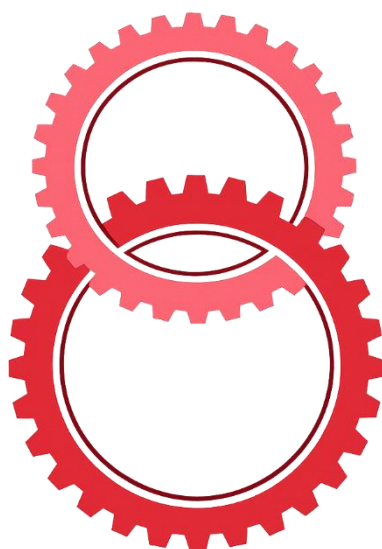


TEHNOLOGIJADA 2025.

27. MEĐUNARODNO ZNANSTVENO-SPORTSKO NATJECANJE

ZBORNIK SAŽETAKA



TEHNOLOGIJADA 2025.

Trogir, 28. travnja – 4. svibnja 2025.

Organizator: Metalurški fakultet Sisak

IMPRESUM

ZA IZDAVAČA

Izv. prof. dr. sc. Ivana Ivanić, dekanica

IZDAVAČ

Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Aleja narodnih heroja 3, 44000 Sisak

UREDNICI

Marta Kirin

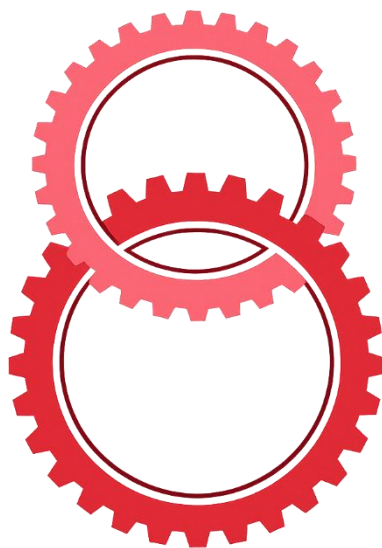
Luka Mesek

Ljerka Slokar Benić

TEHNOLOGIJADA 2025.

27. MEĐUNARODNO ZNANSTVENO-SPORTSKO NATJECANJE

ZBORNIK SAŽETAKA ZNANSTVENIH RADOVA PREZENTIRANIH
NA 27. MEĐUNARODNOM ZNANSTVENO-SPORTSKOM
NATJECANJU TEHNOLOGIJADA 2025



Trogir, 28. travnja – 4. svibnja 2025.

SADRŽAJ

Sadržaj

FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE	7
(SVEUČILIŠTE U ZAGREBU).....	7
Sinteza novih aril-supstituiranih derivata kumarina i kinolina te njihovih metalnih kompleksa s potencijalnim antitumorskim djelovanjem.....	8
Synthesis of new aryl-substituted coumarin and quinoline derivatives and their metal complexes with potential antitumor activity.....	8
Zelena formulacija antitumorskog lijeka za poboljšani terapijski učinak.....	9
Green formulation of anticancer drug for improved therapeutic outcome	9
Hibridni anodni materijali.....	11
Hybrid anode materials	11
Nove molekule u borbi protiv neurodegenerativnih poremećaja – sinteza, karakterizacija, inhibicija kolinesteraza i računalna studija.....	12
New molecules in the fight against neurodegenerative disorders – synthesis, characterization, cholinesterase inhibition and computational study	12
Polikompleksi kao dostavljači fosfata pri liječenju tumora	14
Polycomplexes as Phosphate Carriers for Tumour Treatment	14
FAKULTET ZA KEMIJO IN KEMIJSKO TEHNOLOGIJO	15
(UNIVERZA V LJUBLJANI)	15
Razvoj selekcijskega sistema LexKan za otkrivanje inhibitorjev dimerizacije proteaze M ^{pro} iz SARS-CoV-2	16
Development of the LexKan selection system for identifying dimerization inhibitors of the SARS-CoV-2 M ^{pro} protease.....	16
Modeliranje metabolizma pri adenokarcinomu izvodil pankreasa na ravni.....	17
genoma.....	17
Genome-scale metabolic modelling of pancreatic ductal adenocarcinoma	17
Interakcija perfluoriranih surfaktantov s polielektroliti	18
Interaction of Perfluorinated Ionic Surfactants With Polyelectrolytes	18
Uporaba specifičnih derivatov pirazola za karakterizaciju inhibicije treonin	19
dehidrogenza	19

Usage of Specific Pyrazole derivatives for Characterisation of Threonine Dehydrogenase Inhibition.....	19
Uporaba strojnega učenja za napovedovanje topnosti spojin v vodi Machine learning for aqueous solubility prediction of compounds	20
GRAFIČKI FAKULTET	21
(SVEUČILIŠTE U ZAGREBU).....	21
Transformacija kolorimetrijskih vrijednosti kod različitih ICC profila za Elektrofotografiju i Ink-jet	22
Transformation of Colorimetric Values in Different ICC Profiles for Electrophotography and Ink-jet	22
Primjena multispektralne analize u kontroli kvalitete i detekciji krivotvorenih osobnih iskaznica.....	1
Application of multispectral analysis in quality control and detection of forged identification cards	1
Biorazgradnja ukrasnih papira: Usporedba različitih materijala u kontekstu.....	1
ekološke održivosti	1
Biodegradability of decorative papers: A comparison of different materials.....	1
in the context of environmental sustainability	1
Analiza utjecaja medija na doživljaj boja u grafičkom dizajnu	1
Analysis of the impact of media on the perception of colors in graphic design.....	1
InHeritage - inovativna gamificirana mobilna aplikacija s XR tehnologijama za očuvanje kulturne baštine u novoj dimenziji Metaverse-a.....	3
InHeritage - an innovative gamified mobile application with XR technologies for preserving cultural heritage in a new dimension of the Metaverse.	3
KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET	4
(SVEUČILIŠTE U SPLITU).....	4
Fenolni sastav i antioksidacijska aktivnost ekstrakata motra (<i>Crithum maritimum</i> L.) dobivenih korištenjem različitih metoda ekstrakcije	5
Phenolic composition and antioxidant activity of sea fennel (<i>crithmum maritimum</i> L.) Extracts obtained by different extraction methods	5
Ispitivanje primjenjivosti konduktometrijske metode za mjerenje koncentracije kalijevog sulfata tijekom kristalizacije hlađenjem.....	6
Investigation of applicability of the conductometric method for measuring the concentration of potassium sulfate during the batch cooling crystallization.....	6
Određivanje minimalne koncentracije koloidnog srebra sintetiziranog prirodnim reducensima djelotvornog protiv bakterija <i>Escherichia coli</i> i <i>Staphylococcus aureus</i>	8
Determination of the minimum concentration of colloidal silver synthesized with natural reducing agents effective against <i>Escherichia coli</i> and <i>Staphylococcus aureus</i> bacteria	8
METALURŠKI FAKULTET	9

(SVEUČILIŠTE U ZAGREBU).....	9
Primjena bakra i njegovih legura u metalurgiji.....	10
Application of copper and its alloys in metallurgy	10
Sustav ranog upozorenja o potresu i tsunamiju	11
Earthquake and tsunami early warning system	11
Uloga recikliranja aluminijskih limenki u kružnom gospodarstvu.....	12
The role of recycling aluminum cans in a circular economy	12
Razvoj, primjena i utjecaj rasvjete na zdravlje radnika i radni okoliš	13
Development, application and impact of lighting on workers' health and working environment	13
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET.....	14
(SVEUČILIŠTE U ZAGREBU).....	14
Biološka aktivnost ferocenskih konjugata s aminokiselinama	15
Biological activity of ferrocene conjugates with amino acids	15
Uzgoj i permeabilizacija stanica <i>Ralstonia eutropha</i> H16.....	16
Cultivation and permeabilization of <i>Ralstonia eutropha</i> H16 cells	16
Formulacija mikroinkapsuliranih i liofiliziranih proizvoda izvedenih iz <i>kombuche</i> s karakterizacijom njihovog antimikrobnog i antioksidacijskog potencijala	17
The formulation of microencapsulated and freeze-dried products derived from kombucha with characterization of their antimicrobial and antioxidant potential	17
Analiza osnovnih parametara trudnoće kao rizičnih faktora za pojavnost gestacijskog dijabetesa te primjena bolničke prehrane	18
Analysis of basic pregnancy parameters as risk factors for the occurrence of gestational diabetes and the implementation of hospital diets.....	18
Citotoksični i oksidacijski učinci eugenola, fenazina i eugenol-fenazin kokristala	19
Citotoxicity and oxidative stress effects of eugenol, phenazine and eugenol-phenazine cocrystals	19
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET.....	20
(SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU)	20
Inovativno vegansko čajno pecivo bez glutena na bazi brašna žira i slanutka	21
Innovative vegan gluten-free cookies based on acorn and chickpea flour.....	21
Ispitivanje osobina biorazgradivih materijala s dodanim polifenolnim spojevima.....	22
The Analysis of Properties of Biodegradable Materials with Added Polyphenols.....	22
Fitokemijska karakterizacija i bioaktivni potencijal endemske smeđe makroalge <i>Fucus virsoides</i>	23
In-depth analysis of the phytochemical and bioactive profile of endemic brown macroalga <i>Fucus virsoides</i>	23
Inovativni krem-proizvodi kao dio kružne prerade lješnjaka.....	24

Innovative Sweet Spreads as a Part of the Circular Processing of Hazelnuts	24
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET	26
(SVEUČILIŠTE U ZAGREBU).....	26
Istraživanje utjecaja dinamičke antropometrije na funkcionalnost vatrogasne zaštitne odjeće	26
Investigation of the influence of dynamic anthropometry on the functionality of protective clothing for firefighters	26



TEHNOLOGIJADA
TROGIR 2025.

27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE
(SVEUČILIŠTE U ZAGREBU)

Sinteza novih aril-supstituiranih derivata kumarina i kinolina te njihovih metalnih kompleksa s potencijalnim antitumorskim djelovanjem

Synthesis of new aryl-substituted coumarin and quinoline derivatives and their metal complexes with potential antitumor activity

Vida Senčar, Marina Ter

Mentor: Prof. dr. sc. Silvana Raić-Malić

Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za organsku kemiju

E-mail: mter@fkit.unizg.hr, vsencar@fkit.unizg.hr

SAŽETAK: Tumori su globalni javnozdravstveni problem, a visoka smrtnost zahtijeva učinkovitije terapije. Standardne metode liječenja često oštećuju i zdrave stanice, što potiče razvoj selektivnijih antitumorskih spojeva. Kinolini su klasa heterocikličkih spojeva koji pokazuju značajan antitumorski potencijal inhibirajući topoizomerazu, tirozin-kinazu i epidermalni faktor rasta. Kumarini isto imaju širok raspon biološke aktivnosti jer zbog svoje strukture mogu stupiti u interakciju s različitim enzimima i receptorima u živim organizmima. Također, još jedna skupina spojeva koji se posljednjih godina često primjenjuju zbog minimalnih nuspojava pri liječenju raka su izoksazoli. Izoksazoli imaju insekticidnu, antibakterijsku, antibiotsku, antitumorsku, antifungalnu i ulcerogenu aktivnost. Metalni kompleksi još su jedna skupina spojeva koji se koriste pri liječenju tumora. Renij(I) trikarbonilni kompleksi potencijalni su spojevi za primjenu u dijagnostici i terapiji protiv raka, dok su rutenij (II) kompleksi moguća zamjena za platinske spojeve u antitumorskim terapijama. Cilj ovog rada bio je sintetizirati nove konjugate kinolina i kumarina s izoksazolom te njihove komplekse s renijem (I) i rutenijem (II), zbog njihova potencijalnog antitumorskog djelovanja. Najprije su pripremljeni 4-hidroksikinolin i 4-hidroksikumarin, koji su potom reakcijom propargiliranja prevedeni u O-propargilirane derivate. Sljedeći korak je kloriranje aldoksima, nakon čega je provedena 1,3-dipolarna cikloadicija O-propargiliranog kinolina, odnosno kumarina s odgovarajućim kloriranim aldoksimima. Dobiveni spojevi korišteni su kao ligandi za sintezu metalnih kompleksa s renij(I) pentakarbonil-kloridom, diklor(benzen)rutenij(II) dimerom i diklor(p-cimen)rutenij(II) dimerom. Strukture novosintetiziranih spojeva potvrđene su spektroskopskim metodama ^1H i ^{13}C NMR. Odabranim spojevima ispitana je antiproliferativna aktivnost na osam ljudskih stanica raka *in vitro*, uključujući stanice raka adenokarcinoma gušterače, kolorektalnog karcinoma, glioblastoma, karcinoma pluća, akutne mijeloične leukemije, kronične mijeloične leukemije, akutne limfoblastične leukemije te stanice raka non-Hodgkinovog limfoma.

Ključne riječi: kumarin, kinolin, izoksazol, metalni kompleksi, antitumorsko djelovanje
Keywords: coumarin, quinoline, isoxazole, metal complexes, antitumor activity

Zelena formulacija antitumorskog lijeka za poboljšani terapijski učinak

Green formulation of anticancer drug for improved therapeutic outcome

Melani Adamić Golić

Mentor: Prof. dr. sc. Krunoslav Žižek
Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Zavodu za mehaničko i toplinsko procesno inženjerstvo

E-mail: agmelani@gmail.com

SAŽETAK: Dasatinib je antitumorski lijek indiciran za liječenje kronične mijeloične i akutne limfoblastične leukemije s pozitivnim Philadelphia kromosomom. Zbog svoje slabe topljivosti u vodenom mediju ima ograničenu bioraspoloživost. S ciljem povećanja njegove topljivosti pripremljeni su inkluzijski kompleksi s β -ciklodekstrinom mljevenjem u planetarnom kugličnom mlinu. Mehanokemijska aktivacija omogućuje pripremu kompleksa bez primjene otapala poštujući načela zelene kemije, a istovremeno poboljšava topljivost i bioraspoloživost dasatiniba.

Pripremljeni uzorci karakterizirani su diferencijalnom pretražnom kalorimetrijom, rendgenskom difrakcijom na praškastom uzorku, infracrvenom spektroskopijom s Fourierovim transformacijama i nuklearnom magnetskom rezonancijom. Detaljna analiza potvrdila je sintezu inkluzijskog kompleksa dasatiniba u čvrstom stanju. Zeleno kompleksiranje hidrofobnog DAS-a rezultiralo je narušavanjem kristalne strukture lijeka, povećanjem njegove brzine otapanja i kinetičke topljivosti, te sintezom kemijski modificiranih proizvoda umjesto jednostavnih fizikalnih mješavina.

Inkluzijski kompleksi i granulati pomoćnih tvari korišteni su u pripravi tableta. Dobivene tablete karakterizirane su pomoću standardiziranih farmaceutskih testova u skladu s preporukama Europske farmakopeje. Rezultati testiranja pokazali su poboljšanje topljivosti i kontrolirano oslobađanje djelatne tvari u usporedbi s čistim dasatinibom, što ukazuje na potencijalno poboljšanje bioraspoloživosti i terapijske učinkovitosti lijeka. Rezultati matematičkog modeliranja pokazuju profil oslobađanja koji slijedi model nultog reda.

Ovaj rad otkriva potencijal bezotapalnog pristupa i inkluzijskih kompleksa s β -ciklodekstrinom u dizajnu specifičnih lijekova pridonoseći boljim ishodima liječenja leukemije uzimajući u obzir utjecaj na okoliš.

Ključne riječi: dasatinib, inkluzijski kompleksi, makrociklički receptori, mehanokemijska aktivacija, oslobađanje djelatne tvari

Keywords: dasatinib, inclusion complexes, macrocyclic receptors, mechanochemical activation, drug release

Hibridni anodni materijali

Hybrid anode materials

Lea Raos

Mentor: Prof. dr. sc. Zoran Mandić

Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za elektrokemiju

E-mail: lraos@fkit.unizg.hr

SAŽETAK: Hibridni anodni materijali temeljeni na grafitu i siliciju predstavljaju značajan napredak u razvoju litij-ionskih baterija. Grafit se trenutno najčešće koristi kao materijal za anodu zbog svoje stabilnosti i pouzdanosti, no njegova najveća mana je relativno ograničen kapacitet. Silicij, s druge strane, pokazuje potencijal za znatno povećanje kapaciteta, ali se suočava s problemom degradacije tijekom ciklusa punjenja i pražnjenja, što skraćuje životni vijek baterije.

Glavni cilj ovog istraživanja bio je pronaći optimalnu kombinaciju grafita i silicija kako bi se postigla idealna ravnoteža između visokog kapaciteta i dugotrajnog stabilnog rada baterije. Priprema elektroda izvršena je precizno definiranim postupkom koji je uključivao miješanje aktivnih materijala s vezivom (PVDF - polivinil fluorid) te vodljivim aditivom (acetilensko crnilo) u otapalu NMP (N-metil pirolidon), pri čemu je dobivena elektrodna pasta koja se nanosi na strujne kolektore i suši.

Pri sastavljanju sustava za baterijsko ispitivanje, Swagelok i EL CELL, korištena je komora s inertnom atmosferom kako bi se osigurali stabilni uvjeti za mjerenja. Metode elektrokemijske analize uključivale su galvansko punjenje i pražnjenje te cikličku voltametriju, pomoću kojih se pratio kapacitet, stabilnost materijala i specifična elektrokemijska svojstva. Jedan od važnih aspekata karakterizacije materijala bilo je i određivanje kontaktnog kuta, čime se analizirala moćivost elektroda, a samim time i njihova interakcija s elektrolitom. Analiza dobivenih podataka omogućila je dublje razumijevanje mehanizma skladištenja litijevih iona unutar hibridnog materijala.

Ovaj rad identificira ključne faktore koji utječu na učinkovitost hibridnih anoda, pružajući osnovu za buduća istraživanja u poboljšanju litij-ionskih baterija. Istraživanje hibridnih anoda na bazi grafita i silicija doprinosi razvoju učinkovitijih energetskih sustava i praktičnoj primjeni baterija većeg kapaciteta i vijeka.

Ključne riječi: hibridni materijali, baterije, grafit, silicij

Keywords: hybrid materials, batteries, graphite, silicon



27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Nove molekule u borbi protiv neurodegenerativnih poremećaja –
sinteza, karakterizacija, inhibicija kolinesteraza i računalna studija

New molecules in the fight against neurodegenerative disorders –
synthesis, characterization, cholinesterase inhibition and
computational study

Tea Horvat, Sara Gregić

Mentor: Prof. dr. sc. Irena Škorić

Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za organsku kemiju

E-mail: thorvat@fkit.unizg.hr

SAŽETAK: U ovom radu predstavljamo sintezu novih spojeva i istražujemo njihovu inhibicijsku aktivnost prema kolinesterazama, enzimima ključnim za regulaciju acetilkolina, s ciljem razvoja terapeutika za neurološke poremećaje poput Alzheimerove bolesti. Od posebne važnosti ističe se inhibicija enzima butirilkolinesteraze (BChE) kao terapija za neurološke poremećaje u odmakloj fazi bolesti. Rad se bavi sintezom i biološkom aktivnošću dvije skupine spojeva, tienobenzo-triazolnim solima i karbamatnim analogima rezveratrola, kao potencijalnim selektivnim inhibitorima BChE. Sinteza tienobenzo-triazola započinje pripremom triazolnih aldehida, nakon čega slijede Wittigova reakcija i fotokemijska ciklizacija (potaknuta konjugacijom) uslijed čega nastaju fotoprodukti, tienobenzo-triazoli. Neki od tih spojeva su kao neutralne molekule pokazale vrlo dobru inhibicijsku aktivnost prema BChE ($IC_{50} = 3,8 \mu M$).¹ U posljednjem stupnju reakcije, dodatkom alkil-halogenida nastalim fotoproduktima dobivaju se odgovarajuće triazolne soli s izvrsnom biološkom aktivnošću ($IC_{50} = 0,6 \mu M$), odnosno nekoliko puta jačom inhibicijom BChE nego što pokazuje standardni inhibitor galantamin ($IC_{50} = 7,9 \mu M$). U drugom dijelu istraživanja, skelet poznatog antioksidansa rezveratrola korišten je kao osnova za dizajn novih karbamata. Sinteza je temeljena na termičkoj reakciji pri čemu su dobiveni karbamati pokazali izuzetnu selektivnost i inhibiciju BChE ($IC_{50} = 0,1 \mu M$), što se dodatno potvrdilo molekularnim pristajanjem i za njih, ali i za tienobenzo-triazolne soli. Pokazano je da stabilizirajuće interakcije između ostataka aktivnog mjesta BChE i liganda uključuju π - π interakcije, alkil- π interakcije te, kada orijentacija molekula

to dopušta, tvorbu vodikovih veza. Kao potvrda stabilnih interakcija s aktivnim mjestom enzima BChE, provedene su i simulacije molekulske dinamike i dokazana stabilnost kompleksa ligand-enzim. Sve nove molekule u potpunosti su spektroskopski okarakterizirane, a nekima je uspješno određena i kristalna struktura.

¹ Mlakić, M.; Odak, I.; Faraho, I.; Talić, S.; Bosnar, M.; Lasić, K.; Barić, D. ; Škorić, I. Eur. J. Med. Chem. 2022, 241, 114616, doi:10.1016/j.ejmech.2022.114616

Ključne riječi: inhibicija kolinesteraze, tienobenzo-triazolne soli, karbamati, rezveratrol, molekulska pristajanje

Keywords: cholinesterase inhibition, thienobenzo-triazole salts, carbamates, resveratrol, molecular docking

Polikompleksi kao dostavljači fosfata pri liječenju tumora

Polycomplexes as Phosphate Carriers for Tumour Treatment

Lora Marić, Zoran Malbaša

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Anamarija Rogina
Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za anorgansku
kemijsku tehnologiju i nemetale

E-mail: lmarić2@fkit.unizg.hr, zmalbasa@fkit.unizg.hr

SAŽETAK: Fitinska kiselina (PA) prirodni je antioksidant sa sposobnošću stvaranja stabilnih kompleksa što ju čini obećavajućim umreživalom prirodnih polimera. Nadalje, PA je prepoznata po svojoj ulozi u prevenciji i liječenju različitih patoloških stanja i karcinoma, što je dokazano istraživanjima *in vitro* i *in vivo*. Da bi fitinska kiselina djelovala, potrebno ju je dostaviti. Kao pogodan nosač-dostavljač izdvaja se polikompleks kitozana i alginata (CA). Biorazgradljivost, biokompatibilnost, antimikrobna svojstva i stabilnost CA polikompleksa čine ih pogodnima za biomedicinske primjene. Fizikalnim umreživanjem CA polikompleksa fitinskom kiselinom mogu se postići antitumorska svojstva navedenih materijala. Cilj ovog rada je istražiti utjecaj različite koncentracije PA na fizikalno-kemijska svojstva, morfologiju te biološka svojstva CA polikompleksa u obliku okosnica. Polikompleksi kao dostavljači PA pripravljeni su iz otopina polisaharida kitozana (C) i natrijeve soli alginatne kiseline (A) pri jednakim koncentracijama koji su potom poslužili za pripravu visokoporoznih okosnica. Ugradnja PA u pripravljene okosnice ostvarena je reakcijama umreživanja pri koncentracijama 0,1 – 1,0 % (CAPA) što je potvrđeno infracrvenom spektroskopijom s Fourierovom transformacijom. Kapacitet apsorpcije vode CAPA okosnica procijenjen je u PBS otopini (pH = 7,4) u razdobljima: 1, 3, 24, 48 i 72 h. Citotoksičnost CAPA okosnica ispitana je indirektnim MTT testom na ljudskim stanicama osteosarkoma (MG-63) pri različitim koncentracijama materijala (0,5 – 5 mg mL⁻¹) tijekom tri dana. Rezultati ispitivanja fizikalnih svojstava ukazali su na uspješnu ugradnju PA u CA kompleks što se očitovalo nižom vrijednošću kapaciteta apsorpcije CAPA okosnica u odnosu na okosnice bez fitinske kiseline. Nadalje, citotoksičnost je primijećena pri višim koncentracijama materijala (5 mg mL⁻¹), što ukazuje na utjecaj fitinske kiseline na stanice osteosarkoma. Rezultati ukazuju na potencijal CAPA okosnica kao dostavljača fosfata koji bi djelovali kao terapeutici ili potpomogli djelovanju manje doze antitumorskog lijeka i time omogućili manje invazivni pristup pri liječenju tumora.

Ključne riječi: polikompleks, fitinska kiselina, okosnice, stabilnost, osteosarkom
Keywords: polycomplex, phytic acid, scaffolds, stability, osteosarcoma



TEHNOLOGIJADA
TROGIR 2025.

27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

FAKULTET ZA KEMIJO IN KEMIJSKO TEHNOLOGIJO
(UNIVERZA V LJUBLJANI)

Razvoj selekcijskega sistema LexKan za odkrivanje inhibitorjev dimerizacije proteaze M^{pro} iz SARS-CoV-2

Development of the LexKan selection system for identifying dimerization inhibitors of the SARS-CoV-2 M^{pro} protease

Jan Kogovšek

Mentor: prof. dr. Marko Novinec
University of Ljubljana Faculty of Chemistry and Chemical Technology, Slovenia

E-mail: jk1844@student.uni-lj.si

ABSTRACT: Proteins in biological systems often interact with other molecules, triggering specific cellular responses. Among the most common interactions are the formation of dimers or higher-order oligomers, which enhance stability and enable more precise functional regulation. Approximately one-third of enzymes function as monomers, while the remaining are oligomeric, with homodimers being the most prevalent form. The M^{pro} protease, also known as 3CL^{pro}, is the main cysteine protease of the SARS-CoV-2 virus. It cleaves polyproteins into functional viral units and is only active in its homodimeric form, making dimerization essential for its catalytic activity. Due to its highly conserved structure among coronaviruses, M^{pro} represents a significant target for developing antiviral drugs. Traditional inhibition strategies involve either binding small molecules to the catalytic site or preventing dimerization, thereby maintaining the protease in its inactive form. A promising strategy to inhibit dimerization involves the use of affibodies, which are small, stable protein modulators engineered for specific binding to target proteins. Their robustness and ease of production in bacterial systems make them an attractive alternative to antibodies. This work aimed to develop the LexKan system for selecting affibodies that inhibit M^{pro} homodimerization. For this purpose, we integrated the LexKan plasmid into a bacterial system, encoding M^{pro} fused with the LexA protein. In its dimeric form, LexA acts as a repressor, inhibiting the expression of the kanamycin resistance gene. Affibodies that prevent M^{pro} dimerization also disrupt LexA

dimerization, allowing the expression of kanamycin resistance and enabling bacterial cell survival on selective media. Further characterization will involve various techniques such as mass photometry, isothermal titration calorimetry, and spectroscopic methods.

Ključne besede: LexKan, proteaza M^{pro}, inhibicija homodimerizacije, afitelesa
Keywords: LexKan, M^{pro} protease, inhibition of homodimerization, affibodies



TEHNOLOGIJADA
TROGIR 2025.

27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Modeliranje metabolizma pri adenokarcinomu izvodiš pankreasa na ravni genoma

Genome-scale metabolic modelling of pancreatic ductal adenocarcinoma

Filip Petrovič

Mentor: Izv. prof. Miha Moškon

University of Ljubljana Faculty of Chemistry and Chemical Technology, Slovenia

E-mail: fp2044@student.uni-lj.si

ABSTRACT: Pancreatic cancer is one of the most lethal malignancies, with a mortality rate nearing 95%. In a significant proportion of cases, tumors arise in the pancreatic ducts, classifying the disease as pancreatic ductal adenocarcinoma (PDAC). Due to the asymptomatic nature of early-stage PDAC and the lack of effective screening methods, diagnosis often occurs at advanced stages, limiting treatment options and contributing to poor patient outcomes. A deeper understanding of the metabolic alterations associated with pancreatic cancer is crucial for elucidating disease progression. In this study, we utilized RNA transcriptomic data from PDAC patients to construct context-specific genome-scale metabolic models (GEMs) using the fast task-driven integrative network inference for tissues (ftINIT) algorithm. We systematically applied ftINIT to multiple input combinations to identify the optimal parameters for generating biologically relevant metabolic models. Furthermore, we investigated the metabolic impact of melanoma antigen protein A3 (MAGE-A3) overexpression in pancreatic cancer cells. MAGE-A3 is known to contribute to tumorigenesis and is associated with poor clinical outcomes; however, its role in cancer cell metabolism remains largely unexplored. By

characterizing the metabolic consequences of MAGE-A3 upregulation, we aimed to provide novel insights into its potential functional impact on pancreatic cancer metabolism, paving the way for further research into its role in disease progression.

Ključne besede: transkriptomika, kontekstnospecifični metabolni modeli na nivoju genoma, ftINIT, protein MAGE-A3

Key words: transcriptomics, context-specific genome-scale metabolic models, fast task- driven integrative network inference for tissues algorithm, MAGE-A3 protein



TEHNOLOGIJADA
TROGIR 2025.

27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Interakcija perfluoriranih surfaktantov s polielektroliti

Interaction of Perfluorinated Ionic Surfactants With Polyelectrolytes

Matevž Turk¹

Mentor: Prof. dr. Ksenija Kogej

Komentor: Prof. dr. Per Hansson

¹University of Ljubljana, Faculty of Chemistry and Chemical Technology, Slovenia

²*Uppsala University, Department of Pharmaceutical Physical Chemistry, Sweden*

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

ABSTRACT: Polyelectrolyte-surfactant systems are an active field of research due to their potential applications in pharmacy and medicine, particularly as drug delivery systems. The aim of this thesis was to investigate a specific polyelectrolyte-surfactant system comprised of sodium polystyrene sulfonate (NaPSS) and 1H,1H,2H,2H-perfluorodecylpyridinium chloride (HFDePC). The potentiometrically determined binding isotherm of this system displays a negative slope in the cooperative binding region. This phenomenon has so far been attributed to interference from the polyelectrolyte with the surfactant ion-selective electrode, but no definitive explanation has been proposed. Within the scope of this thesis, binding isotherms of the perfluorinated HFDePC and of the dodecylpyridinium chloride (DPC) to sodium polyacrylate (NaPA) and NaPSS, present either as linear polyion chains in solution or in the form of a covalently crosslinked hydrogel, were measured. The results demonstrated that the negative slope displayed by the binding isotherm of the NaPSS-HFDePC system is not an artifact of polyelectrolyte interference with the electrode but rather an intrinsic feature of the system. Furthermore, NaPSS hydrogel pieces were studied by means of small-angle X-ray scattering (SAXS) to obtain structural information about the polyelectrolyte-surfactant aggregates. Finally, thermodynamic models of the NaPSS-DPC and NaPSS-HFDePC systems

were developed. Using these models, the negative slope observed in the NaPSS-HFDePC binding isotherm was attributed to a gradual relaxation of the PSS chains as surfactant binding progresses, which is a consequence of the cylindrical geometry of HFDePC micelles, as well as a phase transition of the PSS chains that occurs once a critical amount of surfactant is bound to them.

Ključne besede: Sistemi polielektrolitov in surfaktantov, perfluorirani surfaktanti, vezavna izoterma, SAXS, modeli sistemov polielektrolitov in surfaktantov.

Keywords: Polyelectrolyte-surfactant systems, perfluorinated surfactants, binding isotherm, SAXS, Polyelectrolyte-surfactant system models



TEHNOLOGIJADA
TROGIR 2025.

27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Uporaba specifičnih derivatov pirazola za karakterizacijo inhibicije treonin dehidrogenza

Usage of Specific Pyrazole derivatives for Characterisation of Threonine Dehydrogenase Inhibition

Marcel Tušek

Mentor: prof. dr. Marko Novinec
University of Ljubljana Faculty of Chemistry and Chemical Technology, Slovenia

E-mail: mt5322@student.uni-lj.si

ABSTRACT: Pyrazole and its derivatives are becoming increasingly prevalent in medicine due to their proven antimicrobial activity. The development of new derivatives increases the likelihood of discovering new effective antibiotics. The pyrazole derivative, 4-(2-aminoethyl)-1-(pyridine-2-yl)-1H-pyrazole-5-ol (IA), inhibits the growth of *Escherichia coli* and inhibits L-Threonine dehydrogenase (TDH) activity. The enzyme is a key component in amino acid metabolism and biofilm formation. TDH is not present in humans, nor does it have a homologous protein in humans, hence IA could be a potential base for new drug development. The aim of the research project was to examine the different types of pyrazole derivatives and their effects on TDH activity and whether they affect the formation of biofilms. Among the tested derivatives, IA was the most promising and potent. Derivative I2 also had similar inhibitory activity, but due to its poor solubility, it proved impossible to test at higher concentrations. Tests were also conducted to see the impact derivatives have on biofilm

formation, and the results showed that all derivatives inhibit biofilm formation. However, only IA and I2 directly affect TDH activity. Based on these findings further research is required to establish with certainty to prove the correlation between TDH inhibition and biofilm formation suppression.

Ključne besede: L-treonin dehidrogenaza, biofilmi, derivati pirazola

Keywords: L-threonine dehydrogenase, biofilms, pyrazole derivatives



27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Uporaba strojnega učenja za napovedovanje topnosti spojin v vodi Machine learning for aqueous solubility prediction of compounds

Katarina Velkov¹

Mentor: dr. Katja Venko²

¹ University of Ljubljana Faculty of Chemistry and Chemical Technology, Slovenia

² National Institute of Chemistry, Hajdrihova ul. 19, 1000 Ljubljana, Slovenia

E-mail: katarina.velkov@gmail.com

ABSTRACT: Aqueous solubility is an important physicochemical property of compounds, particularly in the fields of drug design, toxicology and in the development of new chemicals in agriculture and cosmetics. In drug design, low aqueous solubility can lead to inefficient absorption, low bioavailability and adverse side effects. Therefore it is crucial to have an accurate understanding of the aqueous solubility of potential drug candidates. Predictive models based on chemometric approaches can provide an alternative to experimental methods for determining aqueous solubility of compounds. In chemometrics, the objective of predictive models based on the quantitative structure property relationship (QSPR) is to quantify the relationship between the structure of a compound and its physicochemical properties. QSPR modelling with counter propagating neural network (CPANN) offers a computationally efficient alternative for predicting the properties of chemicals. CPANN consists of two layers: an input layer and an output layer. In the input layer, the network learns based on a competitive learning principle - for each input a winning neuron is selected, based on the chosen criterion (usually Euclidean distance). The weights of the selected winning neuron are then adjusted. The position of the winning neuron in the input layer is transferred to the output layer, where weight correction is made based on the target value of the input object. Thus, in the input layer, the error propagates forward, while in the Grossberg layer,

backpropagation learning takes place. In this study, computational models for aqueous solubility prediction were developed based on the QSPR approach using the CPANNatNIC software. The initial dataset consisted of more than 2000 molecular descriptors (alvaDesc and Rdkit) and 1633 structurally diverse molecules with experimentally measured $\log(S)$ values. Model optimization focused on selecting a small subset of the most relevant molecular descriptors, reducing their number to fewer than 10. The model's accuracy was validated using a large test set of 6937 compounds. The optimal model, consisting of 16×16 neurons and 5 molecular descriptors, achieved a balance between low complexity and high predictive performance ($RMSE_{tr} = 0.73$ and $RMSE_v = 0.74$).

Ključne besede: Kemometrija, vodna topnost, CPANN

Keywords: Chemometrics, aqueous solubility, CPANN



27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

GRAFIČKI FAKULTET
(SVEUČILIŠTE U ZAGREBU)

Transformacija kolorimetrijskih vrijednosti kod različitih ICC profila za Elektrofotografiju i Ink-jet

Transformation of Colorimetric Values in Different ICC Profiles for Electrophotography and Ink-jet

Antonela Begić, Marija Kraljević

Mentor: Prof. dr. sc. Igor Zjakić
Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, Katedra za tiskarske procese

E-mail: abegic@grf.unizg.hr , mkraljevic1@grf.unizg.hr

SAŽETAK: Cilj ovog rada je istražiti kakav utjecaj promjena postotka nanosa boje u Adobe programu Photoshop ima na kolorimetrijske vrijednosti uzoraka pri tiskanju dvjema tehnologijama, to jest elektrofotografijom i ink-jetom. Naglasak je na razlikama koje nastaju pri korištenju različitih ICC profila u procesu pripreme i tiskanja. Analiziraju se promjene kolorimetrijskih vrijednosti u odnosu na referentne uzorke. U eksperimentalnom dijelu testiraju se uzorci s različitim postotcima nanosa boje, njihova priprema u Photoshopu i ispis pomoću elektrofotografijskih i ink-jet pisača. Potrebna mjerenja provode se pomoću spektrofotometra pomoću kojeg se utvrđuju razlike u kolorimetrijskim vrijednostima u CIE LAB sustavu. Fokus je na odstupanjima u reprodukciji boja pri promjeni ICC profila, također uz analizu utjecaja karakteristika pojedinih tehnologija tiska. Bolje razumijevanje kako promjena nanosa boje i različiti ICC profili utječu na konačni vizualni dojam otiska omogućeni su rezultatima istraživanja. Također, pružaju smjernice za optimizaciju procesa pripreme datoteka u grafičkoj industriji, čime se može postići veća dosljednost u reprodukciji boja kod

različitih tehnologija ispisa. Uz to, istraživanje naglašava važnost pravilnog odabira ICC profila za specifične tiskarske procese, čime se može smanjiti odstupanje između digitalnog prikaza i konačnog otiska. Ovi rezultati imaju praktičnu primjenu u dizajnu, tisku i kontroli kvalitete, omogućujući precizniju predikciju konačne boje u proizvodnim uvjetima.

Ključne riječi: ICC profili, kolorimetrijske vrijednosti, elektrofotografija, ink-jet, reprodukcija boja

Keywords: ICC profiles, colorimetric values, electrophotography, inkjet, color reproduction

Primjena multispektralne analize u kontroli kvalitete i detekciji krivotvorenih osobnih iskaznica

Application of multispectral analysis in quality control and detection of forged identification cards

Paula Bučić, Petra Crljen

Mentor: Doc. dr. sc. Vladimir Cviljušac

Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, Katedra za računarsku grafiku i multimedijske
sustave

E-mail: pbucic@grf.unizg.hr, pcrljen@grf.unizg.hr

SAŽETAK: Cilj ovog rada je pomoću multispektralne analize osobnih iskaznica utvrditi razlike i odstupanja spektralnih karakteristika ključnih točaka u njihovom dizajnu, točnije korištenim bojama u procesu tiska. Istraživanjem se analizira varijabilnost tiska kroz godine kako bi se stekao uvid u konzistentnost proizvodnje te eventualne promjene u kvaliteti otiska.

Istraživanje obuhvaća tri različita dizajna osobnih iskaznica, u vremenskom rasponu od 2005. do 2025. godine, pri čemu se za svaki dizajn analizira pet primjeraka različitih godina izdanja. Analiza se provodi multispektralnim snimanjem u rasponu valnih duljina od 450 do 1000 nm, s korakom od 50 nm, što omogućuje preciznu karakterizaciju korištenih boja u tisku. Na svakom dizajnu osobne iskaznice definiraju se tri ključna mjesta od interesa na kojima će se izvršiti računalna obrada multispektralnih podataka s ciljem generiranja spektralnih odziva korištenih boja. Dodatno se određuje jedna referentna točka, koja je zajednička svim analiziranim dokumentima, a omogućiti će usporedbu spektralnih podataka između različitih setova osobnih iskaznica.

Dobiveni rezultati pružaju uvid u odstupanja spektralnih karakteristika uzrokovanih razlikama u dizajnu i starosti dokumenata, što je vrlo koristan podatak za kontrolu kvalitete u procesu proizvodnje. Osim toga, identifikacija takvih odstupanja također može doprinijeti razvoju metoda za detekciju anomalija u tiskarskom procesu, kao i poboljšanju sustava za prepoznavanje krivotvorenih dokumenata. Ovaj rad naglašava važnost multispektralne analize kao alata za provjeru autentičnosti i kvalitete osobnih dokumenata, čime doprinosi unaprjeđenju sigurnosnih aspekata identifikacijskih sustava.

Ključne riječi: multispektralno snimanje, osobne iskaznice, spektralne karakteristike, kontrola kvalitete, detekcija krivotvorina

Keywords: multispectral imaging, identification cards, spectral characteristics, quality control, forgery detection

Biorazgradnja ukrasnih papira: Usporedba različitih materijala u kontekstu

ekološke održivosti

Biodegradability of decorative papers: A comparison of different materials

in the context of environmental sustainability

Ivana Ćubela, Iva Kvesić

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Ivana Plazonić
Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, Katedra za temeljna i opća znanja

E-mail: icubela@grf.hr, ikvesic@grf.hr

SAŽETAK: Biorazgradnja različitih vrsta tržišno dostupnih ukrasnih papira analizirana je u ovom istraživanju kako bi se procijenila njihova ekološka održivost. U istraživanju je korišteno osam vrsta na oko i dodir različitih ukrasnih omotnih papira načinjenih iz različitih sirovina, natur, pigmentirani, neotisnuti, otisnuti, te metalizirani. Kao referentni materijal korišten je filter papir načinjen isključivo od kvalitetnih pamučnih celuloznih vlakana. Svim papirima u laboratorijskim uvjetima ispitana je debljina, gramatura, prostorna masa (gustoća), udio vlage, površinska glatkost prema Bekku, te kolorimetrijske vrijednosti. Izrezani na dimenzije 2x2 cm, uzorci su prvotno vagani te su u laboratorijskim čašama podvrgnuti biorazgradnji u 550 g ZRINKO KOMP tla (pH = 7.5) na način da su po 3 uzorka istog papira bila raspoređena između slojeva zemlje od 90 g te prekrivene prozirnom folijom u svrhu održavanja vlažnosti i temperature. Proces biorazgradnje je trajao ukupno 70 dana, a svakih 14 dana po 3 uzorka s iste razine izuzimana su iz tla, sušena u sušioniku na 40 °C, ručno kistom očišćena od zemlje te analizirana. Promjene u masi uzoraka određene su vaganjem na analitičkoj vagi, dok su mikroskopska analiza i kolorimetrijska mjerenja omogućili dodatnu potvrdu razine degradacije materijala. Rezultati ovog istraživanja doprinose boljem razumijevanju brzine i mogućnosti razgradivosti različitih vrsta papira, kako bi potrošačima mogli naglasiti važnost ekološki prihvatljivih izbora pri kupnji ukrasnih papira u kontekstu održive potrošnje i zaštite okoliša.

Ključne riječi: ukrasni papiri, biorazgradnja, održivost, zaštita okoliša

Keywords: decorative papers, biodegradation, sustainability, environmental protection

Analiza utjecaja medija na doživljaj boja u grafičkom dizajnu

Analysis of the impact of media on the perception of colors in graphic design

Lara Radivoj

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Rahela Kulčar

Komentor: Izv. prof. dr. sc. Daria Mustić

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

E-mail: lradivoj@grf.unizg.hr

SAŽETAK: Prikaz boja na tiskanom materijalu i digitalnom zaslonu predstavlja značajan izazov u grafičkoj industriji, jer razlike u tehnologijama boja, poput CMYK i RGB sustava, te utjecaj izvora svjetlosti mogu dovesti do različitih vizualnih interpretacija boja i posljedično do različitih doživljaja. Ove varijacije mogu izazvati značajne nesuglasice između onoga što korisnici vide na zaslonu i stvarnog izgleda boje na tiskanom mediju. Dodatno, subjektivna percepcija boje ispitanika pri vizualnom uočavanju boja može se značajno razlikovati od objektivnih kolorimetrijskih mjerenja, što predstavlja izazov u dizajniranju i proizvodnji grafičkih materijala.

Za potrebe istraživanja pripremljeni su testni uzorci s identičnim dizajnom u CMYK sustavu boja, tiskani na različitim vrstama papira iste gramature, a svi su tiskani na istom tiskarskom stroju. Isti dizajn, također, bit će prikazan na digitalnim zaslonima koristeći RGB sustav boja. Ispitanici, studenti grafičkog dizajna, ocjenjivat će reprodukciju boje na tiskanom materijalu i digitalnom zaslonu. Uzorci na tiskanom materijalu bit će promatrani u kabini s standardnim uvjetima rasvjete, dok će digitalni sadržaj svi ispitanici promatrati na jednom računalu u istom prostoru. Istraživanje će se usmjeriti na analizu psihofizikalnih karakteristika boja ispisa uključujući svjetlinu (L^*), zasićenost (C^*) i ton ($^{\circ}h$), kako bi se ispitale varijacije koje nastaju zbog različitih podloga.

Ovaj rad ima za cilj unaprijediti razumijevanje specifičnih karakteristika svakog medija s ciljem smanjenja nesuglasica u prikazu boja između različitih medija. Iako digitalni medij ne može u potpunosti prenijeti teksturalne razlike papira koje oblikuju doživljaj boja i dizajna, cilj je istražiti i kvantificirati utjecaj tih čimbenika te pridonijeti dubljem razumijevanju ove problematike.

Ključne riječi: CMYK i RGB sustav, percepcija boja, psihofizikalne karakteristike boja, kolorimetrijska mjerenja

Keywords: CMYK and RGB color systems, color perception, psychophysical characteristics of colors, colorimetric measurements

InHeritage - inovativna gamificirana mobilna aplikacija s XR tehnologijama za očuvanje kulturne baštine u novoj dimenziji Metaverse-a

InHeritage - an innovative gamified mobile application with XR technologies for preserving cultural heritage in a new dimension of the Metaverse.

Paula Srdanović

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Tibor Skala

Komentor: Doc. dr. sc. Marko Maričević

Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, Katedra za računalnu grafiku i multimedijske sustave

E-mail: psrdanovic@grf.unizg.hr

SAŽETAK: Gamifikacija i imerzivne tehnologije, poput virtualne (VR) i proširene stvarnosti (AR), sve češće se koriste u edukaciji o kulturnoj baštini, omogućujući inovativne i interaktivne pristupe učenju. Ove tehnologije pružaju korisnicima mogućnost dubljeg uranjanja u sadržaj, čime se povećava angažiranost, razumijevanje i dugoročno pamćenje informacija. Digitalni alati omogućuju rekonstrukciju povijesnih lokaliteta te pružaju interaktivne ture i edukativne igre koje potiču istraživanje i aktivno sudjelovanje. Ovaj rad analizira primjenu gamifikacije i imerzivnih tehnologija u očuvanju i prezentaciji kulturne baštine kroz studije slučaja i pregled dostupnih rješenja. Istražuju se prednosti poput poboljšane motivacije i pristupačnosti, ali i izazovi poput tehničkih ograničenja i visokih troškova implementacije. Posebna pažnja posvećena je ulozi metaverzuma u povezivanju korisnika s kulturnim sadržajem te njegovom potencijalu za digitalno očuvanje kulturnog naslijeđa. Zaključno, rad naglašava važnost ovih tehnologija u modernom obrazovanju i potrebu za daljnjim istraživanjem kako bi se osigurala njihova učinkovita primjena u kontekstu poučavanja i očuvanja kulturne baštine.

Ključne riječi: kulturna baština, gamifikacija, imerzivne tehnologije, virtualna stvarnost, edukacija

Keywords: cultural heritage, gamification, immersive technologies, virtual reality, education

KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
(SVEUČILIŠTE U SPLITU)

Fenolni sastav i antioksidacijska aktivnost ekstrakata motra (*Crithmum maritimum* L.) dobivenih korištenjem različitih metoda ekstrakcije

Phenolic composition and antioxidant activity of sea fennel (*crithmum maritimum* L.) Extracts obtained by different extraction methods

Rea Kovačić

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Ivana Generalić Mekinić
Sveučilište u Splitu Kemijsko – tehnološki fakultet

E-mail: Rea.Kovacic@ktf-split.hr

SAŽETAK: Globalni problemi nedostatka hrane, porasta ljudske populacije, snažnih klimatski promjena, neodržive poljoprivredne prakse, onečišćenja tla i iscrpljivanja vodnih resursa, posljednjih godina su usmjerili istraživanja u prehrambenom sektoru prema pronalasku novih biljnih vrsta koje potencijalno mogu biti rješenje navedenih gorućih problema. Tu su posebno prepoznati halofiti (biljke otporne na visoki salinitet, ekstremne temperature, oskudicu vode i dugotrajne suše), te se smatra da će upravo ove biljne vrste biti ključne za poljoprivredu 21. stoljeća. Motar (*Crithmum maritimum* L.) je poznati mediteranski samonikli halofit za kojim interes u posljednje vrijeme značajno raste zbog spektra bioaktivnih spojeva koje sadrži, među kojima se posebno ističu fenolni spojevi. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati fenolni sastav i antioksidacijska svojstva ekstrakata motra pripremljenih različitim tehnikama i pri različitim uvjetima; mikrovalnom ekstrakcijom (MAE) pri snazi mikrovalova od 300 W, 500 W i 700 W, ultrazvučnom ekstrakcijom (UAE) pri sobnoj temperaturi, te pri 40°C i 60°C, te konvencionalnom metodom maceracije uz miješanje pri istim temperaturama. Prisutnost i koncentracija individualnih fenolnih spojeva u ekstraktima analizirana je visokodjelotvornom tekućinskom kromatografijom, dok su fenolne grupe određene spektrofotometrijski. Najveći prinos ukupnih fenola i flavonoida zabilježen je kod MAE ekstrakata pripremljenih pri snazi mikrovalova od 300 W, a ova tehnika je potvrdila i dominaciju klorogenske kiseline i njenih derivata kao najznačajnijih fenola u pripremljenim ekstraktima. Antioksidacijska aktivnost uzoraka ispitana je metodama hvatanja slobodnog DPPH radikala i metodom određivanja redukcijske sposobnosti uzoraka (FRAP), pri čemu su, očekivano, uzorci ekstrahirani MAE tehnikom pokazali najbolja svojstva. Ekstrakt kojem je dokazan najviši sadržaj fenolnih spojeva je korišten dalje u istraživanju učinka na oksidacijsku stabilnost lipidnog medija, korištenjem metoda Rancimat i Oxitest. Dobiveni rezultati ukazuju na značajni bioaktivni potencijal biljke,

ali i izniman utjecaj primijenjene metode ekstrakcije na kemijski sastav pripremljenih ekstrakata te time i njihovu antioksidacijsku aktivnost koja je izrazito važna za njihovu buduću primjenu.

Ključne riječi: motar, fenolni spojevi, klorogenska kiselina, antioksidansi

Keywords: sea fennel, phenolic compounds, chlorogenic acid, antioxidants



27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Ispitivanje primjenjivosti konduktometrijske metode za mjerenje koncentracije kalijevog sulfata tijekom kristalizacije hlađenjem

Investigation of applicability of the conductometric method for measuring the concentration of potassium sulfate during the batch cooling crystallization

Tina Smoljan

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Marija Ćosić
Sveučilište u Splitu Kemijsko – tehnološki fakultet

E-mail: Tina.Smoljan@ktf-split.hr

SAŽETAK: Cilj ovog rada bio je ispitati primjenjivost konduktometrijske metode za praćenje koncentracije kalijevog sulfata tijekom njegove kristalizacije hlađenjem. U prvom dijelu rada izrađene su baždarnе krivulje, tj. prikazana je ovisnost električne provodnosti, k , o koncentraciji otopina kalijevog sulfata, c , u području od 0,4 do 0,72 mol dm⁻³ pri zadanim temperaturama, T , u području od 35 do 15 °C. Iz rezultata je uočeno da provodnost raste s porastom koncentracije i temperature otopine kalijevog sulfata. U svrhu što jednostavnije primjene konduktometrijske metode definirana je potom ovisnost provodnosti o koncentraciji i temperaturi u obliku korelacijske jednadžbe oblika: $k = K \cdot c_a \cdot T_d$. Eksponenti jednadžbe procijenjeni su metodom modificirane linearne regresije kojom se iz ovisnosti $k = k_1 \cdot c_a$ odredila prvo vrijednost eksponenta a pri konstantnim vrijednostima temperature, a potom je definirana i vrijednost eksponenta d iz relacije $k = k_2 \cdot T_d$, pri konstantnim vrijednostima koncentracije. Nakon određivanja vrijednosti eksponenta a i d , vrijednost konstante proporcionalnosti K određena je izjednačavanjem korelacijske jednadžbe s eksperimentalno izmjerenim vrijednostima provodnosti te je dobiven konačan oblik korelacijske jednadžbe: $k = 35,57 \cdot c_{0,8475} \cdot T_{0,453}$. Kako bi se odredila točnost i preciznost primijenjene metode, izvedena jednadžba je korištena za izračunavanje poznatih koncentracija otopina na temelju izmjerenih vrijednosti vodljivosti i temperature. Ova ispitivanja su pokazala da je primijenjena konduktometrijska metoda uz korištenje baždarnе jednadžbe umjereno točna.

U drugom dijelu rada konduktometrijska metoda je, uz korelacijsku jednadžbu, korištena za određivanje koncentracije otopine kalijevog sulfata tijekom njegove prekrystalizacije iz matične otopine hlađenjem od 30 do 15 °C. Iz promjene koncentracije procijenjena je širina metastabilne zone te temperatura nukleacije čija je vrijednost tek neznatno odstupala od one određene vizualno, ukazujući na visoku osjetljivost ove metode na koncentracijske promjene.

Ključne riječi: konduktometrija, koncentracija, kalijev sulfat, šaržna kristalizacija

KljKeywords: conductometry, concentration, potassium sulphate, batch crystallization

Određivanje minimalne koncentracije koloidnog srebra sintetiziranog prirodnim reducensima djelotvornog protiv bakterija *Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus*

Determination of the minimum concentration of colloidal silver synthesized with natural reducing agents effective against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria

Maris Vatović

Mentor: Prof. dr. sc. Pero Dabić
Sveučilište u Splitu Kemijsko – tehnološki fakultet

E-mail: Maris.Vatovic@ktf-split.hr

SAŽETAK: Posljednjih godina znanstvenici intenzivno istražuju zelenu sintezu nanočestica jer se smatra da su nanočestice proizvedene ovom metodom, koristeći prirodne materijale kao redukcijska sredstva, sigurnije za korištenje od nanočestica sintetiziranih kemijskom metodom. Ova tehnika eliminira toksične kemikalije, smanjuje energetske zahtjeve i visoke temperature, čineći proces ekološki prihvatljivijim i ekonomičnijim. U ovom radu analizirana je zelena sinteza nanočestica srebra korištenjem meda od primorskog vriska (Satureja montana) s dalmatinskog područja i ekološkog zelenog čaja. Također je ispitana antibakterijska učinkovitost dobivenih otopina koloidnog srebra. Kao prekursor upotrijebljen je srebrov nitrat (AgNO_3), a željena pH vrijednost ($\text{pH} = 6$) korigirana je primjenom otopine natrijevog karbonata (Na_2CO_3). Kao pokazatelj nastanka koloidnog srebra korišten je Tyndallov efekt, koji nastaje kao posljedica raspršenja laserske zrake na koloidnim česticama. Antibakterijska svojstva koloidnog srebra početne koncentracije (30 ppm) i razrijeđenih otopina koloidnog srebra (24, 18, 12 i 6 ppm) testirana su protiv bakterija *Escherichia coli* NCTC 13216 i *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Rezultati su potvrdili antibakterijsko djelovanje koloidnog srebra dobivenog korištenjem meda od primorskog vriska, s koncentracijom od 30 ppm, prema obje bakterije, dok razrijeđene otopine nisu pokazale antibakterijsko djelovanje. Također, rezultati za koloidno srebro dobiveno korištenjem ekološkog zelenog čaja pokazali su antibakterijsko djelovanje do određene koncentracije, 12 ppm, koloidnog srebra.

Ključne riječi: koloidno srebro, zelena sinteza, med od primorskog vriska (Satureja montana), zeleni čaj, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

Keywords: colloidal silver, green synthesis, seaside savoury honey (Satureja montana), green tea, Escherichia coli, Staphylococcus aureu



TEHNOLOGIJADA
TROGIR 2025.

27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

METALURŠKI FAKULTET
(SVEUČILIŠTE U ZAGREBU)

Primjena bakra i njegovih legura u metalurgiji

Application of copper and its alloys in metallurgy

Lucija Cerovski

Mentor: Prof. dr. sc. Natalija Dolić
Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Zavod za procesu metalurgiju

E-mail: lcerv@simet.unizg.hr

SAŽETAK: Bakar i njegove legure imaju izuzetno široku primjenu u različitim industrijama zahvaljujući svojim jedinstvenim fizikalnim, kemijskim i mehaničkim svojstvima. Bakar je jedan od najvažnijih industrijskih metala, prvenstveno zbog visoke električne i toplinske vodljivosti, otpornosti na koroziju te jednostavne obradivosti. Njegova primjena obuhvaća elektrotehničku industriju, građevinarstvo, transport, medicinu, kemijsku industriju i umjetnost.

U elektrotehnici, bakar je nezamjenjiv materijal za proizvodnju električnih vodiča, kablova, transformatora i elektromotora. Njegova sposobnost provođenja električne energije omogućuje efikasnu distribuciju električne energije s minimalnim gubicima, što ga čini ključnim elementom u modernim energetske sustavima. Osim toga, bakar se koristi u proizvodnji tiskarskih ploča, integriranih krugova i različitih elektroničkih komponenti. U građevinskoj industriji, bakar se koristi zbog svoje otpornosti na koroziju i dugotrajnosti. Njegova primjena uključuje vodovodne instalacije, grijne i rashladne sustave, krovne pokrove te dekorativne elemente. Zahvaljujući antimikrobnim svojstvima, bakar i njegove legure sve se više koriste u medicinskim ustanovama.

Legure bakra, poput bronce, mjedi dodatno proširuju mogućnosti primjene ovog metala. Bronze su poznate po visokoj čvrstoći, otpornosti na habanje i koroziju te se koriste u proizvodnji strojeva, brodskih dijelova, ležajeva, umjetničkih skulptura i kovanog novca. Mjed, legura bakra i cinka, koristi se zbog svoje mehaničke čvrstoće, otpornosti na mehanička oštećenja i estetskog izgleda, posebno u izradi armatura, instrumenata i dekorativnih elemenata.

Unatoč brojnim prednostima, proizvodnja i prerada bakra donosi određene ekološke izazove. Iskopavanje bakrene rude, procesi taljenja i rafiniranja zahtijevaju velike količine energije te mogu dovesti do emisije onečišćujućih tvari u okoliš. S ciljem smanjenja ekološkog utjecaja, stavlja se sve veći naglasak na reciklažu bakra, čime se smanjuje potreba za primarnim rudarenjem, štede prirodni resursi te smanjuju emisije onečišćujućih tvari.

Ključne riječi: proizvodnja bakra, legure bakra, primjena bakra i njegovih legura, utjecaj proizvodnje na okoliš Keywords: copper production, copper alloys, application of copper and its alloys, impact of production on the environment



27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Sustav ranog upozorenja o potresu i tsunamiju

Earthquake and tsunami early warning system

Barbara Dobrenić

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Aleš Jug

Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Samostalna katedra za vanjske suradnike

E-mail: bdobren@simet.unizg.hr

SAŽETAK: Potres kao prirodna katastrofa je nepredvidiva pojava, gledano s vremenskog aspekta, jer se otprilike može znati gdje će se pojaviti, no ne i kada. Dok je potres nepredvidiv, za pojavu tsunamija možemo reći da je upravo suprotno jer se pojavljuje kao posljedica potresa više magnitude gdje dolazi do nastanka brzih (čak i velikih) morskih valova. Budući da su te pojave takve prirode, važan je razvoj sustava ranog upozorenja. Napretkom tehnologije, napredovao je i sustav ranog upozorenja te samim time to omogućuje zaštitu ljudskih života ali i zaštitu imovine (zaustavljanje rada pogona, nuklearnih elektrani, zaustavljanje vlakova i sl.). Povijesne katastrofe kao što su potresi, a zatim i tsunamiji u Čileu (9.5 M), Japanu i Sumatri (9.1 M) rezultirali su razvojem takvih sustava koji danas imaju ulogu spašavanja života, infrastrukture ali i imovine. Ranim upozorenjima preko aplikacija, SMS-ova, radio postaja, televizija, sirena i slično daje se do znanja da je potrebno pripremiti se. Osim obavijesti o potresu i tsunamiju, često se šalju i obavijesti o informacijama o potresu tsunamiju, tj. intenzitetu/visini valova i ostalim karakteristikama koji su važni u trenutku njihove pojave. Iako vrijeme koje je dobiveno prije pojave trešnje ili valova nije veliko, barem se daje nešto prednosti, makar bilo samo za psihičku pripremu na događaj. Sustavi se i dalje razvijaju sa ciljem što boljeg razumijevanja takvih događaja te sa ciljem spašavanja i očuvanja što većeg broja života. U ovome radu opisani su načini djelovanja takvih sustava te su navedeni neki od najpoznatijih sustava koji su u funkciji, od ShakeAlert-a, AlpArray-a, SASMEX-a, IERREWS-a za potrese, do PTWS, IOTWS, NEAMTWS sustava i Yurekuru Call-a za tsunamije.

Ključne riječi: potres, tsunami, rano upozorenje, obavještanje

Keywords: earthquake, tsunami, early warning, informing

Uloga recikliranja aluminijskih limenki u kružnom gospodarstvu

The role of recycling aluminum cans in a circular economy

Lea Grubišić

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Ivan Jandrić

Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Zavod za mehaničku metalurgiju

E-mail: lgrubi@simet.unizg.hr

SAŽETAK: Kružno gospodarstvo predstavlja suvremeni pristup gospodarenju resursima koji se temelji na ponovnoj uporabi, recikliranju i smanjenju otpada s ciljem očuvanja prirodnih resursa i smanjenja negativnih utjecaja na okoliš. U ovom kontekstu, metalurgija ima ključnu ulogu, osobito u procesu recikliranja aluminijske ambalaže, poput aluminijskih limenki. Aluminij je izuzetno pogodan za recikliranje jer se može beskonačno puta preraditi bez gubitka svojih svojstava. Ovaj proces omogućuje značajnu uštedu energije i smanjuje potrebu za primarnim sirovinama.

Recikliranje aluminijskih limenki uključuje prikupljanje, sortiranje, taljenje i pročišćavanje, pri čemu je ključno uklanjanje nečistoća radi osiguravanja visoke čistoće taline. Ova talina može se koristiti za proizvodnju novih aluminijskih proizvoda ili legura, čime se poboljšavaju mehanička svojstva materijala. Prednosti recikliranja uključuju smanjenje otpada na odlagalištima, očuvanje prirodnih resursa i do 95 % manju potrošnju energije u usporedbi s primarnom proizvodnjom aluminija.

Mehanička svojstva recikliranog aluminija ovise o čistoći taline i legirajućim elementima. Dodavanje elemenata poput magnezija i silicija povećava čvrstoću i tvrdoću, ali može smanjiti duktilnost. Metalografska analiza pokazuje prisutnost primarnog αAl u dendritnoj mreži, dok se legiranjem formiraju intermetalne faze koje poboljšavaju mehanička svojstva.

Ovaj rad analizira proces recikliranja aluminijskih limenki s naglaskom na ispitivanje kemijskog sastava, mehaničkih svojstava i strukture dobivene taline. Rezultati pokazuju da kvaliteta taline ovisi o prisutnosti legirajućih elemenata i čistoći ulaznog materijala. Dodavanje određenih elemenata poboljšava čvrstoću, dok strukturalna analiza ukazuje na formiranje specifičnih intermetalnih faza koje utječu na konačna svojstva materijala. Rad također potvrđuje važnost

recikliranja aluminijske ambalaže u kontekstu kružnog gospodarstva te naglašava ulogu metalurgije u osiguravanju visokokvalitetnih sirovina.

Ključne riječi: recikliranje, aluminij, limenke, mehanička ispitivanja

Keywords: recycling, aluminium, cans, mechanical testing



27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Razvoj, primjena i utjecaj rasvjete na zdravlje radnika i radni okoliš

Development, application and impact of lighting on workers' health and working environment

Gabriela Prskalo

Mentor: Prof.dr.sc. Anita Begić Hadžipašić

Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Zavod za procesnu metalurgiju

E-mail: gprskalo@simet.unizg.hr

SAŽETAK: Razvoj rasvjete započeo je uporabom prirodnih izvora svjetlosti. S obzirom na to da čovjek prosječno provodi 90 % svojeg vremena u zatvorenom prostoru, ljudi su razvili umjetne izvore svjetlosti, od uljanih lampi i svijeća do modernih električnih rasvjetnih tijela. Danas se sve više koristi energetske učinkovita LED rasvjeta, koja osim što poboljšava uvjete rada, smanjuje potrošnju energije i negativan utjecaj na okoliš. Rasvjeta ima važnu ulogu u svakodnevnom životu i radu, jer utječe na sigurnost, produktivnost i zdravlje radnika. Kvalitetna rasvjeta smanjuje umor očiju, povećava učinkovitost i produktivnost te poboljšava radne uvjete. S druge strane, loše osvjetljenje može uzrokovati poteškoće pri radu, smanjiti koncentraciju i povećati rizik od ozljeda. Dugoročno, loše osvjetljenje može negativno utjecati na zdravlje, uzrokujući glavobolje, probleme s vidom i poremećaje cirkadijalnog ritma. Stoga, pri projektiranju unutarnje rasvjete važno je uzeti u obzir faktore osvjetljenja, nivo osvjetljenosti i sigurnosne standarde. Vanjska rasvjeta koja obuhvaća javnu i industrijsku rasvjetu, uključuje cestovnu rasvjetu i pametne sustave koji optimiziraju potrošnju energije te smanjuju svjetlosno onečišćenje, koje može štetiti ljudskom zdravlju i negativno utjecati na okoliš. Zbog svega navedenoga postoje propisi koji određuju minimalne i maksimalne vrijednosti osvjetljenosti u radnim prostorima, koje su razvrstane prema skupinama zanimanja i vidnim zahtjevima za pojedine vrste djelatnosti. Kako bi se osigurali optimalni uvjeti rada, provode se ispitivanja unutarnje rasvjete sukladno propisima pri čemu se koriste različite metode za mjerenje rasvjetljenosti i različiti uređaji poput luksmetra i luminancmetra. Ukoliko su vrijednosti dobivene mjerenjima rasvjete niže od propisanih vrijednosti, preporučuju se odgovarajuće mjere zaštite. U ovom radu prikazan je razvoj izvora

svjetlosti te primjena rasvjete u svakodnevnom životu i na radnom mjestu. Navedeni su uređaji i metode ispitivanja rasvjete, kao i zakonski propisi koji određuju minimalne standarde osvjetljenja. Također, naveden je utjecaj rasvjete na zdravlje radnika i radni okoliš te su predložene mjere zaštite od prekomjerne i nedovoljne osvjetljenosti, kako bi se osigurali sigurni i zdravi uvjeti rada.

Ključne riječi: rasvjeta, rasvijetljenost, zdravlje radnika, svjetlosno onečišćenje, mjere zaštite
Keywords: lighting, illuminance, workers' health, light pollution, protection measures



TEHNOLOGIJADA
TROGIR 2025.

27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET
(SVEUČILIŠTE U ZAGREBU)

Biološka aktivnost ferocenskih konjugata s aminokiselinama

Biological activity of ferrocene conjugates with amino acids

Andrea Nikolić

Mentor: Prof. dr. sc. Lidija Barišić¹

Komentor: Dr. sc. Marija Lovrić²

¹ Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zavod za kemiju i biokemiju

² BICRO BIOCentar d.o.o., Laboratorij za staničnu biologiju

E-mail: andreanikolic72@gmail.com

SAŽETAK: Peptidomimetici su mali peptidni analozi koji sadrže farmakoforne elemente pomoću kojih oponašaju trodimenzijsku bioaktivnu konformaciju prirodnih peptida. Cilj sinteze ovakvih peptidnih analoga jest prevladavanje ograničenja već odobrenih peptidnih lijekova kako bi se postigao bolji farmakološki profil te pojačana antitumorska i antiproliferativna svojstva. Modifikacija strukture nativnih peptida s ferocenskim kalupom rezultira povećanom stabilnošću i aktivnošću rezultirajućih peptidomimetika. U ovom je radu provedena *in vitro* biološka evaluacija homokiralnih konjugata ferocen-1,1'-diamina s L- i D-Val (1, 4), Leu (2, 5) i Phe (3, 6). Umetanjem 1,1'-disupstituiranih ferocenskih kalupa u peptidni lanac inducira se tvorba struktura okreta i nalik β -nabranim pločama što omogućava oponašanje tzv. „hot-spot“ regija uključenih u protein-protein interakcije u cilju njihove inhibicije. Ispitan je utjecaj sintetiziranih peptidomimetika na morfologiju staničnih kultura HFF-1 i HepG2 te je pomoću MTT testa određen njihov citotoksični učinak. Rezultati MTT testa pokazali su najveće antiproliferativno djelovanje ferocenskih konjugata s Phe (3, 6), koje je dovelo do vidnog narušavanja morfologije tumorske stanične linije HepG2 i njezinog odumiranja. L-enantiomer 3 pokazao je najjače toksično djelovanje, dok je D-enantiomer 6 jedini bio-konjugat koji dovodi gotovo do potpune inhibicije rasta tumorskih stanica, a da

pritom ima blaži toksični utjecaj na zdrave stanice što indicira njegov terapijski potencijal. Optimizacijom sinteze postignut je inhibitorski učinak ferocenskih peptidomimetika na rast HepG2 tumorske stanične linije, koja se u prethodnim istraživanjima pokazala otpornom na djelovanje ferocenskih peptida.

Ključne riječi: ferocen, peptidomimetici, *in vitro* biološka evaluacija, antiproliferativni učinak, MTT test

Keywords: ferrocene, peptidomimetics, *in vitro* biological evaluation, antiproliferative activity, MTT assay



TEHNOLOGIJADA
TROGIR 2025.

27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Uzgoj i permeabilizacija stanica *Ralstonia eutropha* H16

Cultivation and permeabilization of *Ralstonia eutropha* H16 cells

Korina Krog

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Ana Jurinjak Tušek¹

Komentor: Doc. dr. sc. Anita Šalić²

¹Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zavod za procesno inženjerstvo

²Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za reakcijsko inženjerstvo i katalizu

E-mail: krogkorina@gmail.com

SAŽETAK: U današnje vrijeme sve se više teži smanjenju upotrebe fosilnih goriva kao izvora energije zbog njihovog negativnog doprinosa klimatskim promjenama i neodrživosti s obzirom da se njihove zalihe postupno iscrpljuju. Upravo iz tog razloga, potiče se primjena zelenih alternativnih goriva, poput vodika. Posebno je zanimljiva proizvodnja biovodika koja se temelji na razgradnji organskih tvari (npr. organski otpad) primjenom mikroorganizama. U ovom radu analiziran je utjecaj sastava hranjive podloge (udio fruktoze i glicerola) na rast bakterijskog soja *Ralstonia eutropha* H16 koji metabolički proizvodi četiri hidrogenaze, obećavajuće biokatalizatore u proizvodnji biovodika. Većina hidrogenaza je vrlo osjetljiva na prisutnost kisika, koji ih deaktivira bilo reverzibilno ili ireverzibilno, no hidrogenaze koje se mogu pronaći u *R. eutropha* H16 pripadaju porodici [NiFe]-hidrogenaza koje su tolerantne na kisik što im daje prednost u odnosu na ostale hidrogenaze. Također je analizirana učinkovitost šest različitih sredstava (EDTA, Triton X-100, SDS, CTAB, PEG i BSA) na permeabilizaciju stanica *R. eutropha* H16 kako bi se u što većoj koncentraciji oslobodili poželjni enzimi hidrogenaze. Rezultati pokazuju da je najveći prinos koncentracije biomase, postignut u eksperimentu s 4 g/L otopine glicerola u hranjivoj podlozi. Nadalje, najveća koncentracija proteina oslobođena

je koristeći CTAB kao sredstva za permeabilizaciju. Permeabilizat dobiven primjenom Triton X-100 pokazao je najveću enzimsku aktivnost zbog specifičnog načina interakcije s površinskim strukturama stanica.

Ključne riječi: biovodik, *Ralstonia eutropha* H16, permeabilizacija

Keywords: biohydrogen, *Ralstonia eutropha* H16, permeabilization



TEHNOLOGIJADA
TROGIR 2025.

27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Formulacija mikroinkapsuliranih i liofiliziranih proizvoda izvedenih iz *kombuche* s karakterizacijom njihovog antimikrobnog i antioksidacijskog potencijala

The formulation of microencapsulated and freeze-dried products
derived from kombucha with characterization of their antimicrobial
and antioxidant potential

Tena Stipić

Mentor: Prof. dr. sc. Ksenija Markov

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

E-mail: stipictena@gmail.com

SAŽETAK: *Kombucha* je svjetski poznat osvježavajući napitak dobiven fermentacijom čaja uz dodatak šećera i simbiotske kulture bakterija i kvasaca (SCOBY). Ovaj blago gazirani napitak se konzumira diljem svijeta zbog svojih terapijskih i profilaktičkih svojstava. Zbog svojeg kemijskog sastava koji je bogat vitaminima E, A te B kompleksa, biogenim aminima, proteinima i lipidima posjeduje antimikrobna, antioksidativna i hepatoprotektivna svojstva. Uz to, nastali celulozni mikrobnj sloj se koristi u proizvodnji umjetne kože. U ovom radu pripremljene su *kombuche* od crnog čaja, dvije vrste zelenih čajeva, bobica drijenka te je napravljen vinski ocat korištenjem SCOBY kulture. Pripremljenim uzorcima od *kombuche* ispitana je antimikrobna aktivnost, antioksidativna aktivnost i sposobnost inhibicije formiranja biofilмова patogenih mikroorganizama. Također, provedene su mikroinkapsulacija i liofilizacija pripremljenih uzoraka *kombuche* za izradu prototipa proizvoda zbog potencijalnog funkcionalnog djelovanja *kombuche* na ljudsko zdravlje. Liofilizirani mikroinkapsulati su podvrgnuti simulaciji gastrointestinalnog trakta, nakon čega je provedeno ispitivanje

antioksidativne aktivnosti. Dobiveni rezultati istraživanja pokazali su kako uzorci *kombuche* pokazuju zamjetnu antimikrobnu aktivnost, a posebno su se istaknule vrste zelenog čaja Yerba Mate i Sencha. Također, uzorci različitih vrsta zelenog čaja pokazali su visoku antioksidacijsku aktivnost, a uzorak od bobice drijenka najmanju. Kod većine uzoraka uočena je sposobnost inhibicije formiranja biofilмова patogenih mikroorganizama. Dodatno, razvijen je model procjene mase konačnog proizvoda nakon podvrgavanju procesima mikroinkapsulacije i liofilizacije *kombuche*.

Ključne riječi: *kombucha*, antimikrobna aktivnost, antioksidacijska aktivnost, mikroinkapsulacija, liofilizacija

Keywords: *kombucha*, antimicrobial activity, antioxidant activity, microencapsulation, freeze-drying



27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Analiza osnovnih parametara trudnoće kao rizičnih faktora za pojavnost gestacijskog dijabetesa te primjena bolničke prehrane

Analysis of basic pregnancy parameters as risk factors for the occurrence of gestational diabetes and the implementation of hospital diets

Iva Jurišić

Mentor: Prof. dr. sc. Marina Krpan¹

¹Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zavod za poznavanje i kontrolu
sirovina i prehrambenih proizvoda

²Klinički bolnički centar Sestre milosrdnice

E-mail: iva.jurismic2001@gmail.com

SAŽETAK: Trudnoća je jedinstveno razdoblje tijekom kojeg se javljaju brojne promjene na fiziološkoj razini kako bi se organizam pripremio za rast i razvoj djeteta, a naposljetku i porođaj. Gestacijski dijabetes (engl. *Gestational Diabetes Mellitus*, *GDM*) je najčešći metabolički poremećaj u trudnoći čija prevalencija i dalje raste. Prehrana i brojni antropometrijski faktori utječu na pojavnost *GDM* i na ishode trudnoće. Cilj ovog rada bio je provesti analizu osnovnih parametara trudnoće te njihov mogući utjecaj na pojavnost *GDM*. Osim toga, cilj je bio provesti analizu dijetoterapije koja je ispitanicama ordinirana u bolnici te ju usporediti s nacionalnim zakonski propisanim standardima (Odluka o standardu prehrane bolesnika u

bolnicama Ministarstva Zdravstva (NN 59/15). U ispitivanju je sudjelovalo ukupno 3525 ispitanica čiji su podaci prikupljeni na temelju zahtjevnica za bolničku prehranu koji se na Klinici ispunjavaju pri dolasku roditelja na hospitalizaciju. Rezultati istraživanja potvrdili su povezanost prirasta tjelesne mase (TM) i indeksa tjelesne mase (ITM). Dob ($p = 0,035$) i ITM ($p = 0,022$) majke značajno je utjecala na pojavnost GDM. ITM ($p = 0,047$) i prisutnost GDM ($p = 0,024$) utjecali su na tjedan poroda, odnosno na povećanu učestalost preuranjenih poroda. Rezultati analize dijetoterapija ordiniranih ispitanicima ukazali su na dosljednu primjenu preporuka u Kliničkom bolničkom centru Sestre milosrdnice (KBC SM).

Ključne riječi: trudnoća, bolnička prehrana, gestacijski dijabetes, antropometrijski parametri
Keywords: pregnancy, hospital diet, gestational diabetes, anthropometric parameters



27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Citotoksični i oksidacijski učinci eugenola, fenazina i eugenol-fenazin kokristala

Citotoxicity and oxidative stress effects of eugenol, phenazine and eugenol-phenazine cocrystals

Marija Filipović-Grčić

Mentor: Prof. dr. sc. Ksenija Durgo¹

Komentor: Dr. sc. Adrian Rojas²

¹Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zavod za biokemijsko inženjerstvo

²University of Santiago, Chile

E-mail: mfgrcic8@gmail.com

SAŽETAK: Ovo istraživanje se bavi citotoksičnošću i oksidativnim stresom izazvanim eugenolom, fenazinom i njihovim kokristalima, spojevima koji se često koriste u ambalaži za hranu i kućanskim proizvodima. Dok su eugenol i fenazin poznati po svojim antimikrobnim i antioksidativnim svojstvima, njihov potencijal za izazivanje oksidativnog stresa i citotoksičnosti nakon migracije u ljudska tkiva izazivaju zabrinutost u pogledu sigurnosti kod potrošača. U ovom radu procijenjeni su učinci navedenih spojeva na različite ljudske stanične linije,

uključujući HaCaT (keratinociti), Cal27 (oralni karcinom), HepG2 (jetreni hepatociti) i AGS (gastrični epitel), koristeći *Neutral Red* test za preživljenje stanica i DCFH-DA test za stvaranje reaktivnih kisikovih vrsta (engl. Reactive Oxygen Species, ROS). Analizom utjecaja ovih spojeva i njihovih kokristala u ekološki relevantnim koncentracijama, dokazano je da eugenol, fenazin i njihovi kokristali imaju citotoksično djelovanje specifično za pojedine stanice koje je ovisno o koncentraciji. Najosjetljivija stanična linija bila je Cal27, a najotpornija HepG2. Eugenol i fenazin nisu utjecali na stvaranje slobodnih radikala niti su pokazali antioksidativni učinak u netoksičnim koncentracijama. Kokristali su značajno oštetili stanice u svim rasponima koncentracija. Svi ispitivani spojevi pokazali su prooksidativni učinak na DNA plazmid ϕ X174 RI, čime se potvrđuje njihova prooksidativna priroda. Ključno je utvrditi koncentraciju koja migrira u hranu i učinak tih koncentracija na stanice probavnog sustava.

Ključne riječi: eugenol, fenazin, kokristali, citotoksičnost, oksidativni učinak

Keywords: eugenol, phenazine, cocrystals, cytotoxicity, oxidative stress



TEHNOLOGIJADA
TROGIR 2025.

27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
(SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U
OSIJEKU)



TEHNOLOGIJADA
TROGIR 2025.

27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Inovativno vegansko čajno pecivo bez glutena na bazi brašna žira i
slanutka

Innovative vegan gluten-free cookies based on acorn and chickpea
flour

Stela Katana

Mentor: Prof. dr. sc. Marko Jukić,

Komentor: Prof. dr. sc. Jasmina Lukinac

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek

E-mail: katanastela@gmail.com

SAŽETAK: Žir posljednjih godina privlači sve veću pozornost zbog svoje nutritivne vrijednosti, ali i potencijala za održivu prehranu i revitalizaciju tradicionalnih receptura. Stoljećima se žir koristio u ljudskoj prehrani u različitim kulturama, naročito u vremenima siromaštva i gladi, ali se njegova upotreba značajno smanjila s razvojem moderne poljoprivrede. Ponovno uključivanje žira u ljudsku prehranu može doprinijeti očuvanju bioraznolikosti i lokalnih ekosustava kroz koncept "od šume do stola", smanjenju ugljičnog otiska zahvaljujući prirodnom rastu hrastovih šuma bez potrebe za intenzivnom obradom tla te razvoju inovativnih funkcionalnih proizvoda. Osim što je bogat prehrambenim vlaknima, žir sadrži i značajne količine polifenola, naročito tanina, bioaktivnih spojeva s izraženim antioksidacijskim

i potencijalnim zdravstvenim učincima zbog čega se žir smatra super-hranom. Prethodna istraživanja pokazala su da se upotrebom kombinacije brašna žira s proteinom sirutke i maslacem može proizvesti čajno pecivo bez glutena s vrlo dobrim teksturalnim i senzorskim svojstvima. Međutim, kako bi se odgovorilo na rastuću potražnju za veganskim alternativama, cilj ovog rada bio je razviti vegansku verziju čajnog peciva zamjenom proteina sirutke brašnom slanutka te maslaca margarinom. Proizvedeni su uzorci čajnih peciva s omjerima brašna žira hrasta medunca i brašna slanutka 100:0, 80:20, 60:40 i 40:60 te kontrolni uzorak s brašnom žira, proteinima sirutke i maslacem. Uzorci su analizirani s obzirom na teksturalna svojstva, dimenzije, boju te senzorsku prihvatljivost. Rezultati su pokazali da su, unatoč nešto manjoj debljini i većoj čvrstoći veganskog čajnog peciva u odnosu na kontrolni uzorak, senzorska svojstva ovih čajnih peciva ocijenjena kao vrlo poželjna. Može se zaključiti da se upotrebom slanutka i margarina u recepturi mogu dobiti kvalitetni veganski proizvodi uz upotrebu brašna žira do 80%, što omogućava održivu i nutritivno bogatu alternativu u proizvodnji bezglutenskih pekarskih proizvoda.

Ključne riječi: brašno žira, brašno slanutka, vegansko čajno pecivo bez glutena, super-hrana, održiva proizvodnja hrane

Keywords: acorn flour, chickpea flour, vegan gluten-free cookies, superfood, sustainable food production



TEHNOLOGIJADA
TROGIR 2025.

27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Ispitivanje osobina biorazgradivih materijala s dodanim polifenolnim spojevima

The Analysis of Properties of Biodegradable Materials with Added Polyphenols

Klara Opačak

Mentor: Prof. dr. sc. Lidija Jakobek Barron

Komentor: Prof. dr. sc. Dajana Gašo-Sokač

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek,
Zavod za primijenjenu kemiju i ekologiju

E-mail: kopacak@ptfos.hr

SAŽETAK: Cilj je bio prirediti biorazgradive folije na bazi škroba pri različitim temperaturama (80, 90, 99 °C), s različitim udjelom škroba (2,5 i 5 %) i plastifikatora (1, 2, 4 %), s dodatkom

polifenola kore jabuke i aronije, te ispitati osobine folija (debljina, tvrdoća, sadržaj vode, stupanj bubrenja, topljivost u vodi, biorazgradivost u vodi, vlačna čvrstoća). Higroskopni glicerol imao je najveći utjecaj na osobine folija. S povećanjem količine glicerola, povećao se sadržaj vode, topljivost u vodi, gubitak težine u vodi, te vlačna čvrstoća, a smanjio stupanj bubrenja i tvrdoća folija. U kori jabuke identificirani su flavan-3-oli, dihidrokalkoni, fenolne kiseline, flavonoli i antocijanini (713 mg/kg svježe težine). U aroniji su identificirane fenolne kiseline, flavonoli i antocijanini, (2713 mg/kg svježe težine). Polifenoli su inkorporirani u strukturu folija. Sve folije bile su debljine 0,067 do 0,210 mm, imale su 5 do 23 % vode, topljivost u vodi bila je 16 do 59 %, a gubitak težine u vodi nakon 48 h 18 do 38 %. Vlačno naprezanje iznosilo je 5 do 16 MPa. Stupanj bubrenja bio je visok (94 do 193 %). S gubitkom težine u vodi, folije su pokazale biorazgradivost u vodi (18 do 38 %). Osobine folija i aktivnost potrebno je dodatno istražiti.

Ključne riječi: aktivna ambalaža, polifenolni spojevi, jabuka, aronija

Keywords: active packaging, polyphenolic compounds, apple, chokeberry



27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Fitokemijska karakterizacija i bioaktivni potencijal endemske smeđe makroalge *Fucus virsoides*

In-depth analysis of the phytochemical and bioactive profile of endemic brown macroalga *Fucus virsoides*

Kristina Perišić¹

Mentor: Prof. dr. sc. Stela Jokić¹

Komentor: Izv. prof. dr. sc. Krunoslav Aladić¹

¹Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek,
Zavod za procesno inženjerstvo
(Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, Spain)

E-mail: kperisic@ptfos.hr

SAŽETAK: U ovom istraživanju fokus je na endemskoj makroalgi Jadranskog mora, *Fucus virsoides*, poznatoj i kao Jadranski bračić, koja je unatoč svojoj biološkoj vrijednosti još uvijek nedovoljno proučena. Kao predstavnik smeđih algi, bogat je izvor bioaktivnih spojeva, uključujući složene polisaharide, polifenole, masne kiseline i vitamine, koji mogu imati značajne zdravstvene prednosti. Za izolaciju bioaktivnih spojeva korišteno je zeleno otapalo etanol/voda u volumnom omjeru 1:1, kao i dvije ekološki prihvatljive metode ekstrakcije: ultrazvukom potpomognuta ekstrakcija (engl. ultrasound assisted extraction, UAE) i disperzija matrice na čvrstoj fazi (engl. matrix solid phase dispersion, MSPD). Spektrofotometrijske metode TPC, DPPH i ABTS korištene su za određivanje ukupnog sadržaja fenola (TPC) i antioksidativne aktivnosti ekstrakata (DPPH i ABTS). Fenolni profil analiziran je tekućinskom kromatografijom povezanom s masenom spektrometrijom LC-MS/MS. Nadalje, UHPLC-QToF korišten je za identifikaciju novih spojeva, čime je omogućen detaljan uvid u kemijski sastav alge. Izolirani bioaktivni spojevi, posebice polifenoli i polisaharidi, posjeduju antioksidativna, protuupalna i antimikrobna svojstva te imaju potencijalnu primjenu u farmaceutskoj, prehrambenoj i kozmetičkoj industriji, posebice u razvoju prirodnih dodataka prehrani, funkcionalnih sastojaka i dermokozmetike.

Ključne riječi: *Fucus virsoides*, ekstrakcija, polifenoli, antioksidativna aktivnost
Keywords: *Fucus virsoides*, extraction, polyphenols, antioxidant activity



TEHNOLOGIJADA
TROGIR 2025.

27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Inovativni krem-proizvodi kao dio kružne prerade lješnjaka

Innovative Sweet Spreads as a Part of the Circular Processing of Hazelnuts

Dario Šarić

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Antun Jozinović
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek,
Zavod za prehrambene tehnologije

E-mail: dsaric@ptfos.hr

SAŽETAK: U posljednjih nekoliko godina, održivi razvoj i kružno gospodarstvo postali su ključni faktori u prehrambenoj industriji. Ovaj je rad istražio mogućnosti korištenja nusproizvoda prerade lješnjaka, poput pogače i taloga nastalih hladnim prešanjem ulja, kao zamjene za

pastu od lješnjaka u krem-proizvodima. Takav pristup smanjuje otpad i povećava vrijednost sirovina, doprinoseći ekonomskoj i ekološkoj održivosti. Uz to, istražio se utjecaj zamjene stolnog šećera kokosovim šećerom u svrhu postizanja boljeg nutritivnog sastava. Krem-proizvodi su pripremljeni na bazi jednog kilograma u kugličnom mlinu pri temperaturi 60 °C sa šest kg kuglica i pri brzini 70 o/min. Analizirana su svojstva dobivenih proizvoda, uključujući boju, koloidnu i oksidacijsku stabilnost, teksturu, reološka svojstva te veličinu čestica. Rezultati pokazuju da dodatak pogače i taloga značajno mijenja boju i teksturu proizvoda, povećava viskoznost i čvrstoću, ali ne utječe negativno na stabilnost, ni koloidnu niti oksidacijsku. Uzorci s kokosovim šećerom, osim što su različite boje, imaju veće čestice i minorno smanjenu koloidnu stabilnost, ali su bolje mazivosti. Inovativni krem-proizvodi na bazi nusproizvoda lješnjaka senzorski su prihvatljivi, što ukazuje na njihov potencijal za tržište. Time bi se osigurao kružni proces prerade lješnjaka, valorizacija nusproizvoda, ekonomičnost, inovativnost proizvoda i očuvanje okoliša. Slično se može primijeniti i na kokosov šećer koji, iako utječe na senzorska svojstva krem-proizvoda, doprinosi funkcionalnosti proizvoda.

Ključne riječi: krem-proizvodi, lješnjakovo ulje, pogača od lješnjaka, talog od lješnjaka, šećer kokosovog cvijeta

Keywords: sweet spreads, hazelnut oil, hazelnut press cake, hazelnut oil sediment, coconut sugar

TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
(SVEUČILIŠTE U ZAGREBU)



TEHNOLOGIJADA
TROGIR 2025.

27. Međunarodno znanstveno-sportsko natjecanje "Tehnologijada"
Trogir, Hrvatska, 2025.

Istraživanje utjecaja dinamičke antropometrije na funkcionalnost
vatrogasne zaštitne odjeće

Investigation of the influence of dynamic anthropometry on the
functionality of protective clothing for firefighters

Patricia Osmerić

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Slavica Bogović
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za odjevnu tehnologiju

E-mail: posmerici@ttf.unizg.hr

SAŽETAK: Zaštitna odjeća ključan je element osobne zaštite vatrogasaca, a njezina funkcionalnost i ergonomska prilagodba izravno utječu na sigurnost, udobnost i učinkovitost korisnika. Cilj ovog istraživanja je analizirati zaštitnu odjeću vatrogasaca te utvrditi problematična područja sa stanovišta konstrukcije odjeće na temelju iskustava krajnjih korisnika. Istraživanje je provedeno anketnim upitnikom među vatrogascima javne vatrogasne postrojbe kako bi se dobili podaci o njihovim iskustvima i percepciji udobnosti te pokretljivosti pri korištenju zaštitne odjeće.

Rezultati istraživanja ukazuju na ključne aspekte koje vatrogasci smatraju najvažnijima pri odabiru zaštitne odjeće, uključujući slobodu kretanja, funkcionalnost zaštitne odjeće te pruženu sigurnost. Također su identificirana potencijalna područja za poboljšanje, osobito u smislu prilagodbe različitim tjelesnim konstitucijama primjenom ergonomskih načela oblikovanja odjevnog predmeta. Na temelju prikupljenih podataka mogu se formulirati preporuke za optimizaciju dizajna zaštitnih kombinezona kako bi se povećala sigurnost i zadovoljstvo korisnika.

Dobiveni rezultati služit će kao smjernice za daljnji razvoj vatrogasne zaštitne odjeće te poboljšanje njezine funkcionalnosti u skladu s potrebama korisnika, čime se doprinosi sigurnijem i učinkovitijem radu vatrogasaca.

Ključne riječi: vatrogasci, zaštitna odjeća, ergonomija, funkcionalnost zaštitne odjeće

Keywords: firefighters, protective clothing, ergonomics, functionality of protective clothing