

# Tehnologijada : zbornik sažetaka 26. tehnologijade u organizaciji Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

---

**Pokos, Ana-Maria; Pušnik, Sunčica; Đakulović, Eva; Puhaločić, Tereza; Radman, Agata; Šapina, Marko; Dominović, Toni; Bekavac, Nikša; Krog, Korina; Uzelac, Tamara; ...**

**Edited book / Urednička knjiga**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Publication year / Godina izdavanja:* **2024**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:758253>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-28**

REPOZITORIJ

**PTF**

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

**dabar**  
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

*Repository / Repozitorij:*

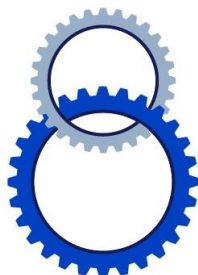
[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



## **26. TEHNOLOGIJADA**

U ORGANIZACIJI  
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKOG FAKULTETA OSIJEK  
SVEUČILIŠTA JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

## **ZBORNİK SAŽETAKA**



**TEHNOLOGIJADA  
TROGIR 2024.**



**TEHNOLOGIJADA  
TROGIR 2024.**

26. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje „Tehnologijada“  
Trogir, Hrvatska, 2024.

Pripremila: univ. bacc. ing. techn. aliment. Kristina Perišić  
Izdavač: Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek



**ORGANIZATOR: PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK  
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU, HRVATSKA**

## Sadržaj

<b>GRAFIČKI FAKULTET.....</b>	<b>1</b>
Uloga društvenih mreža u edukaciji mladih .....	2
Izrada i aplikacija pH senzora od škroba i antocijanina za primjenu u pametnoj ambalaži .....	3
Utjecaj svojstava papira proizvedenih iz nedrvenih i recikliranih vlaknaca na efekt fluorescentnih tiskarskih boja.....	4
Razvoj chatbot aplikacije za pristup obrazovnim resursima .....	5
UV stabilnost obojanih modela izrađenih postupkom taložnog srašćivanja .....	6
<b>PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET .....</b>	<b>7</b>
Modeliranje i optimiranje ekstrakcije enzima lipaza u vodenim dvofaznim sustavima .....	8
Primjena blisko infracrvene spektroskopije u analizi procesa kompostiranja pokožice grožđa .....	9
Usporedba titra virusa sindroma pada nesivosti na supstratima pogodnim za proizvodnju cjepiva 10	
Utjecaj otapala na vijabilnost ljudskih stanica i određivanje parametara kinetike enzima acetilkolinesteraze.....	11
Genske nakupine za proizvodnju sekundarnih metabolita u genomima bakterija iz roda <i>Pseudomonas</i> : identifikacija mehanizama inhibicije patogenih vodenih plijesni .....	12
<b>TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET.....</b>	<b>13</b>
Novo perspektive u modnoj industriji: Univerzalne etikete za slijepe osobe .....	14
Ispitivanje toplinske kontaktne vodljivosti višeslojne jakne .....	15
Sinteza i karakterizacija novih disperznih heterocikličkih azo bojila i njihova bojadisarska svojstva na poliamidnom tekstilnom materijalu.....	16
Tehnološki procesi izrade elektro-stimulirajućeg kombinezona.....	17
<b>FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE .....</b>	<b>18</b>
Analiza Ekotoksičnosti Fenola, Rodanida i Cijanida: Utjecaj na Okoliš i Organizme .....	19
Modeliranje procesa proizvodnje vodika PEM elektrolizom vode.....	20
Kompozitni sustavi za dostavu antitumorskog lijeka .....	21
<b>METALURŠKI FAKULTET .....</b>	<b>22</b>
Procjena i usporedba radnih položaja elektromontera u distribuciji električne energije REBA metodom .....	23
<b>FAKULTETA ZA KEMIJO IN KEMIJSKO TEHNOLOGIJO .....</b>	<b>24</b>
Structural studies of 3,3,3-trifluoropropan-1-ol by molecular dynamics computer simulations and the SWAXS method .....	25
Influence of meteorological parameters on occurrence and intensity of wildfires in the are of Municipality of Ljubljana .....	26

In Silico Determination of the Hammett Relationship Using Density Functional theory.....	27
Enhancing Conformal Coating Adhesion: Exploring Plasma Treatment of Printed Circuit Boards...	28
Hazard assessment of nanoparticles in the laser ablation process .....	29
<b>KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET.....</b>	<b>30</b>
Utjecaj promjera <i>SBT</i> miješala na granulometrijska svojstva finalnog produkta šaržne sonokristalizacije boraksa.....	31
Utjecaj mikrovalova na sadržaj glukozinolata u sjemenu bijele gorušice i daikona.....	32
Utjecaj masene koncentracije NaX zeolita i korištenja razbijala virova na sorpciju bakra .....	33
Inhibitorsko djelovanje ekstrakta dobivenog iz ostataka cigareta na proces korozije metala .....	34
<b>PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK.....</b>	<b>35</b>
Proteini sirutke kao dodatak prehrani u populaciji studenata rekreativaca.....	36
Mikrovalna ekstrakcija polifenolnih spojeva iz tropa grožđa.....	37
Otpadne vode – rudnik budućnosti?.....	38



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**GRAFIČKI FAKULTET**

## **Uloga društvenih mreža u edukaciji mladih** **The role of social networks in the education of young people**

Ana-Maria Pokos, Sunčica Pušnik

Prof. Dr. Sc. Ivana Bolanča

Grafički fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu

E-mail: [apokos@grf.hr](mailto:apokos@grf.hr) , [spusnik@grf.hr](mailto:spusnik@grf.hr)

**SAŽETAK:** Poticanje svijesti o važnosti prepoznavanja potencijala otpada kao resursa, te njegovanje promišljenih pristupa potrošnji i odlaganju materijala smatramo temeljnim čimbenicima kojima kao pojedinci, ali i zajednica, možemo doprinijeti širem razumijevanju naše uloge u stvaranju održive budućnosti. Smatramo kako društvene mreže imaju mnogo potencijala za prijenos edukativnih informacija te samim time predstavljaju novo, inovativno, edukativno sredstvo komunikacije. Uloga koju igraju u oblikovanju stila, stavova i vjerovanja mladih ljudi je neporeciva zbog čega treba razmišljati kako društvene mreže možemo usmjeriti prema unaprjeđenju pojedinaca, a samim time i društva.

Izradile smo profil “Otpad kao resurs” na društvenim mrežama potaknute pretpostavkom da ako nešto mlađim generacijama predstavimo kao trend, veća je mogućnost da će se njihov interes za tu temu povećati. Na navedenom profilu objavljivale smo sadržaj s ciljem da educiramo mlađe generacije na način koji je njima blizak i dovoljno zanimljiv. Kako bi zadržale vjerodostojnost objavljenih informacija i potaknule korisnike da rade vlastita istraživanja, u opisu svake objave navele smo i odgovarajuće izvore informacija te samim time povećale njihovu pristupačnost. Na taj smo način htjele ukazati na važnost provjere informacija dobivenih preko društvenih mreža zbog dostupnosti velike količine neprovjerenih podataka. Cilj ovog projekta je potaknuti na preispitivanje na koji se način informacije na društvenim mrežama doživljavaju te ukazati na veliki potencijal iskorištavanja društvenih mreža u edukativne svrhe kroz sadržaj namjerno kreiran u skladu s formom i estetikom postojećeg populariziranog sadržaja.

**Ključne riječi:** društvene mreže, otpad kao resurs, reupotreba, edukacija, održivi razvoj.

**Keywords:** social media, waste as a resource, reuse, education, sustainable development.

## **Izrada i aplikacija pH senzora od škroba i antocijanina za primjenu u pametnoj ambalaži**

### **Production and application of pH sensors from starch and anthocyanins for use in smart packaging**

Eva Đakulović

Sanja Mahović Poljaček  
Grafički fakultet

E-mail: edakulovic@grf.hr

**SAŽETAK:** Pametna ambalaža predstavlja složen termin koji uključuje ambalažu s dodanom vrijednošću jer sadrži vanjske ili unutarnje pokazatelje kojima je moguće odrediti kvalitetu upakiranog proizvoda. U ovom radu korišteni su prirodni pigmenti antocijanini za izradu filmova koji se mogu koristiti u pametnoj ambalaži jer djeluju kao pH-senzori za praćenje svježine upakiranih proizvoda. Kako je poznato da se uslijed promjene svježine hrane koja je bogata proteinima mijenja njena pH vrijednost, korištenjem pH-senzora na bazi prirodnih materijala moguće je vizualno ukazati na smanjenje svježine upakirane hrane. Upravo su iz tog razloga antocijanini pogodni za primjenu u ovom radu jer uslijed promjene pH okoline, mijenjaju svoje obojenje. Antocijanini koji su korišteni u radu su ekstrahirani iz ostataka agro-otpada ljubičastog luka i crvenog kupusa. S jedne strane ljubičasti luk i crveni kupus su bogati antocijaninima koji im daju specifično obojenje, a s druge strane, korištenje sekundarnih poljoprivrednih sirovina u izradi senzora dodatno doprinosi cirkularnoj ekonomiji. Uz navedene antocijanine u izradi filmova su korišteni i drugi sastojci, poput škroba. Uloga škroba je također značajna jer utječe na formiranje filmova, daje im odgovarajuća funkcionalna svojstva i stabilnost na površini ambalažnog materijala. Cilj rada je bio izraditi filmove na bazi škroba i antocijanina te ih aplicirati na tri vrste polimernih materijala. Na izrađenim filmovima su određena kolorimetrijska i optička svojstva prije i nakon izlaganja okolini s različitim pH vrijednostima. Radi procjene mogućnosti primjene izrađenih filmova u procesima otiskivanja određena je adhezija filmova na različitim ambalažnim materijalima. Istraživanje je pokazalo da je moguće izraditi pH-senzore na bazi škroba i antocijanina radi primjene u pametnoj ambalaži. Također, rezultati su pokazali na koji način različiti antocijanini i različite vrste škroba utječu na kolorimetrijska svojstva filmova, kakve se promjene odvijaju na filmovima koji su izloženi okolini s različitim pH vrijednostima te kakva je stabilnost izrađenih filmova na određenim ambalažnim materijalima.

**Ključne riječi:** pametna ambalaža, pH senzori, filmovi na bazi škroba, antocijanini

**Keywords:** smart packaging, pH sensors, films based on starch, anthocyanins



## **Utjecaj svojstava papira proizvedenih iz nedrvenih i recikliranih vlakana na efekt fluorescentnih tiskarskih boja**

### **Impact of non-wood and recycled fiber paper properties on the effectiveness of fluorescent printing inks**

Tereza Puhalović, Agata Radman

doc. dr. sc. Maja Stržić Jakovljević

Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, Katedra za grafičke materijale i tiskovne forme

E-mail: [tpuhalovic@grf.hr](mailto:tpuhalovic@grf.hr), [aradman@grf.hr](mailto:aradman@grf.hr)

**SAŽETAK:** U ovom radu koristit će se tržišno dostupni papiri proizvedeni iz recikliranih i nedrvenih vlakana konoplje i pamuka. Kao referentni papir koristit će se tiskovni papir proizveden u cijelosti iz primarnih vlakana. Sve odabrane vrste papira koristit će se kao tiskovne podloge za otiskivanje fluorescentnih tiskarskih boja. Papirima će se u laboratorijskim uvjetima ispitati opća i strukturna svojstva; odredit će im se debljina, gramatura, prostorna masa i specifični volumen. Površinska glatkost papira odredit će se metodom prema Bekku. Spektrofotometrijskom metodom odredit će se optička svojstva papira; svjetlina, bjelina, žutost i opacitet. Kako bi se utvrdio udio punila u papiru, uzorci će se podvrgnuti metodi žarenja uz određivanje sadržaja pepela. Otiskivanje odabranih papirnih tiskovnih podloga provest će se tehnikom sitotiska u kontroliranim uvjetima, korištenjem fluorescentnih tiskarskih boja. Poseban vizualni efekt fluorescentnih tiskarskih boja ispitat će se spektrofotometrijskom metodom utvrđivanja stupnja refleksije unutar vidljivog dijela spektra. Na temelju provedenog istraživanja utvrdit će se međusobne razlike svojstava papira iz nedrvenih i recikliranih vlakana u odnosu na referentni papir iz primarnih vlakana, te njihov utjecaj na optički efekt fluorescentnih boja. Cilj ovog znanstvenog rada je utvrditi utjecaj sastava odabranih papirnih tiskovnih podloga na optički efekt fluorescentnih tiskarskih boja, čija primjena uključuje dizajnerske elemente u tisku, signalizaciju, istaknute segmente u tisku ambalaže i slično.

**Ključne riječi:** reciklirana vlakna, nedrvna vlakna, svojstva papira, fluorescentne tiskarske boje, spektrofotometrija

**Keywords:** recycled fibers, non-wood fibers, paper properties, fluorescent printing inks, spectrophotometry

## **Razvoj chatbot aplikacije za pristup obrazovnim resursima** **Development of a chatbot application for access to educational resources**

Marko Šapina, back. ing. graph. tech.<sup>1</sup>

doc. dr. sc. Diana Bratić<sup>1</sup>

Katedra za tiskarske procese, Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

E-mail: marko.sapina@grf.hr

**SAŽETAK:** Centralizirana pohrana obrazovnih materijala najčešće je fragmentirana i neujednačena, a s obzirom na sve veće potrebe suvremenog obrazovnog sustava, ključno je osigurati lako dostupnu, jednostavnu i brzu pretragu materijala koji su potrebni nastavnicima i studentima. Integracija chatbot tehnologije, posebice GPT modela predstavlja temelj za razvoj softverske aplikacije koja će biti most između korisnika i obimne baze podataka s obrazovnim sadržajem. Odabir pravih alata i tehnologija ključni su za stabilnost i funkcionalnost aplikacije s obzirom na dinamičnost obrazovnih materijala i potrebu za stalnim ažuriranjem i prilagodbom. Stoga je za razvoj aplikacije korišten hibridni model koji se temelji na transformer frameworku i koristi API (eng. Application Programming Interface) za postojeći veliki jezični model (LLM)/chatbot (eng. Large Language Model/chatbot). Ova integracija osigurava precizne odgovore izvučene iz opsežne baze podataka obrazovnih materijala. Arhitektura modela koristi matematički definirane algoritme za precizne funkcije koje omogućuju duboku obradu teksta putem naprednih metoda ugrađivanja riječi jer se poboljšava točnost u obradi prirodnog jezika i osigurava visoku učinkovitost i prilagodljivost. Također je omogućeno i precizno pretraživanje ključnih riječi unutar PDF datoteka i JPEG slikovnih datoteka. Ova aplikacija ne samo da predstavlja tehničko rješenje za postojeći problem, već i ukazuje na budući potencijal i mogućnosti daljnjeg razvoja i integracije novih tehnologija u obrazovanje. Sve to s ciljem stvaranja učinkovitijeg, transparentnijeg i pristupačnijeg obrazovnog okruženja za sve sudionike.

**Ključne riječi:** centralizirana baza, softverska aplikacija, implementacija API, LLM/chatbot  
**Keywords:** centralized database, software application, API implementation, LLM/chatbot

## **UV stabilnost obojanih modela izrađenih postupkom taložnog srašćivanja** **UV stability of sainted models produced by fused deposition modelling** **process**

Toni Dominović

doc. dr. sc. Katarina Itrić Ivanda

Sveučilište u Zagreb, Grafički fakultet / Katedra za temeljna i opća znanja

E-mail: tdominovic@grf.hr

Aditivna proizvodnja je proces stvaranja fizičkih objekata slojevima materijala, koristeći digitalne modele kao osnovu. Primjene aditivne proizvodnje u dizajnu su široke i uključuju proizvodnju prototipova, personaliziranih proizvoda, dijelova za industriju, medicinske implantate, umjetničke instalacije, arhitektonske modele i još mnogo toga. Prednosti aditivne tehnologiju očituje se kroz veću fleksibilnost dizajna, brzo razvijanje i testiranje prototipova, personalizaciju rješenja i održivost. Unatoč tim prednostima, postoje područja koja su i dalje neistražena, posebno kada je riječ o stabilnosti samih modela i mogućnosti dugotrajnog zadržavanja boje na njima.

Taložno srašćivanje predstavlja jednu od najrasprostranjenijih tehnologija aditivne proizvodnje zbog svoje jednostavnosti i praktičnosti. Ova tehnika se oslanja na postupak omekšavanja polimernog materijala, koji se zatim izvlači kroz sapnicu smještenu na glavi uređaja u obliku tankih niti. Nakon što se polože, ovi slojevi materijala se hlade i stvrdnjavaju na sobnoj temperaturi, čime se povezuju s prethodnim slojem. U ovom istraživanju će se detaljno analizirati i usporediti spektroskopske i kolorimetrijske karakteristike PLA modela izrađenih postupkom taložnog srašćivanja, modela koji su dodatno obojeni te modela koji su obojeni i premazani. Nadalje, istražit će se utjecaj UV zračenja na ove uzorke kako bi se proučila mogućnost dugotrajne primjene boje na 3D modele proizvedene postupkom taložnog srašćivanja. Ovo istraživanje ne samo da pruža temelj za daljnja istraživanja u području aditivne proizvodnje, već ima i cilj unaprijediti funkcionalnost i estetiku proizvedenih modela. Razumijevanje spektroskopskih i kolorimetrijskih karakterisitka, te otpornosti na UV zračenje ključno je za razvoj boljih tehnika bojanja i premazivanja, što će u konačnici doprinijeti širem usvajanju aditivne proizvodnje u različitim industrijama i područjima primjene.

Ključne riječi: aditivna proizvodnja; taložno srašćivanje; UV stabilnost; degradacija boje;  
Keywords: additive manufacturing; Fused Deposition Modeling; UV stability; colour degradation



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET**

## **Modeliranje i optimiranje ekstrakcije enzima lipaza u vodenim dvofaznim sustavima**

### **Modeling and optimization of lipase extraction in aqueous two-phase systems**

Nikša Bekavac

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ana Jurinjak Tušek

Sveučilišta u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zavod za procesno inženjerstvo

E-mail: niksabekavac@gmail.com

**SAŽETAK:** Razvoj održivih i učinkovitih ekstrakcijskih procesa dobiva sve više na pažnji posljednjih godina zbog povećane potražnje za ekološki prihvatljivijim metodama ekstrakcije, koja trenutno čini oko 70 % troškova u proizvodnim procesima prehrambene, farmaceutske, kemijske, kozmetičke i drugih industrija. Pročišćavanje enzima je vrlo često skup i spor postupak ako se koriste konvencionalne metode pa se u današnje vrijeme teži razvoju alternativnih, održivih i učinkovitijih procesa. U posljednje vrijeme sve veću pozornost u tom smislu privlači upotreba vodenih dvofaznih sustava (ATPS) koji su prepoznati kao zelena i jeftina ekstrakcijska sredstva. ATPS na bazi prirodnih eutektičkih otapala (DES) se pokazala učinkovitim, netoksičnim, jeftinim i biorazgradivim otapalima, a svojim karakteristikama odgovaraju zahtjevima zelene kemije. Uz DES, za procese pročišćavanja osjetljivih biomolekula kao što su proteini i enzimi često se primjenjuju i mikrosustavi jer omogućuju intenzifikaciju procesa uz vrlo malu vjerojatnost narušavanja strukture molekula te provedbu kontinuiranog procesa.

U ovom istraživanju, iskorištene su prednosti ATPS na bazi DES i mikroprotočnih sustava za ekstrakciju enzima lipaza iz *Aspergillus oryzae*. Sintetizirano je i karakterizirano 37 različitih DES-eva, te je ispitan njihov utjecaj na učinkovitost ekstrakcije i aktivnost enzima. Na temelju dobivenih rezultata razvijeni su modeli umjetnih neuronskih mreža u svrhu predviđanja optimalnih DES-eva. Dobiveni rezultati potvrđeni su u nizu neovisnih eksperimenata, a intenzifikacija procesa s optimalnim DES-om postignuta je provođenjem ekstrakcije u mikroekstraktor, rezultirajući učinkovitošću ekstrakcije od  $96,47 \pm 0,872$  % i aktivnošću enzima od  $99,20 \pm 0,64$  % pri vremenu zadržavanja od 0,59 min.

Ključne riječi: DES, lipaza, mikroprotočni sustav, ekstrakcija, modeliranje

Keywords: DES, lipase, microfluidic system, extraction, modeling

**Primjena blisko infracrvene spektroskopije u analizi procesa kompostiranja  
pokožice grožđa**  
**Application of near infrared spectroscopy for analysis of grape skin  
composting process**

Korina Krog

izv. prof. dr. sc. Ana Jurinjak Tušek

Sveučilišta u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zavod za procesno inženjerstvo

E-mail: [kkrog@pbf.hr](mailto:kkrog@pbf.hr)

**SAŽETAK:** Suočavanje s problemom velike količine otpada koji se stvara na globalnoj razini dovodi nas do potrebe za razvijanjem procesa koji će nam omogućiti reduciranje nepotrebnog nakupljanja otpada, a jedan od takvih je kompostiranje. Razvila se velika potreba i interes za razvijanjem novih metoda za analizu i kontrolu takvog procesa zbog čega je u ovom radu ispitana primjena blisko infracrvene spektroskopije u tu svrhu.

U ovom radu je provedeno pet paralelnih eksperimenata s različitim predtretmanima pokožice grožđakako bi se ispitaio utjecaj predtretmana na učinkovitost procesa kompostiranja. Provedbi procesa kompostiranja prethodila je analiza procesnih uvjeta (vrijeme ekstrakcije, temperatura ekstrakcije, omjer kruto/tekuće i brzina miješanja) na učinkovitost ekstrakcije biološki aktivnih molekula iz pokožice grožđa.

Rezultati su pokazali pri kojim je eksperimentalnim uvjetima postignuta ekstrakcija najviše koncentracije polifenola te da se povećana uspješnost ekstrakcije biološki aktivnih molekula iz pokožice grožđa postiže porastom udjela kruto/tekuće i temperature. Nadalje proces kompostiranja pokožice grožđa učinkovito je proveden u laboratorijskim reaktorima s pokožicom grožđa bez i sa predtretmanom, a učinkovitost procesa kompostiranja potvrđena je na temelju ukupne promjene komposta boje, porasta udjela vlage, smanjenja udjela organskih tvari i organskog ugljika, porasta pH vrijednosti, ukupnih otopljenih tvari, električne vodljivosti i broja mikroorganizama u kompostu. Tijekom provedbe procesa kompostiranja snimani su NIR spektri uzoraka komposta i uzoraka ekstrakata komposta sa ukupno 4 NIR instrumenta. Razvijeni modeli umjetnih neuronskih mreža za predviđanje fizikalno-kemijskih svojstva komposta na temelju neprocesiranih NIR spektra s viskom preciznošću ( $R^2_{\text{validacija}} > 0,75$ ) opisuju udio vlage, udio organske tvari, udio pepela, udio ugljika, ukupnu promjenu boje komposta, pH, TDS i ukupnu promjenu boje ekstrakta komposta, što upućuje na značajan potencijal primjene NIR spektroskopije u analizi procesa kompostiranja.

**Ključne riječi:** blisko infracrvena spektroskopija, kompostiranje, pokožica grožđa, kemometrija, modeli umjetnih neuronskih mreža

**Keywords:** near infrared spectroscopy, composting process, grape skin, chemometrics, artificial neural network modelling

## **Usporedba titra virusa sindroma pada nesivosti na supstratima pogodnim za proizvodnju cjepiva**

### **Comparison of Egg drop syndrome virus titer on substrates suitable for vaccine production**

Tamara Uzelac

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

dr. sc. Katarina Huić Babić, znan. sur.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zavod za biokemijsko inženjerstvo

<sup>2</sup>Laboratorij za razvoj proizvoda Cjepiva, Genera d.d., Dechra Pharmaceuticals PLC

E-mail: tuzelac@pbf.com

**SAŽETAK:** Virusne infekcije kod domaćih životinja predstavljaju veliki zdravstveni i ekonomski problem u svijetu. Radi prevencije širenja zaraze i djelovanja takvih infekcija, brojne farmaceutske tvrtke usmjeruju svoju proizvodnju k izradi cjepiva za životinje. Veterinarska cjepiva imaju ključnu ulogu u sprječavanju pojavnosti bolesti u životinja jer uz prevenciju bolesti ona ujedno i poboljšavaju proizvodnost što osigurava potrebnu količinu namirnica životinjskog podrijetla koja se koriste za ljudsku prehranu. Jedan od čestih virusa u peradi jest virus sindroma pada nesivosti (EDSV) čije su posljedice značajno smanjenje kvalitete jaja i proizvodnje jaja. Uzgoj peradarskih (animalnih) cjepiva provodi se kroz različite metode poput uzgoja u jajima i uzgoja na staničnim linijama. Iako uzgoj cjepiva u jajima zahtjeva manje rada, isti se pokušava u potpunosti zamijeniti uzgojem na staničnim linijama. Cilj ovog rada bio je ispitati sklonosti infekcije EDSV virusom u tri različita modela u svrhu pronalaska alternative uzgoju virusa i titracijama virusa na embrioniranim kokošjim jajima. Infektivnost virusa EDSV ispitana je na embrioniranim pačjim jajima, stanicama jetre pilećeg embrija i stanicama hepatoma pijetla titracijom inokuluma virusa na navedene supstrate. Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti kako su stanice jetre pilećeg embrija i stanice hepatoma pijetla podložnije infekciji virusom EDSV u odnosu na embrionirana pačja jaja te se mogu koristiti kao alternativa u istraživanjima i proizvodnji cjepiva.

**Ključne riječi:** virus sindroma pada nesivosti, stanice jetre pilećeg embrija, stanice hepatoma pijetla, cjepivo, titar virusa

**Keywords:** egg drop syndrome virus, chicken embryo liver cells, rooster hepatoma cells, vaccine, virus titer

## Utjecaj otapala na vijabilnost ljudskih stanica i određivanje parametara kinetike enzima acetilkolinesteraze

### The effects of solvents on the viability of human cells and the determination of the kinetic parameters of the enzyme acetylcholinesterase

Gabrijela Zibar

Mentor: izv. prof. dr. sc. Igor Stuparević<sup>1</sup>, komentor: dr. sc. Maja Katalinić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet: Zavod za kemiju i biokemiju

<sup>2</sup>Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada

E-mail: gzibar@pbf.hr

**SAŽETAK:** U razvoju novih lijekova važno je dobro odabrati aktivnu molekulu koja se ispituje kao potencijalni lijek i njezinu biološku metu u organizmu. Većina novosintetiziranih spojeva koji se ispituju kao potencijalni lijekovi su slabo topljivi u vodenim medijima zbog lipofilnosti koja bi im omogućila prolaz kroz biološke membrane. Iz tog razloga se otopine za testiranje ovih spojeva pripremaju u drugim otapalima, poput etanola, dimetil sulfoksida, diklormetana, acetona i slično. Važno je uzeti u obzir svojstva tih otapala i njihov utjecaj na rezultat ispitivanja, odnosno potrebno je odrediti postoji li interakcija s molekulom potencijalnog lijeka, njezinom metom te ima li samo otapalo citotoksični utjecaj na ljudske stanice. U ovom radu ispitan je utjecaj otapala dimetil sulfoksida (DMSO) i etanola (EtOH) na aktivnost ljudske acetilkolinesteraze i vijabilnost PC-3 stanica raka prostate. DMSO i etanol su odabrani za ispitivanje jer su učestalo korišteni u farmaceutskoj industriji zbog čega su primarni izbor za preliminarna ispitivanja poput ovoga. Acetilkolinesteraza je biološka meta za ispitivanje potencijalnih lijekova za neurodegenerativne bolesti poput Alzheimerove i Parkinsonove bolesti te miastenije gravis, pri čemu bi molekule lijekova bile inhibitori ovog enzima. PC-3 stanice raka prostate korištene su kao modelne ljudske stanice na kojima se ispitivala citotoksičnost korištenih otapala.

Cilj rada bio je određivanje koncentracija otapala pri kojima bi se mogla provoditi medicinska istraživanja potencijalnih lijekova bez značajnog utjecaja otapala na rezultate ispitivanja. Aktivnost acetilkolinesteraze u prisutnosti otapala određivana je metodom po Ellmanu te se iz dobivenih rezultata može zaključiti kako koncentracija DMSO do 0,1 % te EtOH do 0,5 % nema značajan inhibicijski učinak na enzim, pri koncentracijama supstrata acetiltiokolina od 0,1, 0,2 i 0,4 mmol/dm<sup>3</sup>. Pri ispitivanju citotoksičnosti otapala na PC-3 stanicama koristila se MTS metoda te je iz dobivenih rezultata vidljivo kako pri koncentraciji DMSO od 0,625 % ne dolazi do značajnog gubitka vijabilnosti, dok za EtOH ta koncentracija iznosi 5 %. Iz sveukupnih rezultata vidljivo je kako DMSO ima jači inhibicijski i citotoksični učinak, iz čega se može zaključiti kako bi pri ispitivanju učinkovitosti lijekova EtOH bio bolji izbor kao otapalo.

Ključne riječi: dimetil sulfoksid, etanol, acetilkolinesteraza, PC-3 stanice  
Keywords: dimethyl sulfoxide, ethanol, acetylcholinesterase, PC-3 cells



**Genske nakupine za proizvodnju sekundarnih metabolita u genomima bakterija iz roda *Pseudomonas*: identifikacija mehanizama inhibicije patogenih vodenih plijesni**

**Biosynthetic gene clusters for the production of secondary metabolites in the genomes of *Pseudomonas* bacteria: identification of inhibition mechanisms of pathogenic water molds**

Karla Vasari

izv. prof. dr. sc. Jurica Žučko

Sveučilišta u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zavod za biokemijsko inženjerstvo

E-mail: kvasari@pbf.hr

SAŽETAK: Patogene vodene plijesni *Aphanomyces astaci* i *Saprolegnia parasitica* uzročnici su razornih bolesti koje dovode do velikih ekonomskih gubitaka u akvakulturi, jednom od najbrže rastućih prehrambenih sektora u svijetu. Metode koje se trenutno koriste za kontrolu patogenih vodenih plijesni u akvakulturi temelje se na uporabi kemikalija, poput formalina i bronopola koji su toksični za ljude, životinje i okoliš pa je potrebno razviti ekološki prihvatljive metode njihove kontrole. Jedan od takvih pristupa je biokontrola primjenom bakterija prirodno prisutnih na ili u organizmu domaćina. Cilj ovog rada bio je *in silico* metodama identificirati biosintetske genske nakupine (engl. *Biosynthetic Gene Clusters*, BGC) za proizvodnju sekundarnih metabolita u genomima bakterija iz roda *Pseudomonas*. Sekvencirano je devet genoma okolišnih *Pseudomonas* izolata, od kojih je za šest ranije utvrđeno da inhibiraju *A. astaci* i/ili *S. parasitica*, a tri nisu pokazivala inhibicijski učinak. Nakon sastavljanja i analize genoma odabrana su dva filogenetski srodna izolata, inhibitor *P. cerasi* PL3-3 i ne-inhibitor *P. syringae* AT16-2, za identifikaciju BGC-a. U oba genoma je identificirano najviše BGC-a za proizvodnju siderofora (3) i lipopeptidnih biosurfaktanata (2). Kod inhibitora su pronađeni BGC za proizvodnju siringolina A, secimida, peptida FR901228, ektoina i neidentificiranog NRP-a, a kod neinhibitora nisu pa se može pretpostaviti da su ovi spojevi ključni za inhibicijsku aktivnost izolata *P. cerasi* PL3-3.

Ključne riječi: *Aphanomyces astaci*, *Saprolegnia parasitica*, antiSMASH, biosintetske genske nakupine (engl. *Biosynthetic Gene Clusters*, BGC), *in silico* analize genoma

Keywords: *Aphanomyces astaci*, *Saprolegnia parasitica*, antiSMASH, biosynthetic gene clusters (BGC), *in silico* genome analysis



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET**

## **Nove perspektive u modnoj industriji: Univerzalne etikete za slijepu osobu** **New Perspectives in the Fashion Industry: Universal Labels for the Blind People**

Nevija Bulut

Mentor: izv. prof. dr. sc. Goran Čubrić  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za odjevnu tehnologiju

E-mail: nbulut@ttf.hr

**SAŽETAK:** Naučiti se samostalno odijevati važna je prekretnica u neovisnosti slijepu osobu. Slijepu osobu kod kupnje odjeće traže pomoć od videćih osoba koje im govore o kojoj je marki proizvoda riječ, kolika je cijena proizvoda te im vrlo često čitaju deklaraciju o sastavu i održavanju odjavnog predmeta. Ovaj rad istražuje ideju za implementaciju privjesnih etiketa za odjevne predmete namijenjene slijepim osobama. Etikete bi bile dizajnirane s najosnovnijim informacijama o odjavnim predmetima napisanim Brailleovim pismom radi olakšanog odabira odjeće slijepim osobama. Osnovne informacije koje bi etiketa sadržavala su: naziv odjavnog predmeta, boja odjavnog predmeta, cijena i veličina. Ovisno o proizvođaču i o njihovim veličinama etiketa, moguće je dodati i informacije vezane uz sastav ili održavanje. Također, ovim radom ističe se važnost poticanja svijesti o osobama s invaliditetom, konkretno – slijepim osobama, te njihova integracija u društvo. Implementacijom ovakvih etiketa, postoji mogućnost za poboljšanje svakodnevnog života slijepih osoba, pružajući im veću neovisnost prilikom kupovine odjeće. Osim što bi olakšale proces kupovine odjavnih predmeta, ove etikete bi mogle biti korisne i u svakodnevnim aktivnostima kao što su sortiranje ili održavanje garderobe te svakodnevni odabir odjavnih kombinacija. Trenutno je razvijeno puno aplikacija za pomoć slijepim osobama, kao što su čitači boja ili fotografija, ali ovakav način pridonio bi većoj integraciji i ravnopravnoj kupovini, posebno kod starije populacije slijepih osoba. Ključna karakteristika ovih etiketa je njihov univerzalni dizajn, koji omogućuje tiskanje podataka za videće osobe, poput loga proizvođača, uz osnovne informacije za slijepu osobu na Brailleovom pismu. Univerzalnim dizajnom omogućuje se jednostavna implementacija u industriji odjeće bez potrebe za dodatnom potrošnjom materijala. Kroz ovakav pristup, ovaj rad ne samo da nudi konkretno rješenje za poboljšanje kvalitete života slijepih osoba, već i potiče širu svijest o potrebama osoba s invaliditetom te promiče inkluzivnost u društvu.

Ključne riječi: etikete, pristupačnost, inkluzivnost, slijepu osobu, modna industrija  
Keywords: labels, accessibility, inclusivity, blind people, fashion industry

## **Ispitivanje toplinske kontaktne vodljivosti višeslojne jakne** **Investigation of the thermal contact conductivity of a multilayer jacket**

Patricia Osmeričić

Mentorica: prof. dr. sc. Snježana Firšt Rogale  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za odjevnu tehnologiju

E-mail: [posmerici@ttf.hr](mailto:posmerici@ttf.hr)

**SAŽETAK:** Raznovrsni parametri toplinskih izolacijskih svojstava odjeće određuju se primjenom odgovarajućih mjernih metoda i mjerne opreme. Jedan od važnijih parametara toplinskih izolacijskih svojstava je i kontaktna toplinska vodljivost koja je, za potrebe ovih istraživanja, ispitana na višenamjenskom diferencijalnom konduktometru.

Odjeća je pri nošenju izložena stlačivosti, posebice u područja ramena i leđa, a javlja se zbog nošenja ruksaka ili nekog drugog tereta, djelovanja mase samog odjevnog predmeta, stegnutosti remenja, vanjskih sila pri ekstremnim pokretima i sl. Stlačivost odjeće se javlja i pri različitim položajima tijela (sjedenju, ležanju i različitim aktivnostima nositelja odjeće).

Stlačivost slojeva ugradbenih materijala u odjeći može imati značajan utjecaj na toplinsku kontaktnu vodljivost odjeće, a time i na toplinska izolacijska svojstva. Stoga je u ovom radu ispitana i uspoređena kontaktna vodljivost višeslojne jakne, u nestlačenom i stlačenom stanju, koja se sastoji od jednog sloja osnovnog materijala i više slojeva podstavnih materijala. Kao osnovni materijal korišten je materijal s vodoodbojnim premazom, a kao podstavni materijali romboidno prošivene podstave različitih masa, 3D *spacer* materijala različitih oblika i klasični podstavni materijal koji se uobičajeno koristi u odjeći. Rezultati su pokazali da se toplinska kontaktna vodljivost povećava stlačivošću ugradbenih slojeva materijala, jer dolazi do povećanja gustoće vlakana po jedinici površine, a istovremeno se smanjuje količina zraka u strukturi materijala i smanjuje toplinska izolacija odjeće.

**Ključne riječi:** toplinska kontaktna vodljivost, stlačivost, odjeća, ugradbeni materijali, višenamjenski diferencijalni konduktometar

**Keywords:** thermal contact conductivity, compressibility, clothing, embedded materials, multi-purpose differential conductometer

**Sinteza i karakterizacija novih disperznih heterocikličkih azo bojila i njihova bojadisarska svojstva na poliamidnom tekstilnom materijalu**  
**Synthesis and characterization of new dispersed heterocyclic azo dyes and their dyeing properties on polyamide textile material**

Ante Osmak

Mentori: prof. dr. sc. Livio Racané, dr. sc. Anja Beč  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za primijenjenu kemiju

E-mail: aosmak@ttf.hr

Aromatski i heteroaromatski azo spojevi predstavljaju najrazličitiju i najbrojniju skupinu sintetskih bojila s primjenom ne samo kao bojila za tekstil, već i u mnogim drugim područjima industrije: za bojenje različitih supstrata, biološko-medicinska istraživanja, u području nelinearne optike te skladištenja optičkih podataka. Aromatske diazo komponente, u sintezi azo bojila, sve češće se zamjenjuju heteroaromatskim diazo komponentama jer priređena heterociklička azo bojila pokazuju bolja bojadisarska svojstva kao što su ton boje i svjetlina, te bolju postojanost u usporedbi s odgovarajućim karbocikličkim azo bojilima. Mala promjena u strukturi bojila kao što je zamjena tradicionalnih anilinskih diazo komponenti s 6-aminobenzotiazolnom komponentom te uvođenje supstituenata u položaj C-2 benzotiazolne jezgre mogla bi dovesti do novih azo bojila s boljim primjenskim svojstvima. Višestupnjevitom sintezom polazeći iz benzotiazola priređen je 6-aminobenzotiazol koji je poslužio kao diazotirajuća komponenta za reakcije kopulacije na komercijalno dostupnom 3-(*N,N*-dietilamino)acetanilidu. Opisanim metodama efikasno je priređen bis-2-amino-5-((4-*N,N*-dietilamino-2-acetilaminofenil)diazenil)fenil-disulfid koji je poslužio kao reagens za reakcije kondenzacije u DMSO-u s različito supstituiranim aromatskim aldehydima. Na taj način je priređeno šest dosad neopisanih 6-azo-2-fenil-disupstituiranih benzotiazolnih derivata u visokim iskorištenjima. Struktura svim dosada neopisanim spojevima potvrđena je primjenom  $^1\text{H}$  i  $^{13}\text{C}$  NMR spektroskopije i masene spektrometrije, a snimanjem kvantitativnih UV-Vis spektara određen je molarni apsorpcijski koeficijent. Dobivena bojila su ispitana kao disperzna bojila za poliamidni tekstilni materijal te su obojenja narančastog do crveno-ljubičastog tona. Svih šest ispitivanih bojila imaju dobra primjenska svojstva za bojadisanje poliamidnog tekstilnog materijala i odličnu postojanost na pranje.

Ključne riječi: višestupnjevita sinteza, heterociklička azo bojila, disperzna bojila, bojadisanje, postojanost obojenja

Keywords: multi-step synthesis, heterocyclic azo dyes, disperse dyes, dyeing, color fastness

## **Tehnološki procesi izrade elektro-stimulirajućeg kombinezona** **Technological processes of electro-stimulating overalls manufacture**

Kristijana Barić

Mentor: dipl. ing. Josip Petric, v. pred.

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, studijska jedinica Varaždin

E-mail: kbaric@ttf.hr

**SAŽETAK:** Ovaj rad izrađen je u tekstilnom poduzeću New Textile Technologies d.o.o. (NTT) iz Savske Vesi kraj Čakovca u okviru obavljanja stručne prakse. NTT je poduzeće za istraživanje i razvoj tekstilnih tehnologija, a njihov cilj je promicanje inovativne tehnologije i razvoj usmjeren prema kupcu. Područje njihovog djelovanja je od proizvodnje prototipa do serijske proizvodnje u suradnji sa partnerima, a u proizvodnji koriste samo visoko inovativnu tehnologiju i najmoderniju opremu. Elektro-stimulirajući kombinezon pripada grupi odjeće za specijalne namjene, najčešće za potrebe sportaša ali i za ljude sa posebnim potrebama. On mjeri otkucaje srca, stimulaciju mišića, broj koraka i slične aktivnosti čovjeka koji ga nosi. Na elektro-stimulirajućem kombinezonu nalaze se obložene žice koje se spajaju s elektrodama. Sveukupno ima šesnaest elektroda, sa svake strane kombinezona po osam. Od elektroda do otvora na kombinezonu vode žice koje se spajaju na matičnu ploču kako bi se mogao priključiti uređaj za upravljanje. Kod izrade ovog elektro-stimulirajućeg kombinezona korišteni su strojevi i uređaji koji se primjenjuju kod standardnih načina spajanje odjeće kao i kod suvremenih načina spajanja odjeće pomoću ljepljivih traka. Proces krojenja elektro-stimulirajućeg kombinezona izvršen je pomoću agregata s laserskim zrakama koji brzo i točno kroji sve vrste materijala. Obzirom na složenost ovog odjevnog predmeta ukupno vrijeme izrade elektro-stimulirajućeg kombinezona relativno je kratko u usporedbi s očekivanim vremenom.

**Ključne riječi:** New Textile Technologies d.o.o., Elektro-stimulirajući kombinezon, stimulacija mišića

**Keywords:** New Textile Technologies d.o.o., Electro-stimulating jumpsuit, muscle stimulation



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE**

## Analiza Ekotoksičnosti Fenola, Rodanida i Cijanida: Utjecaj na Okoliš i Organizme

### Analysis of the Ecotoxicity of Phenol, Thiocyanate, and Cyanide: Impact on the Environment and Organisms

Nera Bebek

Mentor: izv. prof. dr. sc. Dajana Kučić Grgić, komentor: dr. sc. Martina Miloloža  
Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije  
E-mail: [nbebek@fkit.hr](mailto:nbebek@fkit.hr)

Onečišćujuće tvari koje se primarno nalaze u otpadnim vodama koksne industrije su fenoli, rodanidi i cijanidi. U ovom radu određena je ekotoksičnost navedenih čistih spojeva i smjese spojeva primjenom standardiziranog testa s *Vibrio fischeri* (ISO 11348-3:2007). U cilju usporedbe osjetljivosti organizama koji obitavaju u različitim medijima, proveden je i test ekotoksičnosti na vodenu leću *Lemna minor* (ISO 20079:2008). Raspon koncentracija u kojem smo ispitali ekotoksičnost ovih spojeva bio je od 0.00001 do 0.00384 mol/L, odabrani na temelju dostupnih podataka iz literature o njihovoj prisutnosti u okolišu. Dvokomponentne smjese koncentracija tvari ispitivane su u omjerima 50:50, 25:75 i 75:25, a smjese sva tri spoja u omjerima 1:1:1, 50:25:25, 25:25:50 i 25:50:25. Testni organizam *Vibrio fischeri* bio je izložen jednokratnom unosu visoke doze štetne tvari, odnosno promatrana je akutna toksičnost tvari, te su određene EC<sub>20</sub> i EC<sub>50</sub> vrijednosti. Testom ekotoksičnosti na *Lemna minor* odredio se broj listova, duljina korijena te sastav klorofila nakon izlaganja organizma toksičnoj tvari. Uspoređujući rezultate testa s *Vibrio fischeri* za pojedinačne tvari može se zaključiti da cijanidi imaju najveći ekotoksični učinak. Inhibicija koju uzrokuju cijanidi, fenoli i rodanidi pri najvećoj koncentraciji iznosila je 99,75 %, 70,93 % odnosno 28,81 %. Procijenjene vrijednosti EC<sub>20</sub> i EC<sub>50</sub> za rodanide, cijanide i fenole iznosile su 0,00116 mol/L (EC<sub>20</sub>), 0,00034 mol/L (EC<sub>50</sub>) odnosno 0,00022 mol/L (EC<sub>50</sub>). Najveću toksičnost pokazuje dvokomponentna smjesa cijanida i rodanida u omjeru 75:25, što uzrokuje inhibiciju od 99,72 %, a vrijednosti EC<sub>50</sub> i EC<sub>20</sub> iznosile su 0,0263 mol/L i 0,0014 mol/L. Kod smjesa koje sadrže sva tri spoja, najtoksičnija je smjesa u kojoj cijanidi čine polovicu ukupnog volumena smjese, s inhibicijom od 94,71 %, te vrijednostima EC<sub>50</sub> i EC<sub>20</sub> od 0,4370 mol/L odnosno 0,0373 mol/L. Smjesa svih komponenata u kojoj rodanidi čine polovicu udjela ukupnog volumena smjese pokazala je najmanju toksičnost, što sugerira da rodanidi djeluju antagonistički prema otopini. Test s *Lemna minor* pokazao je da cijanidi uzrokuju najveću inhibiciju rasta organizma i duljine korijena, a da fenoli nemaju utjecaj na rast organizma. Najveća koncentracija cijanida uzrokovala je inhibiciju rasta od 86,17 %, a najveća koncentracija rodanida od 23 %. Cijanidi uzrokuju i najveću inhibiciju nastajanja klorofila *a* koja je iznosila 92%. Pri najvišoj koncentraciji rodanidi uzrokuju inhibiciju rasta klorofila *a* od 66,26 %, a fenoli od 43,65 %.

**Ključne riječi:** *Vibrio fischeri*, *Lemna minor*, ekotoksičnost, fenoli, rodanidi, cijanidi  
**Keywords:** *Vibrio fischeri*, *Lemna minor*, ecotoxicity, phenols, rhodanides, cyanides



## **Modeliranje procesa proizvodnje vodika PEM elektrolizom vode** **Modeling of hydrogen production process by PEM water electrolysis**

Dominik Drašković,<sup>1</sup> Josip Gudelj,<sup>2</sup>

Dr.sc. Srećko Herceg<sup>1</sup>

Prof.dr.sc Nenad Bolf<sup>2</sup>

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije  
zavod za mjerenja i automatsko vođenje procesa

E-mail: [ddraskovi@fkit.hr](mailto:ddraskovi@fkit.hr), [jgudelj@fkit.hr](mailto:jgudelj@fkit.hr)

**SAŽETAK:** Proizvodnja vodika putem obnovljivih izvora energije predstavlja ključan iskorak u ostvarivanju ciljeva vodikove ekonomije i uspješnog implementiranja vodika kao alternativnog goriva budućnosti. Njegova učinkovita proizvodnja je nužna kako bi mogao konkurirati tržištu fosilnih goriva, kojima ističe „rok trajnosti“. Jedan od mogućih, učinkovitih načina proizvodnje vodika je elektroliza vode PEM (proton exchange membrane) elektrolizatorom. U uvodnom dijelu ovog znanstvenog rada dan je kratak teorijski uvod u vodik i njegovu podjelu obzirom na način proizvodnje. Prikazan je proces elektrolize, opisane su osnovne vrste elektrolizatora, s naglaskom na PEM elektrolizator te su prikazani osnovni termodinamički zakoni kojima se opisuju promjene stanja reakcijskih tvari u procesu elektrolize. Opisana je konstrukcija elektrolizatora, potrebne komponente i njihove karakteristike kao i cjelokupni sustav kojim se omogućava rad elektrolizatora i pravilna pohrana produkata. Nadalje, za elektrolizator zadan zadatkom izveden je matematički model kojim se nastoji što bolje opisati i predvidjeti ponašanje sustava i njegovih izlaznih parametara. Dan je kratak osvrt na neke od uvedenih pretpostavki u cilju pojednostavljenja proračuna i njihov utjecaj na proračun. Modelirano je jedno od mogućih konstrukcijskih rješenja elektrolizatora i konačno, za projektirani elektrolizator izrađena je simulacija u softverskom paketu Matlab kojom se, uz zadane parametre, izračunavaju i dijagramski prikazuju željeni izlazni parametri te se ti dobiveni rezultati uspoređuju sa podacima elektrolizatora danih od strane proizvođača.

**Ključne riječi:** vodik, elektroliza, PEM elektrolizator, konstrukcija elektrolizatora, modeliraje  
**Keywords:** hydrogen, electrolysis, PEM electrolyzer, electrolyzer construction, modeling

## Kompozitni sustavi za dostavu antitumorskog lijeka Composite systems for antitumor drug delivery

Lucija Vlahović, Edina Abdii

Mentorice: izv. prof. dr. sc. Anamarija Rogina, Andrea Lončarević Vrabec  
Zavod za anorgansku kemijsku tehnologiju i nemetale, Fakultet kemijskog inženjerstva i  
tehnologije, Sveučilište u Zagrebu  
Trg Marka Marulića 19, 10000 Zagreb, Hrvatska

[lvlahovic@fkit.unizg.hr](mailto:lvlahovic@fkit.unizg.hr)

Doksorubicin (DOX) je citostatik, jedan od glavnih kemoterapeutika pri liječenju malignih bolesti. Nedostaci su njegove primjene neselektivnost i loša apsorpcija u stanice koji uzrokuju oštećenja zdravog tkiva i organa, a time i ozbiljne nuspojave koje su glavni uzrok visoke stope smrtnosti pacijenata. Za uspješnu terapiju potrebno je smanjiti toksičnost citostatika lokaliziranom primjenom te povećanjem selektivnosti i efikasnosti, a što se može postići ugradnjom lijeka u polimerne mikronosače iz kojih se lijek u tijelu otpušta razgradnjom nosača ili difuzijom iz nosača u stanice. Kvalitetni sustavi za dostavu lijekova moraju biti pripremljeni iz biokompatibilnih, biorazgradljivih i netoksičnih materijala, poput kitozana (CHT). Nadalje, nosači moraju zadržati stabilnost unutar organizma te posjedovati usku raspodjelu veličina koja osigurava ponovljivost kinetike otpuštanja lijeka što se može postići fizikalnim umreživanjem polimernih lanaca bakrovim(II) ionima. Dodatak punila, poput hidroksiapatita (HAp), može poboljšati efikasnost ugradnje lijeka uslijed interakcija između lijeka i punila. U ovom radu, kompozitne mikročestice na temelju kompleksa kitozana i bakrovih(II) iona koje kao punilo sadrže hidroksiapatit ( $w(\text{HAp})=5, 10 \text{ i } 20 \%$ ) pripremljene su metodom elektroštrcanja te je istražen utjecaj dodatka punila na svojstva mikročestica, efikasnost ugradnje i otpuštanje antitumorskog lijeka (DOX). Provedena je FTIR i XRD analiza te rezultati ukazuju na prisutnost interakcija između polimerne matrice i punila. Veličina i oblik mikročestica istraženi su invertnim svjetlosnim mikroskopom te je uočena sferičnost pripremljenih mikročestica, dok su mikročestice s najužom raspodjelom dobivene za sustav s 5 mas.% HAp-a. Stupanj bubrenja mikročestica određen je u puferkim otopinama pH vrijednosti 6 i 7,4 te demineraliziranoj vodi. Smanjenje pH vrijednosti inkubacijskog medija uzrokuje porast stupnja bubrenja. DOX je u kompozitne mikročestice uklopljen primjenom svojstva pH osjetljivosti kitozana, a uspješna ugradnja lijeka u mikročestice potvrđena je primjenom fluorescentne mikroskopije. Otpuštanje lijeka iz mikronosača bilo je uvjetovano sastavom i pH vrijednošću medija; najviše lijeka otpušteno je u mediju za staničnu kulturu, praćeno manjom količinom otpuštenog lijeka u fosfatnom puferu pH vrijednosti 6 te 7,4.

**Ključne riječi:** kitozan, bakar, hidroksiapatit, doksorubicin, otpuštanje lijeka.

**Keywords:** chitosan, copper, hydroxyapatite, doxorubicin, drug release.



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**METALURŠKI FAKULTET**

**Procjena i usporedba radnih položaja elektromontera u distribuciji električne energije REBA metodom**  
**Assessment and comparison of working postures of electricians in the electricity distribution using the REBA method**

Joseph Marton, Stjepan Tunjić

Martina Lovrenić-Jugović  
Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Zavod za mehaničku metalurgiju

E-mail: [jmarto@simet.unizg.hr](mailto:jmarto@simet.unizg.hr), [stunji@simet.unizg.hr](mailto:stunji@simet.unizg.hr)

**SAŽETAK:** Poznato je da do oboljenja mišićno-koštanog sustava radnika najčešće dolazi u proizvodnim procesima uslijed dugotrajnog rada u nepovoljnom radnom položaju. Radni položaj utječe na udobnost i produktivnost rada. Zbog sve većeg naglaska na zaštitu zdravlja i sigurnost na radu razvijene su metode za analizu radnog opterećenja s ciljem otkrivanja nepovoljnih radnih položaja tijela te gornjih i donjih udova. Jedna od mnogobrojnih ergonomijskih metoda je i REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) metoda koja je korištena u ovom radu. Procjenom radnog položaja prema REBA metodi dobivaju se podaci o položaju tijela, utjecaju radne okoline i samog rada na tijelo radnika, vrstama pokreta te kako položaji tijela različitih zahvata koje radnik izvodi u radu utječe na radnikovo tijelo. Obavljanje radnog zadatka elektromontera na visini provodi se uz korištenje osobne zaštitne opreme i po mogućnosti dodatne opreme. Analizirana su dva radna položaja elektromontera pri intervenciji na visini. U prvom slučaju zadatak se obavljao bez auto košare (podizne platforme), a u drugom s auto košarom. Terenska mjerenja i prikupljanje podataka radnih položaja tijekom obavljanja radnog zadatka elektromontera na visini provedena su korištenjem drona s video kamerom. Procjena snimljenih držanja tijela prema REBA metodi je dobivena korištenjem programskog paketa ErgoFellow 3.0. Rezultati analize prema REBA metodi pokazuju da je rad električara na visini koji ne koristi auto košaru znatno zahtjevniji i rizičniji.

**Ključne riječi:** električar, radni položaji, REBA metoda, programski paket ErgoFellow 3.0  
**Keywords:** electrician, working postures, REBA method, program package ErgoFellow 3.0



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

## **Strukturne raziskave 3,3,3-trifluoropropan-1-ola z računalniškimi simulacijami molekulske dinamike in metodo SWAXS**

### **Structural studies of 3,3,3-trifluoropropan-1-ol by molecular dynamics computer simulations and the SWAXS method**

Jure Kovač

Mentor: prof. dr. Matija Tomšič  
University of Ljubljana, Faculty of chemistry and chemical technology

E-mail: jurekovac.go@gmail.com

Per- in polifluoroalkilne spojine (PFAS) so sintetične spojine, ki vsebujejo vsaj eno popolnoma fluorirano metilno ali metilensko skupino. Za njih so značilne hidrofobne in lipofobne lastnosti, nizke površinske napetosti in dielektrične konstante ter izjemna sposobnost raztapljanja plinov. Zaradi kemijske inertnosti in relativno obsežne uporabe, se akumulirajo v okolju in v organizmih, to pa lahko povzroča resne zdravstvene težave. Mednje spadajo tudi fluorirani alkoholi, ki se uporabljajo v izdelkih kot so sredstva za zaščito tekstila, detergenti, barve, pene za gašenje požarov in kot prekursorji za sintezo fluoriranih polimerov. Zaradi prisotnosti fluora v alkilni verigi imajo drugačne strukturne lastnosti kot analogni nefluorirani alkoholi. Simulacije molekulske dinamike nam lahko priskrbijo informacije o strukturi tekočine običajno preko parskih porazdelitvenih funkcij, povprečnega števila vodikovih vezi molekule, velikostnih porazdelitev agregatov in podobnih podatkov. Te informacije pa temeljijo na uporabljenem modelu polja sil in so praktično koristne le, če ta model dovolj dobro odraža njene dejanske strukturne lastnosti. Zato je pomembno, da pravilnost modela pri napovedi strukture preverimo z ustreznimi eksperimentalnimi podatki – na primer s podatki ozko- in široko-kotnega sipanja rentgenske svetlobe (SWAXS). Namen tega dela je raziskati strukturo čistega tekočega 3,3,3-trifluoropropan-1-ola s pomočjo simulacij molekulske dinamike in meritev sipanja rentgenske svetlobe. Uporabili smo različna polja sil in s primerjavo izračunanih sipalnih krivulj (na osnovi rezultatov simulacij) z eksperimentalnimi, želimo določiti, katero izmed teh najbolj opiše strukturo preučevane tekočine.

Ključne besede: PFAS, Fluorirani alkoholi, Rentgensko sipanje, Simulacije molekulske dinamike  
Keywords: PFAS, Fluorinated alcohols, X-ray scattering, Molecular dynamics simulations

## **Vpliv meteoroloških parametrov na pojavnost in intenziteto požarov v naravnem okolju na območju Mestne občine Ljubljana**

### **Influence of meteorological parameters on occurrence and intensity of wildfires in the are of Municipality of Ljubljana**

Primož Rajšp

prof. dr. Simon Schnabl<sup>1</sup>

Komentor<sup>2</sup>

Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani

E-mail: pr0467@student.uni-lj.si

The thesis focuses on the correlation between wildfire occurrences, their intensity, and the meteorological parameters in the area of the Municipality of Ljubljana. The collected data shows the characteristics of wildfires and meteorological parameters between the years 2013 and 2022. Wildfires are increasingly becoming a severe problem throughout the world as climate change improves the conditions for fires to develop and ignite. The analysed data and the calculated correlation coefficients suggest that meteorological parameters do influence the occurrence and intensity of wildfires. Some meteorological parameters (such as the number of days with a relative humidity below 30%, the number of days with a relative humidity below 50%, and the duration of solar radiation) have a greater influence on the occurrence and intensity of wildfires than others (such as the number of hot days, and the average monthly temperature). If the meteorological parameters change, so does the number and the intensity of wildfires. Considering the correlation coefficients between the number of wildfires and the meteorological parameters, the slopes of the trend lines for some meteorological parameters, suggest that the conditions for the development of wildfires will improve in the coming years. The amount of solar radiation increases every year while the amount of precipitation decreases. Due to the decrease of rainfall, the moisture of soil and plants is reduced. In addition, the solar radiation increases every year, which altogether improves the overall conditions for dry spells, and consequently, the conditions for the ignition and development of wildfires.

Ključne besede: požari v naravi, podnebne spremembe, požar, meteorološki parametri, požarna ogroženost

Keywords: wildfires, climate change, fire, meteorological parameters, fire risk

## In Silico določevanje Hammettove korelacije s teorijo gostotnega funkcionala

### In Silico Determination of the Hammett Relationship Using Density Functional theory

Matevž Turk

Marcus Lundberg<sup>1</sup>

Faculty of Chemistry and Chemical Technology, University of Ljubljana, Slovenia

<sup>1</sup>*Uppsala Universitet, Sweden*

E-mail: MT9222@student.uni-lj.si

The Hammett relationship has proven to be a powerful tool in research of organic reactions on benzoic acid-like substrates, as it conveys vital information on the electronic properties of the transition states occurring along the reaction's progression. Historically, the Hammett relationship parameters have been determined experimentally, however due to recent advances in computer science and theoretical chemistry methods, it is now possible to conduct the necessary measurements *in silico*, cutting down the cost of such measurements dramatically. The aim of our work was to investigate the possibility of recreating the Hammett correlation of the benzoic acid chloride formation reaction using density function theory (DFT). This was achieved by first calculating the pKa values of a deliberately chosen library of benzoic acid substrates, followed by determining the free energies of the transition states, occurring in the acid chloride formation reaction on each of the substrates. In our calculations, we have tried out various basis sets and solvent models in order to find the combination that yields the best results for its computational cost.

Ključne riječi: Kvantna kemija, Teorija gostotnega funkcionala, B3LYP, Hammettova korelacija  
Keywords: Quantum chemistry, Density functional theory, B3LYP, the Hammett relationship



## **Izboljšanje oprijemljivosti konformnih premazov: Raziskovanje plazemske obdelave tiskanih vezij**

### **Enhancing Conformal Coating Adhesion: Exploring Plasma Treatment of Printed Circuit Boards**

Tim Vončina

Prof. dr. Miha Lukšič

Faculty of Chemistry and Chemical Technology, University of Ljubljana, Slovenia

E-mail: tv6861@student.uni-lj.si

The adhesion of conformal coatings to printed circuit boards (PCBs) plays a critical role in ensuring the longevity and performance of electronic devices. Depending on the industry they are utilized in, some PCBs are exposed to many aggressive environmental factors, such as moisture, high and low temperatures, mechanical stress, etc., which makes them even more susceptible to corrosion. Therefore, a conformal coating is applied to the surface of a PCB, providing not only a layer of protection from the mentioned environmental factors, but also an adequate level of electrical insulation. Before applying a conformal coating, the surface of a PCB must be cleaned and activated, thereby ensuring optimal wettability and adhesion. There are many surface treatment procedures, including the use of open-air plasma. This research includes (i) optimizing the process of plasma treatment of PCBs, (ii) determining the level of surface activation via measurements of surface tension and contact angle and (iii) estimating the adhesion with a simple “cross-cut” test.

**Ključne riječi:** tiskano vezje, adhezija, plazemska obdelava, konformni premazi  
**Keywords:** printed circuit board, adhesion, plasma treatment, conformal coating

## **Opredelitev nevarnosti nanodelcev nastalih pri procesu**

### **laserske ablacije**

#### **Hazard assessment of nanoparticles in the laser ablation process**

Anja Kočman, doc. dr. Barbara Novosel,<sup>1</sup>  
doc. dr. Ana Kroflič,<sup>2</sup>

Mentor<sup>1</sup> Komentor<sup>2</sup>

Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v  
Ljubljani<sup>1</sup>,  
Kemijski inštitut, Ljubljana<sup>2</sup>

E-mail: [ania.kocman@gmail.com](mailto:ania.kocman@gmail.com), [barbara.novosel@fkkt.uni-lj.si](mailto:barbara.novosel@fkkt.uni-lj.si), [ana.kroflic@ki.si](mailto:ana.kroflic@ki.si)

**ABSTRACT:** Workplaces are full of airborne particles of different origins that can have a negative impact on the health of workers. This paper is based on the results of a master thesis in which we analysed particles generated during laser ablation of gallium arsenide (GaAs) material in a prototype laser chamber of LPKF Laser & Electronics d.o.o. In the theoretical part, we have looked at the key properties of nanoparticles, their health effects, and the relevant legal guidelines. We have experimentally analysed the exposure of workers during the laser ablation process, using a 10-stage low-pressure Berner cascade impactor through which air was pumped and particles of different sizes were captured onto the foils using a 10-stage low-pressure Berner cascade impactor, through which air was pumped. We determined the mass of particles captured according to their size at each stage, and hence the mass concentration of each particle fraction in a cubic metre of air. We focused mainly on particles smaller than 100 nm, which were captured in stages 1 and 2 of the cascade impactor. To characterise the risk of potential exposure to nanoparticles generated during laser ablation, they were examined by scanning electron microscopy (SEM) equipped with an energy dispersive X-ray detector (EDS). SEM-EDS analysis was used to examine the size, shape, and composition of the particles, which were mostly smaller than 300 nm. Agglomerates and aggregates of condensation particles were formed during laser ablation. Gallium (Ga) and arsenic (As) were the main elements in the particles formed during laser ablation of GaAs material. The formation of arsenic oxide crystals (As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) was also observed. Worker exposure was found to be low, which can be attributed to the closed system of the laser chamber and the efficient air filtration. Based on the findings, we have identified shortcomings in the laser ablation process and suggested possible improvements in the form of guidelines for safe work.

**Ključne besede:** nanodelci, laserska ablacija, varnost in zdravje pri delu, galijev arzenid

**Keywords:** nanoparticles, laser ablation, occupational health and safety, gallium arsenide



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET**

**Utjecaj promjera SBT miješala na granulometrijska svojstva finalnog  
produkta šaržne sonokristalizacije boraksa**  
**Influence of SBT impeller diameter on granulometric properties of the final  
product of batch sonocrystallization of borax**

Tamara Đolonga

Mentor: prof. dr. sc. Nenad Kuzmanić  
Kemijско-tehnološki fakultet, Zavod za kemijско inženjerstvo, Split, Hrvatska

E-mail: tamara.dolonga@ktf-split.hr

U radu je ispitan utjecaj promjera SBT miješala na granulometrijska svojstva kristala boraksa dobivenih šaržnom kristalizacijom s ultrazvučnim djelovanjem i istovremenim mehaničkim miješanjem. Kristalizacija se provodila postupkom kontroliranog hlađenja matične otopine brzinom od 6 °C h<sup>-1</sup> pri amplitudi i pulsul ultrazvučnog djelovanja od 20%. Kako bi se sagledao utjecaj promjera SBT miješala na granulometrijska svojstva dobivenih kristala, ispitivanja su se provodila s tri različita promjera SBT miješala ( $D/dT = 0,43; 0,53; 0,63$ ), pri čemu su brzine vrtnje tih miješala odgovarale minimalnoj brzini potrebnoj za postizanje stanja potpune suspenzije ( $N = NJS$ ). Granulometrijska analiza finalnog produkta izvršena je metodom laserske difrakcije. Rezultati analiza ukazuju na monomodalnu raspodjelu veličina dobivenih kristala boraksa za sva tri primijenjena promjera SBT miješala. Povećanjem promjera SBT miješala raste udio finijih frakcija u uzorku, te se općenito smanjuju vrijednosti medijana raspodjele i srednjeg volumnog promjera kristala. Smanjenje veličine kristala direktno se odražava na povećanje njihove specifične površine. Vrijednosti širine raspodjele i koeficijenta varijacije ukazuju na užu širinu raspodjele pri korištenju manjeg promjera SBT miješala. Dobiveni rezultati u uskoj su vezi s hidrodinamičkim uvjetima u kristalizatoru koje generiraju korištena miješala, kao i načinom djelovanja ultrazvuka.

Ključne riječi: šaržna kristalizacija, ultrazvuk, promjer miješala, boraks, granulometrijska svojstva

Keywords: batch crystallization, ultrasound, impeller diameter, borax, granulometric properties

## **Utjecaj mikrovalova na sadržaj glukozinolata u sjemenu bijele gorušice i daikona**

### **The influence of microwaves on glucosinolate content in white mustard and daikon seeds**

Laura Aljinović

Mentor: prof. dr. sc. Ivica Blažević

Komentor: dr. sc. Azra Đulović, znanstv. sur.

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

E-mail: [laura.aljinovic@ktf-split.hr](mailto:laura.aljinovic@ktf-split.hr)

Glukozinolati su specijalizirani biljni metaboliti pronađeni u 16 različitih biljnih porodica reda Brassicales. Po kemijskoj strukturi su  $\beta$ -tioglukozidni-N-hidroksisulfati s promjenjivim bočnim lancem koji se biosintetizira iz aminokiselina. Glukozinolati su kemijski i biološki neaktivni spojevi, čijom enzimskom, termičkom ili kemijskom razgradnjom nastaju izotiocijanati, izocijanati, nitrili i drugi spojevi. Razumijevanje stabilnosti glukozinolata u uvjetima koji oponašaju obradu namirnica je važno budući da su ovi spojevi zastupljeni u hrani koja se svakodnevno konzumira (kupus, brokula, rotkva, gorušica...). U ovom radu promatrana je stabilnost glukozinolata iz sjemena bijele gorušice i daikona u uvjetima mikrovalnog zračenja. Primijenjene su različite snage mikrovalova: 500, 800 i 1200W. Glukozinolati su kvalitativno i kvantitativno analizirani koristeći UHPLC-DAD-MS/MS. Uzorak bijele gorušice nakon izlaganja snazi mikrovalova od 1200 W, ekstrahiran je diklormetanom u svrhu izolacije razgradnih produkata glukozinolata, koji su naposljetku identificirani korištenjem GC-MS tehnike. U bijeloj gorušici identificirani su epiprogoitrin, glukosinalbin, 4-hidroksiglukobrasicin i glukobrasicin, dok su u sjemenu daikona identificirani glukorafanin, glukorafenin, 4-hidroksiglukobrasicin i 4- metoksiglukobrasicin. Identificirana su 3 produkta razgradnje glukozinolata koji potječu od glukosinalbina: 4-hidroksibenzenilizotiocijanat, 2-(4-hidroksifenil) acetonitril, 5-vinil-1,3-oksazolidin-2-tion. Iz dobivenih je rezultata vidljivo da je primjenom veće snage mikrovalova koncentracija identificiranih glukozinolata sve manja. Najveću koncentraciju glukozinolata ima sjeme koje nije izloženo mikrovalovima, dok najmanju koncentraciju glukozinolata ima sjeme izloženo mikrovalovima snage 1200W.

Ključne riječi: glukozinolati, bijela gorušica, daikon, mikrovalovi, UHPLC-DAD-MS/MS

Keywords: glucosinolates, white mustard, daikon, microwaves, UHPLC-DAD-MS/MS

**Utjecaj masene koncentracije NaX zeolita i korištenja razbijala virova na sorpciju bakra**  
**Effect of NaX zeolite mass concentration and baffle presence on copper sorption**

Ana Herceg

Mentor: prof. dr. sc. Sandra Svilović  
Kemijско-tehnološki fakultet, Zavod za kemijско inženjerstvo, Split, Hrvatska

E-mail: anaherceg66@gmail.com

Sorpcija bakra na NaX zeolitu provedena je u šaržnom reaktoru opremljenom turbinskim miješalom s nagnutim lopaticama (PBT) s i bez razbijala virova. Omjer promjera miješala i reaktora ( $D/dT=0,32$ ) i pozicija miješala ( $C/H=0,33$ ) održavani su konstantnima. Brzina vrtnje miješala bila je jednaka najnižoj brzini vrtnje miješala potrebnoj za postizanje stanja potpune suspenzije, tj. kritičnoj brzini vrtnje miješala (NJS) koja je određena prema Zwieteringovom kriteriju „1 s“ za tri različite masene koncentracije zeolita u oba šaržna reaktora. Uz kinetičke sorpcijske eksperimente i kinetičku analizu dobivenih podataka, kako bi se dobio uvid u hidrodinamičko ponašanje sustava simulirana je dinamika fluida. Brzina NJS povezana je s brzinom taloženja čestica i mijenja se ovisno o masenoj koncentraciji suspenzije. Pri višoj masenoj koncentraciji suspenzije, treba se primijeniti veća NJS brzina kako bi se osiguralo stanje potpune suspenzije, tj. mora se primijeniti više energije (PJS). Razlike u brzinama NJS za ispitivane masene koncentracije suspenzije nisu značajne pa iz tog razloga povećanje intenziteta miješanja za testirane sustave nije značajno. Iz rezultata se može zaključiti da korišteni hidrodinamički uvjeti ne utječu značajno na maksimalnu količinu sorbiranog bakra, ali na nju značajno utječe masena koncentracija zeolita. Rezultati su pokazali i da je reakcija općenito brža u reaktoru bez razbijala virova te da su vrijednosti NJS i PJS veće u reaktoru bez razbijala virova neovisno o masenoj koncentraciji zeolita.

Ključne riječi: sorpcija, bakar, masena koncentracija zeolita NaX, PBT miješalo, CFD  
Keywords: sorption, copper, zeolite NaX mass concentration, PBT impeller, CFD

**Inhibitorsko djelovanje ekstrakta dobivenog iz ostataka cigareta na proces  
korozije metala**  
**Inhibitory effect of an extract obtained from cigarette waste on metal  
corrosion process**

Verena Šučurović

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivana Škugor Rončević  
Kemijско-tehnološki fakultet, Zavod za opću i anorgansku kemiju, Split, Hrvatska

E-mail: verena.sucurovic@gmail.com

Opušci cigareta predstavljaju jedan od najprisutnijih oblika otpada na svijetu. Obzirom da je u brojnim studijama dokazana njihova ekotoksičnost javlja se potreba za njihovim recikliranjem. Jedan od načina na koji se ova vrsta otpada može reciklirati je njihova primjena kod inhibicije korozije. U ovom radu prikazani su rezultati ispitivanja utjecaja ekstrakata opušaka (ekstrakt ostataka duhana i ekstrakt filtera) na koroziju elektrode od Cu<sub>10</sub>Ni legure u 3,5 % – tnoj otopini NaCl, pH 8, pri temperaturama: 12 °C, 20 °C i 25 °C. Za procjenu djelotvornosti inhibicije provedena su elektrokemijska mjerenja (mjerenje potencijala otvorenog strujnog kruga, metoda linearne polarizacije, elektrokemijska impedancijska spektroskopija i potenciodinamička polarizacijska metoda) i analiza površine elektrode (FTIR analiza, SEM analiza i goniometrija). Elektrokemijska mjerenja pokazala su veću inhibicijsku djelotvornost za ekstrakt filtera u odnosu na ekstrakt ostataka duhana (pri svim temperaturama). Maksimalna učinkovitost inhibicije postignuta je modifikacijom površine elektrode s ekstraktom filtera pri 12 °C, a iznosila je 96 % (potenciodinamička polarizacijska metoda), odnosno 88 % (elektrokemijska impedancijska spektroskopija). Analiza površine potvrdila je prisutnost ekstrakata opušaka na površini elektrode.

Ključne riječi: opušci cigareta, inhibitori, korozija  
Keywords: cigarette waste, corrosion, inhibitors



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**



## **Proteini sirutke kao dodatak prehrani u populaciji studenata rekreativaca Whey protein supplementation in physically active students**

Kristina Perišić

Mentor: prof. dr. sc. Daniela Čačić Kenjerić

Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek  
(Zavod za ispitivanje hrane i prehrane)

E-mail: christina.perisic@gmail.com

**SAŽETAK:** Sirutka je visoko vrijedan nusproizvod, tekućina koja nastaje u tehnološkom procesu proizvodnje sira ili kazeina te se ona pored ostalih namjena, može koristiti i za dobivanje proteina sirutke. Njih danas koristimo na različite načine, a cilj ovog rada je dati pregled uporabe proteina sirutke kao dodatka prehrani u studentskoj populaciji koja prakticira neki od oblika treninga. Dodaci prehrani predstavljaju dosta široko i novo područje prehrambene industrije, mogu se naći u različitim oblicima i uzimati u različite svrhe. Proteini sirutke su jedan od najpopularnijih proteinskih dodataka prehrani na tržištu koji je posebice interesantan populaciji fizički aktivnih osoba (sportaša). Sportaši koriste proteine sirutke uglavnom s ciljem poticanja rasta i održavanja mišićne mase. Teorijski dio ovog rada obuhvaća pregled literaturnih spoznaja o preradi sirutke, odnosno o proizvodnji proteina sirutke, sastavu proteina sirutke te o benefitima i rizicima proteina sirutke kao dodatka prehrani. Uz teorijski dio, ovaj rad sadrži i pregled realnih podataka o praksi upotrebe proteina sirutke i razlozima njihova uzimanja u populaciji studenata rekreativaca prikupljenih anketnim ispitivanjem. Nakon usporedbe ovih eksperimentalno dobivenih podataka s podacima iz literature zaključeno je da je suplementacija proteinima sirutke, poput suplementacije ostalim dodacima prehrani, još uvijek nedovoljno istražena te nosi određene rizike, ali dosad je pokazala pozitivne učinke pogotovo u populaciji fizički aktivnih osoba.

**Ključne riječi:** proteini sirutke, dodaci prehrani, studenti, tjelesna aktivnost

**Keywords:** whey protein, dietary supplements, students, physical activity

## **Mikrovalna ekstrakcija polifenolnih spojeva iz tropa grožđa** **Microwave extraction of polyphenolic compounds from grape pomace**

Barbara Pilipović

prof. dr. sc. Ana Bucić Kojić  
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek

E-mail: barbarapilipovic01@gmail.com

**SAŽETAK:** Glavni proizvodni ostatak u procesu prerade grožđa u vino je trop grožđa. Nakon prerade, u tropu zaostaje značajna količina polifenolnih spojeva koji se potencijalno mogu iskoristiti u različitim farmaceutskim, kozmetičkim i prehrambenim proizvodima zbog njihove biološke aktivnosti. Polifenolni spojevi se nazivaju antioksidansima zbog sprječavanja posljedica oksidativnog stresa, a uz to imaju i protuupalno i antimikrobno djelovanje. Međutim, metoda izolacije iz biljnog materijala utječe na mogućnost njihove daljnje primjene. Mikrovalna ekstrakcija se često koristi kao alternativa konvencionalnoj ekstrakciji otapalom zbog ekonomsko energetske uštede (npr. kraće vrijeme trajanja procesa, manji volumen otapala). U ovom radu ispitan je utjecaj volumnog udjela etanola (0-100 % v/v) u vodenoj otopini etanola, omjera kruto-tekuće (5-10 mL/g) i vremena ekstrakcije (15-25 min) na prinos polifenolnih spojeva te su metodom odzivnih površina određeni optimalni uvjeti ekstrakcije. Za opisivanje mikrovalne ekstrakcije polifenolnih tvari uspješno je korišten kvadratni polinom koji je pokazao dobra slaganja s eksperimentalnim podacima što dokazuje visok koeficijent korelacije ( $R > 0,98$ ). Numeričkom optimizacijom određeni su optimalni uvjeti mikrovalne ekstrakcije: volumni udio etanola u vodenoj otopini etanola 57 % v/v, omjer tekućekruto 10 mL/g te vrijeme ekstrakcije 25 minuta. Pri navedenim uvjetima izračunato je da bi se mogao ostvariti maksimalni prinos ukupnih polifenolnih tvari od 65,93 mgGAE/g<sub>s.t.</sub>.

**Ključne riječi:** mikrovalna ekstrakcija, polifenolni spojevi, trop grožđa, optimiranje uvjeta ekstrakcije, metoda odzivnih površina

**Keywords:** microwave extraction, polyphenolic compounds, grape pomace, optimization of extraction conditions, response surface methodology

## **Otpadne vode – rudnik budućnosti? Wastewater - the mine of the future?**

Latica Kučinac

Mentor: prof. dr. sc. Mirna Habuda-Stanić

Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek,  
(Zavod za primijenjenu kemiju i ekologiju)

E-mail: kucinaclatica@gmail.com

**SAŽETAK:** Procjene ukazuju da se svake godine proizvede oko 359 milijardi m<sup>3</sup> otpadnih voda, od koji se svega 52 % pročišćava prije ispuštanja u vodne cjeline. Pročišćavanje otpadne vode podrazumijeva primjenu fizikalnih, kemijskih i biološkim metoda, a učinkovitost, kompleksnost i cijena pročišćavanja ovisi o karakteristikama otpadne vode koja dolazi na uređaj za pročišćavanje otpadnih voda. Spojevi fosfora jedni su od najčešćih kemijskih spojeva otpadnih voda čije ispuštanje u prirodne recipijente u povišenim koncentracijama uzrokuje smanjenje koncentracije kisika, a kao dio skupine hranjivih tvari, doprinosi i prekomjernom bujanju biomase u vodnim tijelima čime uzrokuju tzv. eutrofikaciju koja smanjuje količine vode u vodnim tijelima. Stoga su mnogobrojna znanstvena istraživanja usmjerena na iznalaženje novih ekološki prihvatljivih metoda kojima bi se u značajnoj mjeri smanjile koncentracije spojeva fosfora iz otpadnih voda prije njihova ispuštanja. Nove spoznaje pokazuju kako bi učinkovito izdvajanje fosfora iz otpadnih voda moglo biti i jedno od održivih rješenja za dostupnost fosfora na globalnom tržištu, neophodnom sastojku za uspješnu agrarnu proizvodnju jer geolozi ističu da bi se uz trenutni trend porasta populacije i proizvodnje hrane, rezerve fosfora mogle iscrpiti unutar ovog stoljeća. U ovom radu prikazane su kemijske i biološke metode kojima je već danas moguće iz otpadnih voda izdvojiti značajne količine fosfora.

**Ključne riječi:** otpadna voda, fosfor, oporaba fosfora, kemijske metode, biološke metode  
**Keywords:** wastewater, phosphorus, phosphorus recovery, chemical methods, biological methods