurevi@fkit.hr

Zeoliti su hidratizirani aluminosilikatni minerali čija se struktura sastoji od tetraedara  $[\text{SiO}_4]$  i  $[\text{AlO}_4]^-$  povezanih u različite okvire kroz dijeljenje atoma kisika. Ova negativno nabijena trodimenzionalna mreža ima otvorene šupljine ispunjene molekulama vode i kationima koji uravnotežuju negativni naboj cjelokupne strukture [1]. U sintezi zeolita kao aluminosilikatni prekursor najčešće se koristi kaolin (prirodna sirovina) i/ili leteći pepeo (industrijski nusprodukt) [2]. Crveni mulj ispunjava sve kriterije kao potencijalni prekursor za sintezu zeolita – izvor aluminosilikata te alkalija za uravnoteženje naboja [3]. To je industrijski nusprodukt, Bayerovog procesa proizvodnje  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , bogat hematitom ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) koji mu daje karakterističnu crvenu boju [4]. Procjenjuje se da se u svijetu godišnje proizvede više od 150 milijuna tona crvenog mulja koji se najčešće odlaže u otvorene bazene. Takav način odlaganja predstavlja ekološki problem zbog visoke pH vrijednosti crvenog mulja ( $\text{pH} > 9$ ), kao i visokih koncentracija teških metala koje crveni mulj sadrži [4-5]. U ovom radu istražena je mogućnost dobivanja zeolita A i X dvostupanjskom sintezom preko geopolimernog sintetskog puta. Kao prekursori za sintezu geopolimera koristili su se metakaolin i crveni mulj iz tvornice Alumina d.o.o., Zvornik, Bosna i Hercegovina. Parametri geopolimerne sinteze postavljeni su na molarni omjer 1 mol  $\text{Na}_2\text{O}$ : 1 mol  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 4 mol  $\text{SiO}_2$ , dok su u drugom koraku hidrotermalni uvjeti za dobivanje zeolita postavljeni na  $80\text{ }^\circ\text{C}/72\text{ h}$ . Dobiveni uzorci karakterizirani su XRD, FTIR-ATR i TGA/DTA analizom.

**Ključne riječi:** crveni mulj, hematit, metakaolin, LTA, FAU

### Literatura

- [1] A. Dyer, *Ion Exchange*, u: I.D. Wilson, M. Cooke, C.F. Pole i E.R. Adlard, *Encyclopedia of Separation Science*, 1<sup>st</sup> Ed., Academic Press, 2000; pp.: 156–173.
- [2] M. Yoldi, E. G. Fuentes-Ordoñez, S.A. Korili, A. Gil, *Microporous and Mesoporous Materials* **287** (2019) 183–191.
- [3] T. Hertel, Y. Pontikes, *Journal of Cleaner Production* **258** (2020) e120610.
- [4] C. Klauber, M. Gräfe, G. Power, *Hydrometallurgy* **108** (2011) 11–32.
- [5] K. Evans, *Journal of Sustainable Metallurgy* **2** (2016) 316–331.





## **Toksičnost ksenobiotika ispitivana bakterijom *Vibrio fischeri* nakon fotolize i biorazgradnje aktivnim muljem**

### **Toxicity of xenobiotics tested with the bacteria *Vibrio fischeri* after photolysis and biodegradation with activated sludge**

Tea Horvat, Dora Lastovčić

Mentor: prof. dr. sc. Danijela Ašperger

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za analitičku kemiju, Zagreb, Hrvatska

thorvat2@fkit.hr, dlastovci@fkit.hr

Užurbani način života 21. st. sve češće zahtjeva upotrebu stranih tvari antropološkog porijekla odnosno ksenobiotika kako bi se olakšali problemi današnjice. Njihova koncentracija svakim danom raste zbog akumulacije u okolišu i nepotpunog uklanjanja iz otpadnih voda. Iz tog razloga razvijaju se nove analitičke, ali i bioanalitičke metode kojima će se moći pratiti utjecaj ksenobiotika na okoliš te predvidjeti njihov učinak i utjecaj njihovih razgradnih/transformacijskih produkata na okoliš, ali i zdravlje ljudi. U ovom istraživanju pratila se toksičnost pesticida klotianidina i tiakloprida, te farmaceutika iz skupine antiparazitika albendazola i febantela, te utjecaj mikroplastike na toksičnost uzoraka. Glavni cilj u ovom istraživanju bio je ispitivanje toksičnosti ksenobiotika na bakterijsku kulturu *Vibrio fischeri* nakon primjene metoda uklanjanja ksenobiotika iz otpadnih voda pomoću fotolize i biorazgradnje aktivnim muljem. Ispitivanje toksičnosti provedeno je mjerenjem intenziteta bioluminiscencije bakterije *Vibrio fischeri* u skladu s normom HRN/EN ISO 11348-1:2000 na Lumistox 300 s inkubacijskim blokom Lumistherm. Analiza ksenobiotika nakon procesa uklanjanja provedena je na kromatografskom sustavu s detektorom s nizom dioda (HPLC-DAD). Rezultati mjerenja nakon provedene fotolize pokazali su toksično djelovanje klotianidina pri pH = 10 i uspješno razgradno djelovanje fotolize na tiaklopid te albendazol. Uzorci febantela pokazali su slabu toksičnost te ga je potrebno dodatno istražiti. Ksenobiotici su iz smjese s aktivnim muljem i mikroplastikom uklonjeni u većoj mjeri. Općenito, mikroplastika nije značajno utjecala na toksičnost ispitivanih otopina. Radne otopine ispitivanih pesticida nakon 48-satne aeracije uzrokuju veću inhibiciju testne bakterijske kulture nego originalne otopine zbog prividnog povećanja koncentracije unutar uzoraka, dok radne otopine antiparazitika ne pokazuju znakove toksičnosti nakon 48-satne aeracije zbog, pretpostavlja se, hidrolize spomenutih aktivnih tvari. Biorazgradnjom je došlo do nastajanja novih razgradnih/transformacijskih produkata koji se daljnjim analizama moraju detektirati i identificirati te odrediti njihova ekotoksičnost prije ispuštanja u vode u okolišu (rijeke, potoci).

**Ključne riječi:** ksenobiotici, pesticidi, antiparazitici, toksičnost, *Vibrio fischeri*

**Keywords:** xenobiotics, pesticides, antiparasitics, toxicity, *Vibrio fischeri*



## Priprava i karakterizacija nanofluida na osnovi biodizela Preparation and characterization of biodiesel based nanofluids

Leona Komparić

Mentor: Prof. dr. sc. Ante Jukić

*Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za tehnologiju nafte i petrokemiju,  
Zagreb, Hrvatska*

lkomparic@fkit.hr

Cilj ovog rada je priprava i karakterizacija nanofluida sačinjenih od baznih fluida podrijetlom iz obnovljivih sirovina, odnosno biomase. U tu svrhu pripravljene su suspenzije višestjenčanih ugljikovih nanocijevi (MWCNT) u biodizelu i repičinom ulju kao baznim fluidima. Biodizel je fluid manje viskoznosti nego što je to repičino ulje, stoga je provedena usporedbena analiza svojstava pripremljenih nanofluida. Provedba eksperimenata podijeljena je u dvije faze. U prvoj fazi sintetiziran je biodizel iz repičinog ulja i izobutanola reakcijom transesterifikacije. Karakterizacija biodizela provedena je pomoću FTIR-a i <sup>1</sup>H NMR-a. Druga faza podrazumijeva pripremu i karakterizaciju nanofluida. Nanofluidi su pripremljeni ultrazvučnom homogenizacijom različitih koncentracija MWCNT raspona 0,10 mas. % - 2,50 mas. % u repičinom ulju i biodizelu. Provedeno je ispitivanje stabilnosti, toplinske vodljivosti, reoloških svojstava i mazivosti. Dobiveni rezultati pokazuju dobru stabilnost obje vrste nanofluida pod utjecajem gravitacijske sile. Međutim, pod utjecajem centrifugalne sile, rezultati pokazuju bolju stabilnost nanofluida na osnovi repičinog ulja u odnosu na nanofluid na osnovi biodizela. Dodatak nanočestica povećava toplinsku vodljivost baznog fluida. Vrijednosti toplinske vodljivosti niže su za biodizel kao bazni fluid, nadalje, za nanofluide na osnovi biodizela zabilježen je veći porast toplinske vodljivosti u odnosu na nanofluide na bazi repičinog ulja. Eksperiment pokazuje da je repičino ulje otprilike 6,5 puta viskozniji fluid od biodizela. Dodatkom nanočestica povećava se viskoznost fluida te je primijećen veći porast viskoznosti za nanofluide na osnovi repičinog ulja uspoređujući iste koncentracije MWCNT u nanofluidu. Ispitivanjem reoloških svojstva pokazano je odstupanje od Newtonskog ponašanja dodatkom nanočestica. Veće odstupanje od Newtonskog ponašanja pokazuje fluid na osnovi repičinog ulja. Ispitivanjem mazivosti pokazano je najveće smanjenje koeficijenta trenja za nanofluid na osnovi biodizela s koncentracijom MWCNT nanočestica od 0,10 mas. %.

**Ključne riječi:** nanofluid, biodizel, repičino ulje, MWCNT

**Keywords:** nanofluids, biodiesel, rapeseed oil, MWCNT



## Utjecaj hidrodinamičkih uvjeta na stanje disperznosti sustava ulje – voda Influence of hydrodynamic conditions on the state of dispersity of the oil – water system

Ramona Petko

Mentor: prof. dr. sc. Aleksandra Sander

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za mehaničko i toplinsko procesno  
inženjerstvo, Zagreb, Hrvatska

rpetko@fkit.hr

U ovom radu je provedena karakterizacija dvofaznih sustava četiriju jestivih ulja s vodom te su određena fizikalna svojstva istih ulja. Riječ je o sustavima vode s biljnim, suncokretovim, bučnim i kikiriki uljem. Također su određene glavne fizikalne karakteristike navedenih ulja; gustoća, viskoznost i površinska napetost pri pet različitih temperatura (25 – 65 °C) . Karakterizacija emulzija ulja i vode provedena je praćenjem promjena u dvofaznom sustavu prilikom postepenog povećanja brzine vrtnje miješala i volumnih udjela vode od 10 do 90 %. Pri tome je praćena stabilnost emulzija, pojava koalescencije te oblik i raspodjela veličina kapi disperzne faze. Od velike važnosti je bilo odrediti kontinuiranu, odnosno disperznu fazu za određeni volumni udio vode pri određenoj brzini vrtnje miješala te navedeno povezati s eksperimentalno određenim fizikalnim svojstvima korištenih ulja. Istraživanje u ovom radu poslužit će pri daljnjim ispitivanjima svojstava jestivih ulja i općenito dvofaznih sustava te bi se rezultati ovoga rada potencijalno mogli primijeniti u industrijskim procesima. [1 – 4]

**Ključne riječi:** emulzija, koalescencija, inverzija faza, jestiva ulja, dvofazni sustavi

**Keywords:** emulsion, coalescence, phase inversion, edible oils, two-phase systems

### References

- [1] T. Dapčević Hadnađev, P. Dokić, V. Krstonošić and M. Hadnađev, Influence of oil phase concentration on droplet size distribution and stability of oil-in-water emulsions, *European Journal of Lipid Science and Technology* **115**(3) (2013) 313-321.
- [2] N. Garti and G. F. Remon, Relationship between nature of vegetable oil, emulsifier and the stability of W/O emulsion, *International Journal of Food Science & Technology* **19**(6) (1984) 711-717.
- [3] A. M. Sousa, M. J. Pereira and H. A. Matos, Oil-in-water and water-in-oil emulsions formation and demulsification, *Journal of Petroleum Science and Engineering* **210** (2021) 110041.
- [4] J. Komaiko, A. Sastrosubroto and D. J. McClements, Formation of oil-in-water emulsions from natural emulsifiers using spontaneous emulsification: sunflower phospholipids, *Journal of agricultural and food chemistry* **63**(45) (2015) 10078-10088.



## Sinteza novih purinskih i pirimidinskih derivata 1,1'-disupstituiranog ferocena primjenom mehanokemije

### Synthesis of new purine and pyrimidine derivatives of 1,1'-disubstituted ferrocene using mechanochemistry

Leon Sačer

Mentor: prof. dr. sc. Silvana Raić Malić

Komentor: Martina Piškor, mag. appl. chem.

*Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za organsku kemiju, Zagreb, Hrvatska*

lsacer@fkit.hr

Maligne bolesti drugi su najčešći uzrok smrti u svijetu, odmah iza kardiovaskularnih oboljenja. Postojeći antitumorski lijekovi izrazito su toksični, imaju jake nuspojave, a njihova uporaba je često limitirana razvojem rezistencije. Moderna medicinska kemija usmjerena je na rješavanje tog problema, razvojem novih antitumorskih agenasa s većom selektivnošću i jakim citotoksičnim djelovanjem na tumorske stanice. Strukturno raznoliki organometalni spojevi pokazuju veliku kinetičku stabilnost, promjenjiva oksidacijska stanja, dobru lipofilnost i redoks-svojstva metalnog kationa te sposobnost vezanja na biološke mete i time mogućnost racionalnog dizajna liganada. [1] Među poznatim organometalnim spojevima, koji u svojoj strukturi sadrže atom željeza, je ferocen. Feroceni mogu djelovati redoks mehanizmom pri čemu se oksidiraju do ferocenija koji stvaraju toksične reaktivne kisikove vrste. 'Bačvasti' oblik ferocenskog dijela omogućuje ispunjavanje hidrofobne šupljine enzima, dok u slučaju fenilnog ili nekog drugog aromatskog sustava to nije moguće. Spojevi koji sadrže metalocen mogu snažnije inhibirati enzime od organskih analoga pa se u dizajnu lijekova sve više primjenjuje bioizosterna zamjena aromatske strukture ferocenskom. [2] U ovom radu provedena je sinteza novih konjugata purinskih i pirimidinskih bioizostera i 1,1'-disupstituiranog ferocena korištenjem bakrom(I) katalizirane reakcije 1,3-dipolarne cikloadicije. Reakcije su provedene konvencionalnom metodom u metanolu te mehanokemijski uz dodatak male količine otapala. Sintetizirano je ukupno osam derivata purina i purinskih bioizostera te šest derivata pirimidina. Strukture svih novopripremljenih spojeva potvrđene su korištenjem spektroskopije  $^1\text{H}$  i  $^{13}\text{C}$  NMR-a. Mehanokemijska reakcija pokazala se bolja u sintezi navedenih derivata zbog smanjenja vremena reakcije i boljih iskorištenja. Provedena su biološka ispitivanja dobivenih spojeva na staničnim linijama karcinoma pluća (H460), karcinoma debelog crijeva (SW 620), karcinoma jetre (HepG2) i karcinoma dojke (MCF-7), a ispitana je i aktivnost sintetiziranih spojeva na stanične linije ljudskog embrionalnog bubrega (HEK293T). Najbolju antiproliferativnu aktivnost pokazao je 2,6-diklorpurinski derivat **5c**.

**Ključne riječi:** mehanokemija, ferocen, purin, pirimidin

**Keywords:** mechanochemistry, ferrocene, purine, pyrimidine

#### References

[1] P. Martins, M. Marques, L. Coito, A. J. Pombeiro, P. V. Baptista, A. R. Fernandes, *Anti-Cancer Agents Med. Chem.* **14** (2014) 1199-1212.

[2] M. Patra, G. Gasser, *Nat. Rev. Chem.* **1** (2017) 2397-3358.



**TEHNOLOGIJADA  
TROGIR 2023.**

25. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje „Tehnologijada “  
Trogir, Hrvatska, 2023.

---

**FAKULTETA ZA KEMIJO IN KEMIJSKO TEHNOLOGIJO  
UNIVERZA V LJUBLJANI**



## Stabilizacija kovinske litijeve anode v Li-ion akumulatorjih z zaščitnimi nanosi Stabilization of lithium metal anode in Li-ion batteries with protective coatings

Žan Adam<sup>1,2</sup>

Mentor: prof. dr. Robert Dominko<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Chair of Materials and Polymer Engineering, Faculty of Chemistry and Chemical Technology, University of Ljubljani, Večna pot 113, 1000 Ljubljana, Slovenia*

<sup>2</sup>*Department D10 - Department of Materials Chemistry, National Institute of Chemistry, Hajdrihova 19, 1000 Ljubljana, Slovenia*

za7814@student.uni-lj.si

Due to climate change, there has been an increasing need for alternative energy sources. But these sources are usually not constant, so the need for energy storage systems is also increasing. Li-ion batteries have become very popular for energy storage due to their high energy density, long lifetime and low self-discharge rate.

The choice of electrode materials is crucial to achieve a high practical energy density of Li-ion batteries. Lithium metal is one of the most desirable anode materials due to its very high specific theoretical capacity (3860 mAh/g) and low electrochemical reduction potential. The main problem when using metallic lithium anode, is the formation of dendrites, which can cause a short circuit and present significant danger. At the National Institute of Chemistry, we studied the impact of protective coatings, with which we want to increase the stability of the anode itself. The principle of operation is that it stabilizes the juncture between metal lithium and the electrolyte, making the ionic flux on the electrode surface more homogenous. Consequently we suppress the formation of dendrites.

In our research work, we tested coatings made of trimethylsilyl cellulose and lithium nitrate ( $\chi\text{TMSCyLiNO}_3$ ), which were dissolved in tetrahydrofuran. Using electrochemical measurements, we tested the performance of coatings of different thicknesses. The anodes were characterized using focused ion beam scanning electron microscopy (FIB-SEM) and scanning electron microscopy (SEM) to study the cross-section and surface of lithium. We found out that we can improve the stability and lifespan of the battery, with layer thickness and homogeneity being important parameters.

**Ključne besede:** Li-ion akumulator, zaščitni nanosi, litijeva anoda

**Key words:** Li-ion battery, protective coatings, lithium anode



## Matematično modeliranje fazne transformacije hidratiziranega titanovega dioksida iz anataza v rutil

### Mathematical modeling of phase transformation of hydrated titania from anatase to rutile

Doroteja Marija Novak

Mentor: prof. dr. Marjan Marinšek

*Chair of Materials and Polymer Engineering, Faculty of Chemistry and Chemical Technology,  
University of Ljubljani, Večna pot 113, 1000 Ljubljana, Slovenia*

dn0459@student.uni-lj.si

Titanium dioxide is an inorganic polymorphic compound that exists in different crystallographic structures. Three most common crystallographic structures are anatase, rutile and brookite. The most common use of  $\text{TiO}_2$  is in the form of a white pigment, which contains rutile and is used to deliver opacity and whiteness in paints, packaging, and other materials. During the calcination process at high temperatures, a phase transformation from anatase to rutile occurs. Given the exact temperature and time of a complete phase transformation, heating time of titania in oven can be shortened. This way, a lot of energy and costs can be saved. In this master's thesis, three samples of white pigment were analysed. The samples were taken from production by sulfate process, before the calcination step occurs. The samples were analysed by X-ray diffraction (XRD) and high temperature X-ray diffraction (HTXRD). HTXRD analysis was performed separately at different temperatures for 70 minutes and a diffractogram was taken every 10 minutes. After diffractograms were obtained, using the Rietveld method, data about phase content was calculated. Conversion values were calculated from anatase and rutile phase content from HTXRD analysis, required for the kinetic analysis of a phase transformation. Using a mathematical model, kinetic parameters were found. Avrami's exponent, kinetic constants values at different temperatures and activation energy of the process were determined. The avrami method and the linearization method, which is a linear form of the avrami method equation, were used. Kinetic parameters were calculated by finding the function that best fits the experimental data by one method or the other. When the data of the phase transformation rate coefficients was obtained, an arrhenius diagram was plotted for each sample and the kinetic energy was calculated from the trend line. Complexity of the process makes the assumption of the actual activation energy imprecise, meaning that the term of the activation energy is in fact referred to the apparent activation energy.

**Ključne besede:** Titanov dioksid, fazna transformacija, kinetika, Rietveldova metoda, Avramijeva enačba

**Keywords:** Titania, phase transformation, kinetics, rietveld method, avrami equation



## Sinteza z litijem bogatih oksidov prehodnih kovin Synthesis of lithium rich transition metal oxides

Rok Pezdirc<sup>1,2</sup>

Mentor: prof. dr. Robert Dominko<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Chair of Materials and Polymer Engineering, Faculty of Chemistry and Chemical Technology,  
University of Ljubljani, Večna pot 113, 1000 Ljubljana, Slovenia*

<sup>2</sup>*Department D10 - Department of Materials Chemistry, National Institute of Chemistry,  
Hajdrihova 19, 1000 Ljubljana, Slovenia*

rok.pezdirc@gmail.com

Lithium rich transition metal oxides (LMR-TMO) are a group of cathode materials, which can be used in Lithium-ion batteries. Higher lithium percentage and the lack of cobalt in the structure of the material, makes LMR-TMO cheaper and more capable alternative for cathode materials in use. In this master's thesis, we used a modified synthesis method, which is used to attain NMC cathode materials, to produce LMR-TMO materials. After the successful acquisition of NMC dust, we used the method for the synthesis of the desired material. Samples were analysed by scanning electron microscopy and x-ray powder diffraction. Synthesised materials were used as active material in cathodes, put in battery cells, and subjected to charging cycles. By doing before mentioned analyses, we concluded, that we successfully acquired LMR-TMOs and proved they can be used in battery cells.

**Ključne besede:** Litij-ionski akumulatorji, LMR-TMO, NMC, sinteza, elektrokemija

**Keywords:** Lithium-ion batteries, LMR-TMO, NMC, synthesis, electro-chemistry





## Sinteza diiodofenolov in njihovo sklapljanje v odsotnosti prehodnih kovin Synthesis and Transition-Metal-Free Coupling of Diiodophenols

Martin Rihtaršič

Mentor: prof. dr. Jernej Iskra

*Chair of Organic Chemistry, Faculty of Chemistry and Chemical Technology, University of Ljubljana, Večna pot 113, 1000 Ljubljana, Slovenia*

[martin.rihtarsic@hotmail.com](mailto:martin.rihtarsic@hotmail.com)

Iodinated phenols are versatile compounds with diverse applications ranging from drugs, radioactive markers, and intermediates in synthetic organic chemistry. A selective, robust, and operationally simple introduction of iodine atom(s) to phenols is desirable. Our group is particularly interested in “green” approaches towards iodofunctionalization of arenes, namely, utilizing the system  $I_2/H_2O_2/H_2SO_4$ . Our method allows one-step synthesis of biologically interesting iodinated phenols from commercially available starting materials, e.g., diiodotyrosine, the precursor of thyroid hormones thyroxine and triiodothyronine.

The formation of formal *ortho*-phenolic coupling side-product was observed during iodination of model substrates. We found that the diiodinated product converts to the corresponding biaryl under the reaction conditions. Gratifyingly, tuning the reaction conditions allowed this side-reaction to be exploited – employing basic conditions with autocatalytic  $I_2$ , model iodinated phenols were converted to the respective homocoupling products. The formed biaryl axis is a scaffold of numerous natural products and chiral organic ligands. Mechanistic investigations support homolytic cleavage of the  $C(sp^2)-I$  bond in the key step of the mechanism.

**Ključne besede:** fenolno sklapljanje, zelena kemija, oksidativno jodiranje, sklapljanje v odsotnosti prehodnih kovin, biarilna os

**Keywords:** Phenolic Coupling, Green Chemistry, Oxidative Iodination, Transition-Metal-Free Coupling, Biaryl Axis



## Simulacijska študija dvodimenzionalnega modela tekočine z mehko sredico Computer simulation study of a two dimensional core-softened fluid

Matevž Turk

Mentor: prof. dr. Tomaž Urbič

*Chair of Physical Chemistry, Faculty of Chemistry and Chemical Technology, University of  
Ljubljani, Večna pot 113, 1000 Ljubljana, Slovenia*

mt9222@student.uni-lj.si

Water acts as a solvent in a great variety of natural processes, and oftentimes we want to study such processes using computer simulations. However, simulating aqueous solutions would require simulating a massive number of water molecules, which is computationally too expensive for modern computers to manage. To solve this, various models of water are being developed that are computationally much less demanding, yet still possess the crucial properties of water as a solvent.

Monte Carlo and molecular dynamics simulations in the canonical and isothermal-isobaric ensemble were used to investigate thermodynamic and structural properties of one such model, where water molecules are approximated as 2-dimensional soft disks, repelling each other through an isotropic core-softened potential. The model is characterized by two length scales of interaction between particles; a hard core with a smaller diameter and a soft corona with a larger diameter. The research was done in two separate parts. In the first part, simulations were used to investigate the presence of density, diffusion, and structural anomalies. The possibility that the model with a core-softened potential reproduces anomalous behavior of liquid water was checked by determining their hierarchy. In the second part, the effect of the soft corona's position on systems properties was investigated. The characteristic length and the potential energy of soft interaction was varied by changing the values of parameters in the soft part of the potential, and their influence on the position and scale of anomalous regions was determined.

**Ključne besede:** Statistična termodinamika, Monte Carlo, molekulska dinamika, voda, anomalije

**Keywords:** Statistical thermodynamics, Monte Carlo, molecular dynamics, water, anomalies



**GRAFIČKI FAKULTET  
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

## **Utjecaj prekrivenosti površine vakuum stola na silu odvajanja u sitotisku** **The influence of vacuum table surface coverage on the separation force in** **screen printing**

Fabijan Kovačević

Mentor: doc. dr. sc. Katarina Itrić Ivanda  
*Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet*

kovacevicfabijan@gmail.com

Sitotisak je najpoznatija tehnika propusnog tiska koja se zasniva na principu protiskivanja boje, laka ili ljepila kroz otvorene očice mrežice napete na okviru. Ova jednostavna tehnika omogućuje tisak raznih vrsta boja i posebnih efekata koji štite i vizualno oplemenjuju grafički proizvod, te se sve više koristi za tisak elektroničkih komponenti. Međutim, kako bi se osigurala kvaliteta proizvoda, nužno je izbjeći neželjene probleme u procesima pripreme i tiska. Tehnika sitotiska često se koristi za tisak velikih tiskovnih površina poput ambalaže, reklamnih panoa i tekstila, no s takvim zahtjevima dolaze i pojave koje mogu stvarati probleme i dovesti do upitne kvalitete otiska, posebno za neiskusne tiskare. Problemi tiska velikih površina su vezani uz debljinu nanosa boje, promjenu registra, lijepljenje tiskovne podloge, čupanje boje i gubitkom sjaja. Cilj ovog rada je rješavanje problema lijepljenja tiskovne podloge za tiskovnu formu, što je najčešći problem u tisku velikih površina. Tiskovna forma (mrežica napeta na okviru) mora se u procesu tiska jednoliko odvajati od tiskovne podloge odmah nakon prolaska tiskarskog rakela. Ako to nije slučaj, doći će do lijepljenja tiskovne podloge za tiskovnu formu. Koristeći tiskarski vakuum stol, ispitati će se utjecaj prekrivenosti površine na silu odvajanja u sitotisku koja je u izravnoj korelaciji sa stupnjem lijepljenja tiskovne podloge. Osim toga, definirat će se kako dobrom pripremom može se osigurati da neizbježna deformacija tiskovne forme ne utječe na promjenu registra te kako postavke tiskarskog stola mogu utjecati na kvalitetu samog otiska. Rezultati ovog rada mogu uvelike pomoći svim tiskarima koji tehnikom sitotiska žele postići visokokvalitetne otiske u tisku velikih površina.

**Ključne riječi:** sitotisak, tisak velike površine, vakuum stol, problem lijepljenja

**Keywords:** screen printing, large surface printing, vacuum table, adhesion problem

### **References**

- [1] J.I. Biegeleisen, M.A. Cohn, *Silk Screen Techniques*, Dover Publications INC., New York, 1958.
- [2] K. Albert, *Screen printing techniques*, The signs of the times publishing CO., Cincinnati, Ohio, U.S.A., 1981.
- [3] H. Kipphan, *HandBook of Print Media*, Springer, Berlin, 2001.
- [4] M. Monzo, E. Bou, E. Sanchez, L. Gargallo, C. Arrebola, *Printing screen characterisation tests*, *Boletin De La Sociedad Espanola De Ceramica Y Vidrio*, 40 (2001),17-24.
- [5] R. Parashkov, E. Becker, T. Riedl, H. H. Johannes, W. Kowalsky, *Large area electronics using printing methods*, *Proceedings of the IEEE*, 93(2005).
- [6] W. Y. Chang, T. H. Fang, H.J. Lin, Y.T. Shen, Y.C. Lin, Y.C. A Large Area Flexible Array Sensors Using Screen Printing Technology, *Journal of Display Technology*, 5 (2009), 178-183.

**Ispitivanje kvalitete otisnutog teksta na recikliranom papiru sa  
dodatkom pulpe žitarica**  
**Assessment of the quality of printed text on recycled paper with the addition  
of cereal pulp**

Marija Magdalena Mendes

Mentor: Maja Rudolf

*Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, Zagreb, Hrvatska*

mmendes@grf.hr

Konvencionalni papir kao glavnu sirovinu u sastavu ima celulozna vlakna koja se uglavnom dobivaju preradom drva, nedravnih biljaka ili starog papira. Zbog sve veće upotrebe drva u industriji papira, povećava se i iscrpljivanje šumskih resursa. U posljednjem desetljeću se povećala uporaba recikliranog papira, no proizvodnja papira se ne može temeljiti samo na recikliranim vlakancima. Svakim procesom recikliranja celulozna vlakna postaju kraća čime se smanjuje kvaliteta papira. Stoga je nužno u pulpu recikliranih vlakanaca dodavati i određenu količinu djevičanskih vlakanaca kako bi se poboljšale karakteristike recikliranog papira. Slama žitarica pšenice, ječma i tritikala su se u dosadašnjim istraživanjima pokazala kao adekvatan izvor vlakanaca koji doprinosi boljoj kvaliteti recikliranih papira. U ovom radu istražuje se kvaliteta otisnutog teksta na recikliranim papirnim substratima izrađenima u laboratoriju čiji je sastav 70% reciklirane pulpe od drvnih vlakanaca i 30% pulpe slame žitarica. Nakon izrade papira, provedeno je otiskivanje linijskih uzoraka i tipografskih oblika digitalnom tehnikom tiska (ink jet) korištenjem dva standardna tipografska reza Arial i Times New Roman u veličini 12 pt. Procjena kvalitete otisnutog teksta je izvedena ispitivanjem rubnih karakteristika otiska kao što su zamućenost, nazubljenost te ispune boje i kontrasta prema standardu ISO 13660. Mjerenja su provedena analitičkim uređajem PIAS II (Personal Image Analysis System) te interpretirana usporedbom sa referentnim i kontrolnim otiscima na papirima bez dodatka pulpe slame žitarica. Rezultati mjerenja karakteristika otisaka na papirima sa dodatkom pulpe slame žitarica pokazuju vrlo slične vrijednosti kao i rezultati otisaka na referentnim papirnim uzorcima bez dodatka pulpe slame žitarica što pokazuje da je kvaliteta otisaka dodatkom pulpe slame žitarica ostala u prihvatljivom rasponu.

**Ključne riječi:** digitalni tisak, kvaliteta otiska teksta, pulpa slame žitarica, reciklirani papir

**Keywords:** digital printing, printed text quality, cereal straw pulp, recycled paper

**References**

- [1] I. Bates, K. Petric Maretić and I. Zjakić, *Acta graphica*, **25(3-4)**, (2014) 63-72
- [2] I. Bates, I. Plazonić and T. Koren, *Proceedings of joint conference Wood Pulp & Paper Polygrafia academica* (2014), 276-281
- [3] U.S. Elesini, S. Pančur and K. Možina, *Textile Research Journal*, **91(13-14)**, (2021) 1670–1681
- [4] A. Korzeniowski, A. Praiss and J. Žmich, *Proceedings of the 18th international scientific conference Business Logistics in Modern Management* (2018), 709-724
- [5] D. Markotić, N. Puceković and I. Bates, *Annals of DAAAM for 2012*, (2012) 653-656
- [6] I. Plazonić, I. Bates and Ž. Barbarić- Mikočević, *BioResources*, **11(2)** (2016) 5033-5049



## **Računalna analiza multispektralnih podataka s ciljem detekcije slabo vidljivih informacija u povijesnoj pisanoj i tiskanoj građi**

### **Computer analysis of multispectral data with the aim of detecting poorly visible information in historical written and printed materials**

Jelena Katarina Milićević

Mentor: dr. sc. Vladimir Cviljušac

*Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, Katedra za računarsku grafiku i multimedijске  
sustave, Zagreb, Hrvatska*

[jmilicevic@grf.hr](mailto:jmilicevic@grf.hr)

Multispektralno snimanje je nerazorna i beskontaktna tehnologija koja se široko primjenjuje za proučavanje povijesnih dokumenata koji su često krhki i oštećeni. Njome se postiže identifikacija i autentifikacija informacija koje su slabo vidljive ili nevidljive ljudskom oku što ga čini idealnim za proučavanje povijesnih dokumenata. Arhivska degradacija je prisutna u svim materijalima zbog prirodnog starenja i može biti ubrzana zbog loših uvjeta skladištenja, neodgovarajuće vlažnosti, plijesni, infestacije i fizičkim oštećenjima poput požara ili poplava. Stoga je na Sveučilištu u Zagrebu na Grafičkom fakultetu razvijen sustav za multispektralno snimanje sastavljen je od hardverskih i softverskih komponenti, koji prilikom snimanja kombinira ultraljubičastu, vidljivu i infracrvenu svjetlost s uskopojasnim optičkim filterima koji propuštaju samo određenu valnu duljinu. Na taj način omogućava neinvazivnu i nedestruktivnu optičku karakterizaciju objekata, ponekad otkrivajući artefakte koji nisu vidljivi golim okom na prirodnom svjetlu. Ovaj rad napravljen je u suradnji s Hrvatskim državnim arhivom u Zagrebu te sažima postupak multispektralnog snimanja i obrade multispektralnih podataka s ciljem detekcije vodenih žigova iz papira koji datiraju iz 15. stoljeća te rekonstrukcije rukopisa koji datira iz 17. stoljeća. Slike dobivene sukcesivnim snimanjem istog objekta kroz niz filtera slažu se u tzv. multispektralnu kocku koja nam omogućava navedene analize. Rezultirajuća kocka prikupljenih spektralnih podataka stvara novi „digitalni objekt“ koji je povezan s originalom, ali bitno različit od njega. Koordinacija odnosa između ove dvije cjeline omogućuje veći pristup znanstvenim informacijama, jer identifikacija materijala omogućuje provenijenciju, zemljopisne (prostorne) i vremenske informacije kako bi proširila znanje o povijesnom dokumentu, bez zahtjeva za fizičkim uzimanjem uzoraka. Postupak snimanja obuhvatio je ukupno 68 vodenih žigova u istoj knjizi „Liber elementorum“, snimljenih u svjetlosnoj transmisiji na dvije različite valne duljine od 430 i 450 nm, dok je rukopis „Popis imovine“ snimljen s ukupno 36 optičkih filterau rasponu od 400 do 1000 nm. Računalnom analizom dobivenih multispektralnih podataka napravljena je uspješna detekcija i iscertavanje vodenih znakova, rekonstrukcija nevidljivih segmenata rukopisa i optička spektrometrija područja od interesa.

**Ključne riječi:** multispektralno snimanje, optički filteri, nedestruktivna, detekcija, računalna analiza



## Optimizacija modela 3D ispisa u svrhu izrade 2D animacije Optimization of the 3D printing model for the purpose of creating 2D animation

Tena Naglić

Mentor: Dubravko Banić

*Sveučilište Zagreb Grafički fakultet*

tnagic@grf.hr

U ovom znanstvenom radu proučen je utjecaj temperature podloge, materijala (filamenta), debljine kao i brzine 3D ispisa na kvalitetu dobivenog 3D modela fizičke 2D animacije. Cilj rada je optimizirati navedene parametre u procesu ispisa kako bi se postigla funkcionalnost modela uz odgovarajuća mehanička svojstva. Navedeni parametri su vrlo važni za konačni izgled i funkcionalnost 3D modela, stoga je ključno detaljno proučiti svaki od njih. U procesu ispisa, temperatura podloge je jedan od najvažnijih parametara koji utječu na kvalitetu dobivenog modela. Budući da se temperatura podloge može razlikovati ovisno o vrsti materijala koji se koristi, proučen je utjecaj temperature na model izrađen od različitih materijala. Odabir materijala (filamenta) također utječe na kvalitetu dobivenog modela. Svaki od materijala ima svoje karakteristike te je važno odabrati materijal koji najbolje odgovara zahtjevima modela. U ovom istraživanju korišteni su PLA i ABS materijali. Brzina 3D ispisa ovisi o mnogim čimbenicima, uključujući vrstu pisača, materijale za ispis, slojevitost debljinu ispisa, dizajn predmeta i složenost geometrije. S obzirom na temperaturu podloge te brzinu ispisa, odabran je PLA materijal. Debljina 3D ispisa odnosi se na debljinu sloja materijala koji se nanosi jedan na drugi kako bi se stvorio model. Za funkcionalni 3D model fizičke 2D animacije potrebno je bilo izraditi: transparentnu bazu s motivima animacije, sklop, ručku i okvira svjetla. Transparentna baza izuzetno je izazovna jer samo odgovarajuća debljina ispisa omogućava transparentnost uz željenu čvrstoću. Debljina ispisa od 2.5mm je osigurala dovoljan prolaz svjetla za prikaz 2D animacije. Ovakav 3D model predstavlja potencijal novih tehnologija u umjetničkom izražavanju.

**Ključne riječi:** 3D ispis, 3D filament, temperatura podloge, debljina ispisa, brzina 3D ispisa

**Keywords:** 3D printing, 3D filaments, substrate temperature, printing thickness, 3D printing speed



## Utjecaj nanomodificiranog biorazgradivog premaza na recikliranje papirne ambalaže

### The influence of nanomodified biodegradable coating on the recyclability of paper packaging

Petar Vračić, Filip Pečarić

Mentor: doc.dr.sc. Marina Vukoje

*Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, Zagreb, Getaldićeva 2, Hrvatska*

petarvrac500@gmail.com

Za zbrinjavanje otpadnog papira i kartonske ambalaže, recikliranje je jedna od najpoželjnijih opcija radi smanjenja njihovog negativnog utjecaja na okoliš [1]. Kako bi se potaknulo smanjenje korištenja polimera te se potaknulo korištenja papirne ambalaže, potrebno je proizvesti papirnu ambalažu s poboljšanim svojstvima (barijerna svojstva i mehanička svojstva) [2,3]. To se može postići apliciranjem različitih polimera na površinu materijala. Zahvaljujući inovacijama i razvoju biopolimera kao materijala za premaze i njihovoj primjeni u dizajnu ambalažnih materijala, očekuje se pojava različitih proizvoda na bazi papira na tržištu. Osim mehaničkih i barijernih svojstava, potrebno je ispitati njihov utjecaj na okoliš. Stoga je proveden istraživanje utjecaja biorazgradivog polikaprolaktonskog polimernog premaza (PCL) i PCL modificiranog nanočesticama SiO<sub>2</sub>, ZnO i Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> na recikliranje kartona. Uzorci premaza pripremljeni su otapanjem PCL polimera u etil acetatu i disperzijom nanočestica s homogenizatorom. Svi uzorci su otisnuti u istim uvjetima, ofsetnom tehnikom tiska te premazani PCL i PCL nanokompozitnim premazima. Recikliranje je provedeno u laboratorijskim uvjetima korištenjem metode INGEDE 11 [4]. Reciklabilnost je procijenjena određivanjem optičkih svojstava i sustavom analize slike. Na temelju dobivenih rezultata analize slike i optičkih svojstava recikliranog papira, može se zaključiti da korištenje PCL premaza te PCL premaza modificiranog nanočesticama ne utječu značajno na optička svojstva recikliranog papira i time ne ograničavaju dizajn određenog grafičkog proizvoda s aspekta kvalitete optičkih parametara.

**Ključne riječi:** ambalaža, recikliranje, biopolimeri, nanočestice, polikaprolakton

**Keywords:** packaging, recycling, biopolymers, nanoparticles, polycaprolactone

#### References

- [1] Vukoje, M.; Rožić, M. Various valorisation routes of paper intended for recycling – A Review. *Cellul. Chem. Technol.* 2018, 52, 515–541
- [2] Bota, J.; Vukoje, M.; Brozović, M.; Hrnjak-Murgić, Z. Reduced Water Permeability of Biodegradable PCL Nanocomposite Coated Paperboard Packaging. *Chem. Biochem. Eng. Q* 2017, 31, 417–424, doi:10.15255/CABEQ.2017.1126.
- [3] Bota, J.; Kratofil Krehula, L.; Katančić, Z.; Brozović, M.; Hrnjak-Murgić, Z. Surface characteristics and enhancement of water vapour properties of paperboard coated with polycaprolactone nanocomposites. *J. Adhes. Sci. Technol.* 2017, 31, 466–486, doi:10.1080/01694243.2016.1218313.
- [4] ISO, 21993:2020; ISO 21993:2020 Paper and pulp — Deinkability test for printed paper products. 2020





**KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET  
SVEUČILIŠTE U SPLITU**



## Razlika u kemijskom profilu hidrodestilata alge *Halopteris scoparia* s obzirom na lokaciju rasta

### Difference in the chemical profile of alga *Halopteris scoparia* hydrodistillates with regard to the growth location

Lucija Baranović

Mentor: prof. dr. sc. Igor Jerković

Pomoć pri izradi: dr. sc. Sanja Radman

*Kemijsko-tehnološki fakultet, Zavod za organsku kemiju, Split, Hrvatska*

lucija.baranovic1@gmail.com

Alge su višestanični autotrofni fotosintetski organizmi. Osnovna podjela je na mikro i makroalge. Osim navedene podjele, alge se dijele prema dominirajućem pigmentu na: zelene (Chlorophyta), crvene (Rhodophyta) i smeđe (Phaeophyta). Smeđe alge sadrže karotenoid fukoksantin koji prekriva zelenu boju klorofila i daje im karakterističnu boju. Pričvršćene su na podlogu (bentos) npr. kamenja, stijene ili pak druge alge. *Halopteris scoparia* (Linnaeus) Sauvageau, 1904 je smeđa alga. Raste u širokom temperaturnom rasponu na području diljem Europe, Baltika (sjeverna granica distribucije) te Nigerije (južna granica distribucije). *H. scoparia* svoju primjenu pronalazi u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji i ekologiji. Analizom provedenom na svježim i suhim uzorcima *H. scoparia* sa dvije lokacije uočena je razlika u kemijskom profilu isparljivih spojeva s obzirom na lokaciju rasta. Isparljivi spojevi izolirani su metodom hidrodestilacije i analizirani plinskom kromatografijom sa spektrometrijom masa. Usporedbom dobivenih podataka kemijskog profila uočena je razlika u sadržaju alifatskih nezasićenih i zasićenih spojeva, derivata benzena, terpena i derivata klorofila. Uzorci *H. scoparia* s područja obale otoka Čiovo bogatiji su alifatskim nezasićenim spojevima (42,06%, svježe; 36,82%, suho) od uzoraka s područja Zadar, Punta Bajlo (28,87%, svježe; 23,03%, suho). Također, razlika u kemijskim profilima uočava se kod zastupljenosti derivata klorofila. U uzorku s područja Zadar, Punta Bajlo zastupljenost navedenih spojeva bila je gotovo dvostruko veća (19,13%, svježe; 14,03%, suho) nego u uzorku s područja obale otoka Čiovo (7,89%, svježe; 11,72%, suho). Na osnovu provedenog istraživanja može se zaključiti da lokacija rasta utječe na kemijski profil alge *H. scoparia*.

**Ključne riječi:** makroalge, hidrodestilacija, isparljivi spojevi, plinska kromatografija sa spektrometrijom masa

**Keywords:** macroalgae, hydrodistillation, volatile compounds, gas chromatography with mass spectrometry



## Sinteza i kristalne strukture koordinacijskih polimera kobalta(II) s odabranim halonikotinatima i bispiridilnim ligandima

### Synthesis and crystal structures of cobalt(II) coordination polymers with selected halonicotinates and bispyridyl ligands

Lara Brajica

Mentor: doc. dr. sc. Boris-Marko Kukovec

*Kemijsko-tehnološki fakultet, Zavod za fizikalnu kemiju, Split, Hrvatska*

lara.brajica@gmail.com

Pripravljene su koordinacijski polimeri kobaltovog(II) iona s miješanim ligandima - derivatima nikotinske kiseline (6-bromnikotinska kiselina (6-BrnicH) i 6-klornikotinska kiselina (6-ClnicH)) te bispiridilnim ligandima 1,2-bis(4-piridil)etanom (1,2-bpetan) i 1,2-bis(4-piridil)etenom (1,2-bpeten).

Kao otapalo korišten je N,N-dimetilformamid, DMF. Dobiveni su koordinacijski polimeri:  $[\text{Co}(\text{6-BrnicH})_2(1,2\text{-bpetan})]_n$ ,  $[\text{Co}(\text{6-BrnicH})_2(1,2\text{-bpeten})]_n$  i  $[\text{Co}(\text{6-ClnicH})_2(1,2\text{-bpeten})]_n$ . U  $[\text{Co}(\text{6-BrnicH})_2(1,2\text{-bpetan})]_n$ , kobaltov(II) ion je oktaedarski koordiniran s O1 i O2 atomima karboksilata iz *O,O'*-kelatirajućeg 6-bromnikotinatnog liganda, s O3 i O4 atomima iz dva različita *O,O'*-premošćujuća 6-bromnikotinatna liganda te s piridinskim N3 i N4 atomima iz dvije različite molekule 1,2-bis(4-piridil)etana. U  $[\text{Co}(\text{6-BrnicH})_2(1,2\text{-bpeten})]_n$ , kobaltov(II) ion je oktaedarski koordiniran s O3 i O4 atomima karboksilata iz *O,O'*-kelatirajućeg 6-bromnikotinatnog liganda, s O1 i O2 atomima iz dva različita *O,O'*-premošćujuća 6-bromnikotinatna liganda te s piridinskim N3 i N4 atomima iz dvije različite molekule 1,2-bis(4-piridil)etana. U  $[\text{Co}(\text{6-ClnicH})_2(1,2\text{-bpeten})]_n$ , kobaltov(II) ion je oktaedarski koordiniran s O3 i O4 atomima karboksilata iz *O,O'*-kelatirajućeg 6-klornikotinatnog liganda, s O1 i O2 atomima iz dva različita *O,O'*-premošćujuća 6-klornikotinatna liganda te s piridinskim N3 i N4 atomima iz dvije različite molekule 1,2-bis(4-piridil)etana. Molekule 1,2-bpetana i 1,2-bpetena premošćuju kobaltove(II) ione dajući beskonačni jednodimenzijski polimerni lanac. Spojevi su karakterizirani IR spektroskopijom, termogravimetrijskom analizom (TGA) te diferencijalnom pretražnom kalorimetrijom (DSC). Kristalne strukture navedenih spojeva određene su metodom difrakcije rentgenskog zračenja na monokristalu.

**Ključne riječi:** koordinacijski polimeri, kobalt(II), 6-bromnikotinska kiselina, 1,2-bis(4-piridil)etan, IR spektroskopija

**Keywords:** coordination polymers, cobalt(II), 6-bromonicotinic acid, 1,2-bis(4-pyridyl)ethane, IR spectroscopy



## Utjecaj promjera miješala na kinetiku nukleacije pri sonokristalizaciji boraksa Influence of impeller diameter on nucleation kinetics of sonocrystallization of borax

Ana Jozić

Mentor: doc. dr. sc. Antonija Čelan

*Kemijsko – tehnološki fakultet, Zavod za kemijsko inženjerstvo, Split, Hrvatska*

ana.jozic14@gmail.com

Glavni zadatak ovog rada bio je ispitati utjecaj promjera miješala u sustavu bez ultrazvučnog djelovanja ( $A=0\%$ ) i u sustavu s ultrazvučnim djelovanjem ( $A=20\%$ ) na kinetiku nukleacije boraksa u šaržnom kristalizadoru s kontroliranim hlađenjem. Za provedbu miješanja korištena su SBT miješala (engl. straight blade turbine) triju različitih promjera ( $D_1=6,5\text{ cm}$ ,  $D_2=8,0\text{ cm}$  i  $D_3=9,5\text{ cm}$ ). Istraživanje je provedeno u kristalizadoru laboratorijskog mjerila volumena  $2,65\text{ dm}^3$ , pri čemu je matična otopina zasićena pri  $30\text{ }^\circ\text{C}$ , hlađena brzinom od  $6\text{ }^\circ\text{C h}^{-1}$  do temperature od  $15\text{ }^\circ\text{C}$ . U prvom dijelu ispitivanja provodila se kristalizacija uz mehaničko miješanje ( $A=0\%$ ), dok se u drugom dijelu ispitivanja na matičnu otopinu djelovalo mehaničkim miješanjem i ultrazvučnim djelovanjem ( $A=20\%$ ). U okviru ovog rada bilo je potrebno odrediti promjenu koncentracije matične otopine refraktometrijskom metodom, kao i promjenu apsolutne prezasićenosti tijekom procesnog vremena pri sva tri promjera miješala za oba ispitivana sustava. Također, analiziran je utjecaj promjera miješala na širinu metastabilne zone (ŠMSZ) te je primjenom Mersmannova nukleacijskog kriterija određen dominantni nukleacijski mehanizam. Rezultati su pokazali kako povećanje promjera miješala u sustavu bez ultrazvučnog djelovanja rezultira smanjenjem maksimalne prezasićenosti, odnosno širine metastabilne zone te brzine nukleacije. U sustavu s ultrazvučnim djelovanjem primijećeno je upravo suprotno. Kristalizacija je u svim ispitivanim slučajevima započela primarnim heterogenim mehanizmom. Primjenom granulometrijske analize metodom laserske difrakcije, sagledane su karakteristike finalnog produkta šaržne kristalizacije. Utvrđeno je da su kristali dobiveni u sustavu bez ultrazvučnog djelovanja značajno većeg srednjeg volumnog promjera i šire raspodjele od onih kristala dobivenih u sustavu s ultrazvučnim djelovanjem.

**Ključne riječi:** boraks, sonokristalizacija, brzina nukleacije, miješanje

**Keywords:** borax, mixing, nucleation, sonocrystallization



## Utjecaj procesnih parametara fluidiziranog katalitičkog krekiranja (FCC-a) na kvalitetu osnovnih proizvoda

### Influence of Process Parameters of Fluidized Catalytic Cracking (FCC) on the quality of basic products

Matea Juraković<sup>1,2</sup>

Mentor: prof. dr. sc. Nataša Stipanelov Vrandečić<sup>1</sup>

Komentor: dipl. inž. kem. tehnol. Katja Cvitanović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Kemijско-tehnološki fakultet, Zavod za organsku tehnologiju, Split, Hrvatska,*

<sup>2</sup>*Rafinerija nafte Rijeka, Hrvatska*

mj16387@ktf-split.hr

Proces fluidiziranog katalitičkog krekiranja (engl. fluidized catalytic cracking (FCC)) jedan je od najvažnijih sekundarnih procesa rafinerijske prerade nafte. U Rafineriji nafte Rijeka INA d.d., FCC postrojenje izgrađeno je 1981. godine prema američkoj tehnologiji UOP, a sastoji se od katalitičke sekcije, sekcije za frakcioniranje, sekcije koncentracije plina te sekcije za merkaptansku oksidaciju (engl. merox) plina i benzina. Osnovna svrha procesa je cijepanjem ugljikovodičnih molekula težih frakcija nafte (ostatka procesa hidrokrekiranja, vakuumske plinskog ulja) dobiti lakše i vrijednije produkte ugljikovodika pri visokoj temperaturi i umjerenom tlaku u prisustvu fino raspodijelnog zeolitnog katalizatora. Glavni proizvod procesa je FCC benzin, jedna od temeljnih sastavnica motornog benzina za komercijalnu upotrebu te ukapljeni naftni plin (UNP), koji sadrži visok udio olefina, posebice propilena, vrijedne petrokemikalije. Stoga se danas sve više pažnje tijekom FCC procesa usmjerava i na iscrpak propilena. U ovom radu cilj je bio analizirati svojstva ulazne sirovine FCC procesa, pratiti procesne veličine tj. parametre tijekom probne proizvodnje te utvrditi njihov utjecaj na svojstva proizvoda, posebice na kvalitetu FCC benzina.

**Ključne riječi:** Rafinerija nafte Rijeka, INA d.d., fluidizirano katalitičko krekiranje, optimizacija, FCC benzin, ukapljeni naftni plin (UNP), propilen, oktanski broj

**Keywords:** oil refinery INA, fluidized catalytic cracking, optimization, FCC gasoline, liquid petroleum gas (LPG), propylene, octane number



## Sinteza i karakterizacija nanostrukturiranog ZnO Synthesis and characterization of ZnO nanoparticles

Mira Vukičević

Mentor: Prof. dr. sc. Dražan Jozić

*Kemijsko-tehnološki fakultet, Zavod za anorgansku tehnologiju, Split, Hrvatska*

mv19145@ktf-split.hr

Istraživanja u ovom radu usmjerena su na sintezu nanostrukturiranih čestica ZnO hidrotermalnom metodom te karakterizaciju istih. Kao izvor  $Zn^{2+}$  iona korišten je cinkov(II)acetat dihidrat  $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ , a kao otapalo apsolutni etanol uz dodatak NaOH. Za kontrolu rasta i oblika kristala korišten je sufraktant trietanolamin (TEA). Sinteze su provedene pri temperaturi  $T=55\text{ }^\circ\text{C}$  u trajanju do 2 sata. Dobivene mliječno bijele suspenzije su nakon termalne obrade centrifugirane, dekantirane i isprane ultračistom vodom, odnosno apsolutnim etanolom te je potom osušeni prah ZnO kalciniran na  $400\text{ }^\circ\text{C}$ . Pripravljene uzorci su karakterizirani difrakcijom rendgenskih zraka na polikristalnim uzrocima (XRD), transmisivskom elektronskom mikroskopijom (TEM), pretražnom elektronskom mikroskopijom (SEM/EDS), infracrvenom spektroskopijom s Fourierovom transformacijom (FT-IR) te je provedena i analiza distribucije veličine čestica. Prema rezultatima sintetizirani uzorci nanostrukturiranog ZnO štapičastog su oblika heksagonske vurcicne strukture.

**Ključne riječi:** nanostrukturirani ZnO, hidrotermalna metoda, XRD, TEM, SEM, FT-IR

**Keywords:** nanostructured ZnO, hydrothermal method, XRD, TEM, SEM, FT-IR



**METALURŠKI FAKULTET  
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**



## Utjecaj buke na čovjeka i mjere zaštite od buke u industriji The impact of noise on humans and noise protection measures in industry

Lucija Detković

Mentor: prof.dr.sc. Anita Begić Hadžipašić

*Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Zavod za procesnu metalurgiju, Sisak, Republika  
Hrvatska*

ldetko@simet.hr

Buka je svaki neželjeni zvuk koji utječe na sluh, ali i na ljudsko zdravlje, tako što uzrokuje psihičke i fizičke smetnje [1-3]. Ona loše utječe na naše živote, kao i na našu okolinu te je moramo pravovremeno prepoznati, analizirati i smanjiti. Buka koja na radnom mjestu utječe na zdravlje radnika može uzrokovati profesionalne bolesti, zbog čega dolazi do narušavanja zdravstvene sposobnosti radnika, ali i smanjenja produktivnosti industrijskih postrojenja [1-3]. Kako bi se utvrdio i vrednovao rizik kod izloženosti buci, obvezno se moraju provesti mjerenja buke. Mjerenja je potrebno u odgovarajućim periodima planirati i provoditi od strane ovlaštenog stručnjaka, a mjerni instrumenti moraju biti pouzdani, kalibrirani i u dobrom stanju. Mjerenja se moraju provesti za sva radna mjesta i za sve osobe koje će možda biti izložene buci. U okviru procjene rizika određuje se stvarna izloženost buci za svakog radnika koji sudjeluje u radnom procesu. Ukoliko vrijednosti premašuju one određene Zakonima i Pravilnicima [4-6], preporučuju se odgovarajuće mjere zaštite od buke. U ovom radu su izmjerene vrijednosti buke na različitim radnim mjestima u industriji za gospodarenje otpadom. Prilikom analiziranja rezultata vidljiva su prekoračenja dopuštenih vrijednosti za buku u zatvorenoj kabini radnog stroja i buku u otvorenoj kabini viličara na ruti kroz postrojenje te je preporučena primjena sredstava za zaštitu sluha i upotreba osobne zaštitne opreme.

**Ključne riječi:** buka, profesionalne bolesti, mjere zaštite od buke, osobna zaštitna oprema, legislativa

**Keywords:** noise, occupational diseases, noise protection measures, personal protective equipment, legislation

### References

- [1] S. Ingemansson, H. Elvhammar, *Zaštita od buke: načela i primjena*, prijevod: V. Komeštik, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, 1995.
- [2] Hrvatski časopis za javno zdravstvo, HZJZ
- [3] R. Feliks, *Unaprijeđenje i zaštita radne i životne sredine i sanitarno zakonodavstvo; Standardne metode i normativi*, Institut za dokumentaciju zaštite na radu, Niš, 1980.
- [4] Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21)
- [5] Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (NN 143/21)
- [6] Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)





## Tehnološki i konstrukcijski proračun rekuperatora za predgrijavanje zraka kupolne peći

### Technological and constructional calculation of the recuperators for air preheating of the cupola furnace

Marin Pomahač

Mentor: prof.dr.sc. Ladislav Lazić

*Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Zavod za mehaničku metalurgiju, Sisak, Republika Hrvatska*

mpomaha@simet.hr

Peć za taljenje je neophodan agregat u ljevaonicama. U slučajevima pripreme taline za proizvodnju željeznih odljevaka veće mase, kao primarne metode taljenja koriste se kupolne ili električne peći. Glavne prednosti kupolnih peći u odnosu na električne su: jednostavan i ekonomičan uređaj, manje štetan utjecaj na okoliš, manje su osjetljive na nekvalitetne šarže i neželjene primjese, reakcije oksidacije i redukcije odvijaju se unutar i iznad taline tijekom procesa taljenja, niže cijene ferolegura i talitelja [1]. Metalurški proces može se intenzivirati tako da se predgrije zrak koji se upuhuje kroz sapnice u radni prostor kupolne peći. Osim povećanja produktivnosti agregata, smanjuje se potrošnja koksa i postižu veće temperature taline. U tu svrhu obično se koriste cijevni rekuperatori koji iskorištavaju entalpiju izlaznih kupolnih plinova, a u nekim slučajevima i entalpiju plinova izgaranja zemnog plina [2]. Ovaj rad je zamišljen kao nadopuna za proračun konstrukcije kupolne peći za proizvodnju taline kapaciteta 3 t/h [3]. Sastoji se od proračuna izgaranja zemnog i kupolnog plina te proračuna konstrukcije tri sekcije rekuperatora. Proračun se temelji na iskustvenim podacima peći i rekuperatora koji se primjenjuju u praksi[4]. U prvoj sekciji, postiže se konačno zagrijavanje zraka prije ulaska u kupolnu peć, u drugoj sekciji dogrijava se kupolni plin prije njegova izgaranja, dok se u trećoj sekciji rekuperatora odvija početno zagrijavanje zraka od početne okolišne temperature. Usvojena je konstrukcija izmjenjivača topline s protusmjernim strujanjem dimnih plinova i zraka, sastavljena od čeličnih U-cijevi sa šahovskim rasporedom u smjeru strujanja dimnih plinova.

**Ključne riječi:** kupolna peć, predgrijanje zraka, rekuperator

**Keywords:** cupola furnace, air preheating, recuperator

#### References

- [1] L. Lazić, M. Lovrenić-Jugović, M. Borošić, Determining the ratio of the metal components of the charge at the cupola furnace, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak, 2022. (znanstveni rad)
- [2] J. Črnko, Industrijske peći, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak, 2010. (interna skripta)
- [3] M. Borošić, Tehnološki i konstrukcijski proračun kupolne peći, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak 2021. (diplomski rad)
- [4] Матюхин В.И. Матюхи А.В, Расчет и проектирование ваграночного комплекса плавки чугуна, Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, 2015.



## Šumarstvo, izazovi u području sigurnosti na radu Forestry, challenges in the field of safety at work

Patricija Režić

Mentor: doc.dr.sc. Mitja Robert Kožuh

*Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Zavod za fizičku metalurgiju, Sisak, Republika  
Hrvatska*

prezic@simet.hr

U radu se opisuju, kroz tehnologiju rada, opasnosti u šumarstvu ali i njezine štetnosti i napore koji prijete radnicima u djelatnostima koje su tim rizicima najviše izloženi [1]. U ovom slučaju govorimo o djelatnostima u šumarstvu koje su ujedno i najugroženije djelatnosti a to su djelatnosti šumskog radnika, odnosno šumskog radnika sjekača, šumskog radnika na poslovima uzgajanja šuma, vozača kamiona i traktorista-kopčaša [2] [3] [4]. Kroz tehnologiju rada u šumarstvu, koja uključuje radne postupke u sječi i izradi drvnih sortimenata, najlakše se upoznati sa prijetnjama i opasnostima koje mogu ugroziti sigurnost i zdravlje radnika [2] [3] [4]. Važnu ulogu u sigurnom izvođenju radnih zadataka, pa tako i u ovom slučaju, ima sama procjena rizika svakog pojedinačnog radnog mjesta, ali i pridržavanje mjere za rad na siguran način [5]. Procjenom rizika se u ovom slučaju, kroz opasnosti, štetnosti i napore, upoznajemo sa neophodnim mjerama zaštite na radu, ali i načinom smanjenja rizika u radnom procesu u šumarstvu, na radnom mjestu šumskog radnika, odnosno šumskog radnika sjekača, šumskog radnika na poslovima uzgajanja šuma, vozača kamiona i traktorista-kopčaša [5]. Uz prepoznavanje opasnosti, štetnosti i napora, na radnom mjestu važno je i svjesno korištenje ispravne propisane osobne zaštitne opreme osigurane od strane poslodavca [6]. Procjenom rizika, pridržavanjem mjera za rad na siguran način, nošenjem osobne zaštitne opreme, pa čak ni radnim iskustvom nažalost ne možemo ukloniti sve opasnosti i rizike, ozljede ni smrtne slučajeve na radu kojima su radnici izloženi tijekom radnog procesa.

**Ključne riječi:** radnik, šumarstvo, procjena rizika, opasnost

**Keywords:** worker, forestry, risk assessment, danger

### References:

- [1] Loborec L.: Sigurnost na radu u šumarstvu, Ergonomika d.o.o., Zagreb, 2002.
- [2] Kolarić D., Bunjevac M., Špoljarić M., Plantak S., Košćević V., Mundweil V., Dolanec Ž.: Upute za rad na siguran način pri uzgojnim radovima, Hrvatske šume d.o.o., Zagreb, 2009.
- [3] Dolanec Ž., Frković P., Klarić D., Košćević V., Mundweil V.: Upute za rad na siguran način pri sječi i izradi drveta, Hrvatske šume d.o.o., Zagreb, 2009.
- [4] Ranogajec B., Klarić D., Zagudajev J., Peraković S., Plantak S., Pavlič V., Košćević V., Mundweil V., Tomašić Z.: Upute za rad na siguran način pri privlačenju i prijevozu drveta, Hrvatske šume d.o.o., Zagreb, 2010.
- [5] Procjena rizika, Uprava šuma podružnica Sisak, Hrvatske šume d.o.o., Zagreb, 2015.
- [6] Pravilnik o zaštiti na radu u šumarstvu, (NN 10/86)



## Analiza sučeono zavarenog K-spoja Analysis of butt-welded K-joint

Erik Luka Ritz

Mentor: izv. prof. dr. sc. Martina Lovrenić-Jugović  
*Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Zavod za mehaničku metalurgiju,  
Sisak, Republika Hrvatska*

elritz@simet.hr

Poznato je da kod sučeonih spojeva nema pojave skretanja toka silnica u zoni zavarivanja te da postoji nekoliko načina ostvarivanja sučeonog spoja ovisno o debljini ploča koje se žele zavariti [1,2]. Ovaj rad će pokazati koliko je važna dobra priprema površina koje se namjeravaju spojiti zavarivanjem. U radu su ploče, debljine 15 mm od konstrukcijskog čelika S235JR, zavarene sučeono K-zavarom primjenom MIG postupka zavarivanja. Priprema ploča prije zavarivanja nije bila zadovoljavajuća, prema iskustvenim uputama i time ostvareni zavareni spoj ima nedostatke. Četiri ploče su zavarene sučeono tako da su dobivena dva zavarena spoja. Zavareni spojevi hlađeni su nakon zavarivanja na različite načine, jedan je hlađen sporije na zraku, a drugi brže u vodi. Nakon provedenog zavarivanja i hlađenja zavarenih spojeva napravljena je metalografska analiza mikrostrukture zavarenih spojeva, a zatim je izmjerena njihova tvrdoća Vickersovom metodom [3]. Provedenim metalografskim ispitivanjima zaključilo se da zona utjecaja topline ima sitnozrnatu strukturu, a zona taljenja lijevanu strukturu [4]. Nakon mjerenja tvrdoća vidljivo je da vrijednosti tvrdoća rastu od korijena prema licu zavara kako u zoni taljenja tako i u zoni utjecaja topline. Na kraju je proveden proračun čvrstoće [5] kako bi se ustanovilo koliki iznos statičke i koliki iznos dinamičke izmjenične sile ostvareni zavareni K-spoj može izdržati u odnosu na idealno postignut ostvaren dobrom pripremom površina.

**Ključne riječi:** konstrukcijski čelik, sučeono zavareni K-spoj, Vickersova tvrdoća, metalografska analiza, proračun čvrstoće

**Keywords:** structural steel, butt-welded K-joint, Vickers hardness, metallographic analysis, strength calculation

### Literatura

- [1] L. Lazić, *Elementi strojeva*, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet u Sisku, Sisak, 2001.
- [2] D. Jelaska, *Elementi strojeva*, Sveučilište u Splitu, FESB, Split, 2005.
- [3] I. Vitez, *Ispitivanje mehaničkih svojstava metalnih materijala*, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, SFSB, Slavonski Brod, 2006.
- [4] M. Gojić, *Tehnike spajanja i razdvajanja materijala*, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak, 2008.
- [4] I. Alfirević, *Nauka o čvrstoći I*, Tehnička knjiga – Zagreb, Zagreb, 1995.



**PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET  
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**



## Optimizacija *O*-demetilacije niskomolekulskih spojeva frakcioniranja lignina

### Optimization of *O*-demethylation of low molecular weight compounds from lignin fractions

Lidija Božić<sup>1,2</sup>

Mentor: prof. dr. sc. Anita Slavica<sup>1</sup>

Komentor: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Bernd Nidetzky<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za biokemijsko  
inženjerstvo, Zagreb, Hrvatska*

<sup>2</sup>*Institute of Biotechnology and Biochemical Engineering, Graz University of Technology,  
Graz, Austria*

lidija.bozic4@gmail.com

Lignin je drugi najzastupljeniji prirodni polimer i njegovo korištenje u biotehnološkoj industrijskoj proizvodnji je na svojim počecima, uglavnom poradi njegove neučinkovite depolimerizacije. Jedan od pristupa rješavanju ovoga problema je primjena nespecifičnih peroksigenaza (UPO; EC 1.11.2.1), koje kataliziraju *O*-demetilaciju niskomolekulskih spojeva frakcioniranja lignina. U ovako kataliziranim reakcijama H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> je donor jednog atoma kisika, koji se ugrađuje u širok spektar supstrata i tako nastaju demetilirani spojevi. Stoga su ciljevi ovoga istraživanja bili definirati i optimirati uvjete reakcije, koju katalizira UPO12 iz *Hypoxylon* sp. EC38, i uspješno imobilizirati ovaj enzim. Provedene su *batch* i *fed batch* enzimске reakcije konverzije gvajakola u 100 mM fosfatnom puferu, pH 6.0 pri 20°C i najviši stupanj konverzije supstrata, kako je utvrđeno HPLC-UV/VIS metodom, postignut je tijekom *fed batch* reakcije s, redom, 0.1 μM, 2.0 mM i 0.1 mM UPO12, gvajakola i H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> na početku reakcije, a nakon svakih 5 min dodavan je H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0.1 mM) kroz ukupno 1.0 h. Pri opisanim uvjetima dolazi do oksidacije i dimerizacije oksidiranog gvajakola, kako je eksperimentalno pokazano spektrofotometrijskom metodom. Dodatak antioksidansa (askorbinske kiseline, 10 mM) u reakcijsku smjesu reducira oksidaciju i dimerizaciju ovoga supstrata, ali ne povećava prinos produkta - katehola. Uspješno enkapsulirani UPO12 ima znatno manju aktivnost od enzima u otopini.

**Ključne riječi:** lignin, nespecifične peroksigenaze, *O*-demetilacija, imobilizacija

**Keywords:** lignin, unspecific peroxygenases, *O*-demethylation, immobilization



## Ispitivanje metoda izdvajanja monoklonalnih protutijela proizvedenih iz CHO stanične linije

### Evaluation of downstream methods for monoclonal antibodies produced from CHO cell lines

Jakov Cvetković<sup>1,2</sup>

Mentor: prof. dr. sc. Igor Slivac<sup>1</sup>

Komentor: Dr. Sc Bernhard Sissolak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zavod za biokemijsko inženjerstvo, Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup>University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria

cjakov1@gmail.com

CHO (*Chinese Hamster Ovary*) stanice dobro su definirana kultura koja se primjenjuje u proizvodnji vrijednih farmaceutskih komponenata, poput monoklonalnih protutijela koja se koriste za prevenciju mnogih bolesti. Tijekom ovog rada ispitana je oprema za izdvajanje i pročišćavanje, uz naglasak na tri glavna tipa: dubinski filteri (korišteni za filtraciju), membrane (korištene za koncentraciju) i membranski adsorberi (korišteni za anionsku izmjenu), nakon čega je proveden i sam postupak izdvajanja primjenom prethodno testirane opreme. Za uzgoj samih stanica te proizvodnju monoklonalnih protutijela primijenjen je perfuzijski reaktor [1], a stanični supernatant (podloga bez stanica) podvrgnut je procesu izdvajanja. Glavne nečistoće koje se uklanjaju iz supernatanta ove stanične kulture su HCP (*host cell proteins* koje nazivamo *nečistoćama male molekulske mase*) i DNK molekule (*nečistoće velike molekulske mase*), koje se međusobno razlikuju po karakteristikama, te samim time i načinu na koji se izdvajaju [2]. Za uklanjanje DNK korištena je metoda taloženja pomoću CaCl<sub>2</sub>, a za uklanjanje proteina membranski procesi, nakon čega su provedene dvije dubinske filtracije. Za metodu završnog pročišćavanja primijenjena je anionska izmjena s membranskim adsorberima kako bi se koncentracija ovih nečistoća svela na minimum. Ovim je postupkom uspješno pročišćeno 99,93% DNK molekula i 99,58% staničnih proteina. Tijekom cijelog procesa, osim nečistoća, praćena je i koncentracija monoklonalnih protutijela kako bi se utvrdio prinos, koji je na kraju samog procesa iznosio 66,7%.

**Ključne riječi:** monoklonalna protutijela, procesi izdvajanja, filteri, membrane

**Keywords:** monoclonal antibodies, downstream methods, filters, hollow fibers

#### References

[1] Zydney, A. L. (2015) Continous downstream processing for high value biological products: a review. *Biotechnology and bioengineering*

[2] Sommer, R., Satzer, P., Tscheliessnig, A., Schulz, H., Helk, B., Jungbauer, A. (2014)

Combined polyethylene glycol and CaCl<sub>2</sub> precipitation for the capture and purification of recombinant antibodies. *Process Biochemistry* **49**, 2001-2009.



## Optimiranje ekstrakcije funkcionalnih biomolekula *Lactobacillus* sojeva Optimization of extraction of functional biomolecules of *Lactobacillus* strains

Belma Karamehmedović

Mentor: prof. dr. sc. Jasna Novak

Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zavod za biokemijsko inženjerstvo, Zagreb, Hrvatska

belma.karamehmedovic@gmail.com

Površinske strukture probiotičkih bakterija su ključne molekule prilikom interakcija s mikrookolišom gastrointestinalnog trakta te se pojedine istražuju kao funkcionalne biomolekule [Castro-Bravo i sur., 2018]. Upravo predstavnici ovih biomolekula su egzopolisaharidi (EPS) koji su izvanstanični šećerni polimeri, odnosno S-proteini koji su skupina površinskih proteina koje ekspimiraju pojedini *Lactobacillus* sojevi. Laktobacili imaju važnu ulogu u održavanju stabilnosti gastrointestinalnog trakta (GIT), u prevenciji crijevnih infekcija i, općenito, u održavanju zdravlja crijeva [Jakava-Viljanen i Palva, 2007]. Funkcionalne biomolekule *Lactobacillus* sojeva se intenzivno istražuju te se prema recentnim istraživanjima definiraju kao postbiotici [Dempsey i C. Corr., 2022]. Za strukturnu i funkcionalnu analizu ključno je provesti učinkovitu ekstrakciju ciljanih molekula. Upravo u ovom radu provedeno je optimiranje uvjeta ekstrakcije EPS iz odabranih *Lactobacillus* sojeva mikrobioma humanog mlijeka. EPS je ekstrahirano iz soja *Limosilactobacillus fermentum* MC1, a S-proteini iz soja *Levilactobacillus brevis* MB1, MB2, MB13, MB20. Dijalizirani uzorci stanično vezanih EPS-b izolirani su primjenom tri različita agensa NaOH, fenol, EDTA. Najveći prinos od  $Y_{EPS}=544,12$  mg/L određen je u uzorku EPS-b nakon primjene NaOH. Maksimalna koncentracija ekstracelularnih EPS (611,11 mg/L) (EPS-r), eksperimentalno je određena u uzorku ekstrahiranom u postupku pročišćavanja koji uključuje trikloroctenu kiselinu. SDS-PAGE elektroforezom površinskih proteina ustanovljena je prisutnost S-proteina kod sva četiri soja *L. brevis*. Metodom po Bradfordu u određena je koncentracija ekstrahiranih S-proteina pri čemu je najveća koncentracija (27,286 mg/μL) određena u uzorku površinskih proteina soja *L. brevis* MB20.

**Ključne riječi:** *Limosilactobacillus fermentum*, *Levilactobacillus brevis*, egzopolisaharidi, S-proteini, ekstrakcija, postbiotici

**Keywords:** *Limosilactobacillus fermentum*, *Levilactobacillus brevis*, exopolysaccharides, S-proteins, extraction, postbiotics

### References

- [1] N. Castro-Bravo, J. M. Wells, A. Margolles, P. Ruas-Madiedo, *Frontiers in Microbiology* **9** (2018), 2426.
- [2] E. Dempsey, S. C. Corr, *Frontiers in Immunology*, **13** (2022), 840245.
- [3] M. Jakava-Viljanen, A. Palva, *Veterinary Microbiology*, **124(3–4)** (2007), 264–273.



## Razvoj spektrofotometrijske metode za mjerenje aktivnosti dekarboksilaza hidroksicimetnih kiselina

### Development of a spectrophotometric assay for hydroxycinnamic acid decarboxylation

Mirna Larva<sup>1,2</sup>

Mentor: prof. dr. sc. Anita Slavica<sup>1</sup>

Komentor: Dipl.-Ing.Bakk.techn. Dr. Sc Daniel Kracher<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zavod za biokemijsko inženjerstvo, Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup>Institute of Molecular Biotechnology, Graz University of Technology, Graz, Austria

mirna.larva@gmail.com

Biokatalitičkom dekarboksilacijom prirodnih hidroksicimetnih kiselina dobivaju se *p*-hidroksistireni, koji su važni prekursori u proizvodnji antioksidansa, epoksi premaza, adheziva i drugih polimernih materijala [1]. Dekarboksilaza fenolnih kiselina iz bakterije *Bacillus subtilis* (*BsPAD*) je enzim neovisan o kofaktoru, koji katalizira izdvajanje ugljičnog dioksida iz *p*-kumarinske, kofeinske, ferulinske i sinapinske kiseline uz visoku katalitičku učinkovitost. Metode koje se koriste za mjerenje aktivnosti reakcija dekarboksilacije hidroksicimetnih kiselina se temelje na korištenju HPLC, MS, GC ili NMR, i zahtijevaju opsežnu pripremu uzoraka, a njima se pritom određuje samo krajnja koncentracija produkata ovih reakcija. Tijekom ovog znanstvenog istraživanja razvijena je brza, robusna i osjetljiva spektrofotometrijska metoda kojom se reakcija dekarboksilacije prati u realnom vremenu i kod koje nije potrebna ekstrakcija dobivenih produkata. Apsorpcijski spektri produkata snimljeni su nakon potvrde o kompletnoj dekarboksilaciji supstrata i to dvjema metodama - TLC i NMR. Svi dekarboksilirani produkti dobiveni konverzijom pomoću *BsPAD*, pokazali su znatan gubitak apsorbancije u bliskom UV rasponu između 330 - 350 nm [2]. Aktivnost *BsPAD* prema četiri različite hidroksicimetne kiseline, bila je u potpunosti u skladu s rezultatima dobivenim HPLC analizom, kao standardnom metodom za praćenje reakcija dekarboksilacije. Optimizirana metoda korištena je za određivanje kinetičkih konstanti ( $K_M$  i  $V_{max}$ ) za tri supstrata *BsPAD*, što ukazuje na široku primjenu ove razvijene metode.

**Ključne riječi:** *p*-hidroksicimetne kiseline, dekarboksilaza fenolne kiseline, UV-VIS

**Keywords:** *p*-hydroxycinnamic acids, phenolic acid decarboxylase, UV-VIS

#### References

[1] A.K. Schweiger *et al.*, *ACS Sustainable Chem. Eng.*, **7** (2019) 16364-16370.

[2] K.L. Morley *et al.*, *Green Chem.*, **15** (2013) 3312-3317.





## Utvrđivanje sadržaja i izvora natrija u prehrani djece s celijakijom Dietary sodium intake and source determination among children with celiac disease

Katja Radolović<sup>1</sup>

Mentor: izv. prof. dr. sc. Martina Bituh<sup>1</sup>

Komentor: prof. dr. sc. Jelka Pleadin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Prehrambeno – biotehnološki fakultet, Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i  
prehrambenih proizvoda, Zagreb, Hrvatska*

<sup>2</sup>*Hrvatski veterinarski institut, Laboratorij za analitičku kemiju, Zagreb, Hrvatska*

katjar10@gmail.com

Prekomjeren unos natrija kod djece povezan je s nižom kvalitetom prehrane i većim rizikom za hipertenziju i razvoj kardiovaskularnih bolesti kasnije u životu. Dosadašnja istraživanja pokazala su kako unos natrija među hrvatskom odraslom populacijom više nego dvostruko premašuje trenutne preporuke Svjetske zdravstvene organizacije (SZO). Prekomjeren unos natrija u odnosu na dob zabilježen je i u prehrani djece diljem svijeta. Međutim, malo je podataka o prehrambenom unosu natrija djece u Hrvatskoj, osobito među djecom koja boluju od celijakije. Mnogi se od njih u svojoj prehrani oslanjaju na komercijalne bezglutenske proizvode koji su često visokoprocenirani i bogati natrijem. Cilj ovog istraživanja bio je odrediti sadržaj natrija, odnosno soli u cjelodnevnom bezglutenskim obrocima djece s celijakijom i identificirati najznačajnije prehrambene izvore natrija koji doprinose dnevnom unosu soli. U istraživanju je sudjelovalo osam ispitanika s celijakijom u dobi od 3 do 15 godina koji se pridržavaju stroge bezglutenske dijeta. Kvalitativni i kvantitativni podaci o sadržaju natrija u njihovoj prehrani prikupljeni su metodom duplikat dijeta i dvodnevni dnevnik prehrane. Uzorci cjelodnevnih bezglutenskih obroka (n=16) analizirani su plamenom atomskom apsorpcijskom spektrometrijom. Prosječan unos natrija iznosio je  $2389 \pm 933$  mg, odnosno  $6,0 \pm 2,3$  g soli. Većina ispitanika premašila je preporuke za unos soli u skladu s njihovom dobi. U prosjeku, 14% dnevnog unosa natrija prirodno je prisutno u namirnicama, dok je čak 86% natrija porijeklom iz dodanih izvora – procesirane hrane (27%), komercijalnih bezglutenskih proizvoda (29%) ili kuhinjske soli dodane prilikom pripreme ili konzumacije obroka (30%). Na dnevni unos natrija, odnosno soli može se utjecati izborom namirnica s nižim sadržajem soli, samostalnom pripremom obroka iz cjelovitih namirnica te korištenjem začina umjesto kuhinjske soli, pri čemu je edukacija roditelja i njihove djece od iznimnog značaja.

**Ključne riječi:** natrij, sol, prehrana djece, celijakija, bezglutenski proizvodi

**Keywords:** sodium, salt, children, celiac disease, gluten-free



**PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET  
SVEUČILIŠTE U OSIJEKU**



## **Proizvodnja i karakterizacija voćnog vina od sibirske borovnice (*Lonicera caerulea*) dobivenog upotrebom odabranih vrsta selekcioniranih vinskih kvasaca**

### **Production and characterization of siberian blueberry (*Lonicera caerulea*) fruit wine obtained using different strains of selected wine yeasts**

Tomislava Klobučar

Mentor: prof. dr. sc. Darko Velić

Komentor: izv. prof. dr. sc. Ante Lončarić

*Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Zavod za procesno inženjerstvo, Osijek, Hrvatska*

tklobucar@ptfos.hr

Cilj rada bio je istražiti različiti utjecaj selekcioniranih vinskih kvasaca roda *Saccharomyces* (Zymaflore® 011 BIO, RX60 i FX10) i ne-*Saccharomyces* (*Torulaspota delbrueckii*, Zymaflore® ALPHA TD) na kinetiku fermentacije, fizikalno-kemijska svojstva, udio ukupnih polifenola te antioksidativnu aktivnost u soku i vinu od sibirske borovnice iz ekološkog uzgoja. Istraživanje kinetike fermentacije provedeno je u laboratorijskom mjerilu primjenom serija mikrofermentacijskih eksperimenata. Priređen je jedan uzorak soka od sibirske borovnice ukupnog volumena od 12 L te se provelo doslađivanje kako bi se pospješila proizvodnja vina. Sok je radijeljen u osam (8) Erlenmeyerovih tikvica te je u svaku dodano 1,5 L soka od sibirske borovnice. Kontrolna tikvica s destiliranom vodom koristila se kao kontrola isparavanja tijekom alkoholne fermentacije. Za alkoholnu fermentaciju upotrebljena su četiri komercijalna kvasca koja su pripremljena u dvije paralele te su dodana ostala enološka sredstva i provedeno je sumporenje. Fermentacija je trajala 40 dana pri prosječnoj temperaturi od 21 °C. Rezultati istraživanja pokazali su kako se odabrani vinski kvasci mogu uspješno primijeniti u proizvodnji voćnih vina od sibirske borovnice. Primjenom komercijalnog kvasca Zymaflore® RX60 postignuta je najveća specifična brzina fermentacije. Kod koinokulacijskog eksperimenta sa *Saccharomyces* i ne-*Saccharomyces* vinskim kvascima (FX10 i ALPHA TD) uočena je slabija fermentacijska aktivnost, što je rezultiralo voćnim vinom s manjim sadržajem alkohola. Metabolizam odabranih kvasaca tijekom alkoholne fermentacije, utjecao je na smanjenje udjela ukupnih polifenola te samim time i na smanjenje antioksidativne aktivnosti te je došlo do smanjenja koncentracije antocijana u vinu od sibirske borovnice.

**Ključne riječi:** voćno vino, sibirska borovnica, fermentacija, vinski kvasci, ukupni polifenoli

**Keywords:** fruit wine, siberian blueberry, fermentation, wine yeasts, total polyphenols

#### **References**

[1] Kolb E, Demuth G, Schurig U, Sennewald K: *Voćna vina* – Proizvodnja u kućanstvu i obrtu. ITD Gaudeamus d.o.o., Požega, 2007.

[2] MPŠ, Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva: *Pravilnik o vinu*.



## Utjecaj hrastovog drveta na aromatski profil vinskog destilata od sorte grožđa graševina

### Influence of oak wood on the aromatic profile of wine distillate from graševina grape variety

Tomislav Konjarik

Mentor: izv. prof. dr.sc. Ante Lončarić

*Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Zavod za prehrambene tehnologije, Osijek, Hrvatska*

tkonjarik@ptfos.hr

Brandy is a strong alcoholic beverage that has matured for at least one year in oak tanks or at least six months in oak barrels with a capacity of less than 1000 liters. Brandy production uses grape varieties that give pleasant and light aromatic distillates. The characteristics that grape varieties need to satisfy are low pH, high total acidity, and low sugar content. Examples of such grape varieties are 'Ugni Blanc', 'Folle Blanche', and 'Colombard'. In Croatia, grape varieties considered suitable for brandy production are white Graševina, white Pinot, Riesling, etc. In this study, the influence of oak barrels during aging on the aromatic profile of grape distillate produced from the 'Graševina' grape variety was examined. The distillate was extracted from the oak barrel every month and its aromatic profile was determined over six months. The concentration of esters, acids, higher alcohols, and other compounds responsible for the aromatic profile of the grape distillate was determined. Gas chromatography with a mass detector (GC/MS) was used for analysis. The greatest changes that occurred during the aging of the distillate were an increase in the concentration of fragrant esters due to the esterification of alcohols and acids, which positively affected the aroma, and a change in color due to the extraction of various substances from the wood barrel into the distillate. Based on the analyses performed, it can be concluded that aging the distillate in oak barrels greatly benefits the aromatic profile of the distillate.

**Keywords:** grapes, wine distillate, oak barrel, aging, aromatic profile



**TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET  
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**



## Utjecaj atmosferilija na svojstva tekstilnog materijala namijenjenog izradi zaštitne odjeće

## The influence of weathering on the properties of textile material intended for protective clothing

Selma Imamagić

Mentorica: izv. prof. dr. sc. Tihana Dekanić

*Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za tekstilnu kemiju i ekologiju,  
Zagreb, Hrvatska*

simamagic@ttf.unizg.hr

Zaštitna odjeća štiti ljudsko tijelo od mogućih štetnih djelovanja jedne ili više opasnosti. Pritom uslijed dugotrajnog izlaganja može doći do promjena njezinih svojstava, a time i do smanjenja njene funkcionalnosti. Kako bi se istražio utjecaj atmosferilija na svojstva tekstilnog materijala namijenjenog izradi zaštitne odjeće, odabrani su uzorci tekstilnih plošnih proizvoda namijenjeni izradi vojnih odora i zaštitne odjeće pri radu na otvorenom. Svojevrsnu opasnost za radnike i vojnike predstavljaju vanjski vremenski uvjeti uslijed kojih može doći do slabljenja uporabnih svojstava. U tu svrhu odabrani uzorci podvrgnuti su laboratorijskoj simulaciji umjetnog starenja na uređaju Xenotest 440, proizvođača SDL Atlas, prilikom čega su regulirani parametri ispitivanja - vrijeme izlaganja simuliranim vanjskim vremenskim uvjetima te djelovanje meteoroloških elemenata – sunčeva zračenja i padalina (kiše). Nastale promjene na ispitnim uzorcima nakon djelovanja simuliranih vanjskih vremenskih uvjeta ispitane su preko promjena površinskih i mehaničkih svojstva (čvrstoći), obojenja, kao i u prijenosa vlage (udobnosti). S obzirom na namjenu tkanina, komparativno je ispitana i postojanost obojenja na trljanje budući da je mehaničko trenje prisutno i pri stvarnim uvjetima primjene. Dobiveni rezultati ukazali su na pojavu fotooksidacijske degradacije uzoraka, odnosno pucanja polimernih lanaca nakon izlaganja simuliranim vanjskim vremenskim uvjetima, što je dovelo do promjene kemijske strukture tekstilnog materijala i njenih svojstava. Za nastale promjene odgovoran je ultraljubičasti dio spektra sunčeva svjetla koji je kombiniranim djelovanjem osunčavanja i okišnjavanja uzrokovao bržu degradaciju materijala.

**Ključne riječi:** zaštitna odjeća, umjetno starenje, atmosferilije, fotooksidacijska degradacija

**Keywords:** protective clothing, artificial ageing, weathering, photooxidative degradation



## Razvoj 3D tiskanog ojačanja za rukavice korisnike invalidskih kolica Development of 3D printed reinforcement for wheelchair users' gloves

Marija Magdalena Turčin

Slavica Bogović

*Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za odjevnu tehnologiju, Prilaz  
baruna Filipovića 28a,  
Zagreb, Hrvatska*

magda.mmt@gmail.com; slavica.bogovic@ttf.unizg.hr

Prikazan je razvoj ojačanja rukavica namijenjene osobama u invalidskim kolicima. Rukavice i ojačanja od velike su važnosti za korisnike invalidskih kolica jer se za pokretanje, zaustavljanje i okretanje invalidskih kolica koriste ruke. Rukavice s ojačanjima moraju pružiti dobar zahvat i potporu te omogućiti dobru pokretljivost ruke. Kako bi se izradila 3D ojačanja na rukavicama za individualnog korisnika potrebno je uzeti u obzir pokretljivost mišića, tetiva i kostiju šake [1,2]. U tu svrhu su ruke skenirane pomoću laserskog 3D skenera. Nakon skeniranja se dobiveni podaci obrađuju zatvaranjem i rekonstrukcijom oblaka točaka primjenjujući različite algoritme. Oblak točaka služi kao etalon za modeliranje ojačanja na potrebnim mjestima pomoću programskih paketa Marvelous Designer i Blender [1,2]. Izrađene su dvije varijante ojačanja koje su priređene u g-codu za 3D tisak na tekstilni materijal. Za 3D tisak je korišten TPU (termoplastični poliuretan) i 3D pisač Creality CR-10 Max. TPU je oblik blok kopolimera, što znači da sadrži meke i tvrde segmente. Iznimno je fleksibilan, a istovremeno ima visoku tvrdoću [3]. Ojačanja su konstruirana u obliku valjaka koji su pozicionirani prema konstrukciji prstiju, dok su u drugoj varijanti ojačanja krnji stošci pozicionirani. Obje varijante ojačanja su 3D ispisane u dvije visine (u 5 slojeva i 10 slojeva). Ojačanja su pozicionirana tako da pokrivaju dijelove šake gdje dolazi do najvećeg opterećenja i naprezanja. Prema rezultatima može se zaključiti da ojačanja rukavica trebaju biti individualizirana radi pristajanja i bolje pokretljivosti jer ona služe za sprječavanje stvaranja žuljeva ili drugih ozljeda te za povećanje udobnosti uz potrebnu fleksibilnost, dobro prljanjanje i odgovarajuću potporu kako bi se izbjegla napetost i moguće ozljede.

**Ključne riječi:** 3D ispis, ojačanja, rukavice, osobe u invalidskim kolicima

**Keywords:** 3D printing, reinforcements, gloves, wheelchair users

### References

[1] S. Bogović and M.M. Turčin: Računalno modeliranje rukavica za osobe u invalidskim kolicima, 2019.: <https://www.bib.irb.hr/1024336>, downloaded 10.2.2022.

[2] Bogović, S; Turčin, M. M.: 3D Printing of Reinforcement on Gloves for Wheelchair Users, Book of Proceedings 8th International Professional and Scientific Conference Occupational Safety and Health, Kirin, S.; Štedul, I.; Bubaš, M. (ed.) Karlovac, University of Applied Sciences, 2022, pp. 639-645

[3] Complete Guide on Thermoplastic Polyurethanes (TPU), <https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/thermoplastic-polyurethanes-tpu>, downloaded 11.2.2022.