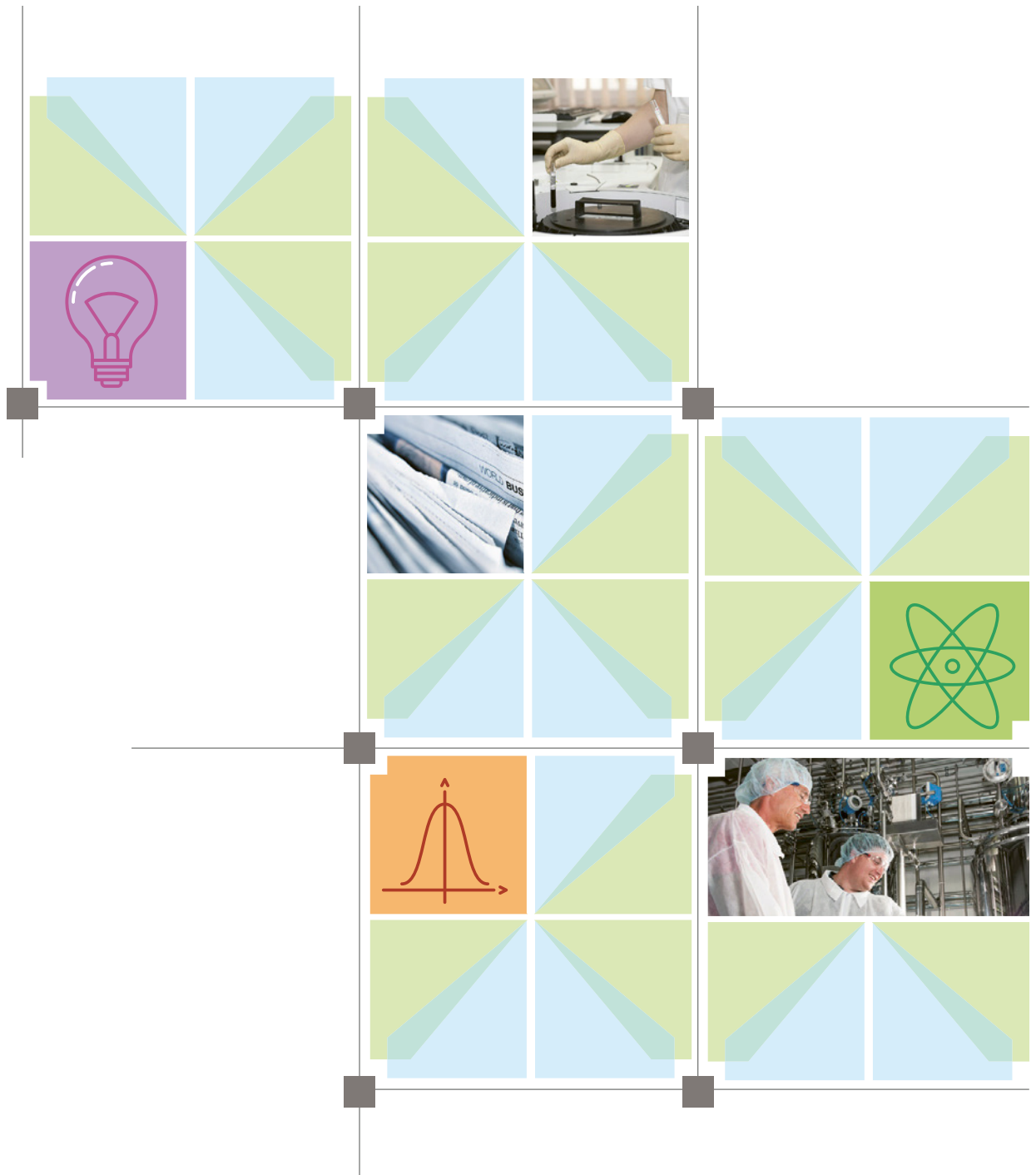


Inženjerski glasnik

Broj 8 ■ 2025. ■ ISSN 2806-7584



Inženjerski glasnik

Glavni urednik:
Izv. prof. dr. sc. Dajana Kučić Grgić, HDKI

Zagreb, 2025.

Izdavač
HRVATSKI INŽENJERSKI SAVEZ

Za izdavača
Zdravko Jurčec, predsjednik HIS-a

Glavni urednik:
Izv. prof. dr. sc. Dajana Kučić Grgić, HDKI

Uredništvo
mr. sc. Mladen Jakovčić, HIS Glavni tajnik
Ana Marija Bušljeta, HIS

Prijelom i tisak
LaserPlus d.o.o., Zagreb

Period izlaženja
Polugodišnje

Naklada
20 kom

ISSN 2806-7584

Sadržaj

Chemical and Biochemical Engineering Quarterly

Enhancement of Vanillin Partitioning and Recovery in Nanoparticle-based Aqueous Two-phase System Containing PEG and Dextran Polymers	7
Effective Biosorption of Phosphate from Water Using Fe(III)-Loaded Pomegranate Peel	8
Antioxidant Capacity and Corrosion Inhibition Efficiency of <i>Sambucus nigra</i> L. Extract	8
Converting Waste into Products and Energy Using Complete Circular Economy and the Hydrogen Effect Technique to Reduce Dependence on Natural Gas	9
Effect of Process Parameters on Chitosan-mediated Microalgae Flocculation	9
Comparison of Degradation of Lignin-containing Wastewaters in the Presence of Different Microbial Consortia	10
Influence of Reaction Parameters and Feedstock Type on the Synthesis of Fatty Acid Propyl, Butyl, Isobutyl, Pentyl, and Isopentyl Esters	11
Lauric Acid-based Polyol Esters as Potential Bio-based Lubricants for Diesel Fuel	11
Effect of Silver Addition on Cu-based Shape Memory Alloys	12
Characterization of Sol-gel Derived Cobalt-doped Willemite via 2D Correlation Spectroscopy	12
Amoxicillin Biodegradation with <i>Bacillus subtilis</i> and <i>Pseudomonas aeruginosa</i> : Characterization of Relevant Degradation Products	13
Aquatic Toxicity of Polyethylene and Microcrystalline Cellulose Microbeads Used as Abrasives in Cosmetics	14

Food technology & biotechnology

Poboljšanje mikrobiološke ispravnosti borovnica pomoću polimernih nanočestica s timolom	15
Prethodna obrada biljnih stanica enzimima radi ekstrakcije ulja	16
Kako različiti sastojci i dodaci utječu na proizvodnju i biološku aktivnost medovine?	16
Lišće biljke <i>Ficus deltoidea</i> utječe na oksidacijski stres, homeostazu proteina i ubikvitin-proteasom sustav u jetrenim stanicama izloženim djelovanju masnih kiselina	17
Utjecaj rizoma ružičastog žednjaka (<i>Rhodiola rosea</i>) i kore nara (<i>Punica granatum</i>) na metabolizam i fiziološku aktivnost štakora hranjenih visokokaloričnom hranom	18
Pregled primjene eteričnih ulja i biljnih ekstrakata kao konzervansa i prirodnih antioksidansa u mesu i mesnim prerađevinama	19
Pojavnost gena koji reguliraju biosintezu folata u bakterijama mliječno-kiselog vrenja izoliranih iz različitih izvora	19
Utjecaj dodatka brašna od brakteja banane (<i>Musa</i> spp.) na miševe hranjene hranom s velikim udjelom masnoća	20
Istraživanje primjenjivosti metode detekcije SARS-CoV-2 virusa i njegove pojavnosti u hrani i pakiranju hrane	21
Utjecaj dodatka mikroalge <i>Chlorella vulgaris</i> svježem siru na povećanje njegove hranjive vrijednosti, te na njegov sastav, strukturu i senzorsku prihvatljivost	22
Ispitivanje tehnoloških i senzornih svojstava mafina pripremljenih s chia sjemenkama i liofiliziranim prahom breskve ..	23
1-Metilciklopropan ublažava oštećenja mahuna tijekom skladištenja pri niskim temperaturama povećanjem učinka antioksidacijskog sustava stanične zaštite	24
Uklanjanje histamina iz ribljeg umaka s pomoću bakterije <i>Staphylococcus debuckii</i> sp. izolirane iz fermentirane ribe ..	25
Učinak ultrazvučne i hidrotermalne obrade na probavljivost i antioksidacijska svojstva integralnog pšeničnog brašna s različitim udjelom amiloze	25
Moguća primjena biološki aktivnih spojeva iz artičoke	26
Utjecaj fermentacije, autoklaviranja i obrade fitazom na antioksidacijska svojstva i kakvoću keksa od tefa	27
Razvoj i usporedba alternativnih metoda pročišćavanja adalimumaba izravno iz suspenzije stanične kulture	27
Utjecaj djelomične zamjene šećera sirupom od smokava na preživljavanje bakterije <i>Bacillus coagulans</i> i fizikalno-kemijska svojstva probiotičkog sladoleda	28
Tehnike minimalne obrade za proizvodnju i čuvanje hrane prilagođene individualnim potrebama	29
Optimiranje sastava bademovog napitka obogaćenog ekstraktima mirte, lovora i komorača, kao zamjene za mlijeko ..	29
Učinak topljivih prehrambenih vlakana na izvedbu vježbi i percepciju umora kod mladih košarkaša	30
Aktivnost zgrušavanja mlijeka i primarna proteoliza liofiliziranog ekstrakta cvijeta artičoke (<i>Cynara scolymus</i> L.)	31

Geodetski list

Sarajevska tvrđava Bijela tabija u svjetlu povijesno-kartografskih izvora	32
Geodetski pristup uređenju državne granice Republike Hrvatske i rješavanju graničnih sporova	32
Otkrivanje grubih pogrešaka uz pomoć robusnih točnih i brzih metoda regresije najmanjih kvadrata u transformaciji koordinata	33

Prostorna analiza zdravstvenih ustanova na području Grada Dubrovnika	33
Festival znanosti 2023.	34
Sveučilišni magistri inženjeri geodezije i geoinformatike	34
Vijesti Hrvatskoga geodetskog društva	34
Vijesti Državne geodetske uprave	35
Vijesti Hrvatske komore ovlaštenih inženjera geodezije	35
Geodetski list i njegovi prethodnici upisani u Hrčak.	35

Kemija u industriji

Metoda potpornih vektora u procjeni utjecaja karakteristika unaprijednih osmotskih membrana na zadržavanje organskih molekula	36
Utjecaj sušenja, prešanja i antioksidansa na prinos i oksidativnu stabilnost hladno prešanih ulja.	36
Proračun optimalnog temperaturnog profila hlađenja šaržnog kristalizatora	37
Ru(III) kompleksi i njihovi ligandi izvedeni iz salicilaldehida i halogeniranih anilina: sinteza, karakterizacija i antioksidativno djelovanje	38
Od makro do mikroplastike; utjecaj fotooksidativne degradacije.	38
Otkriće enzima za razgradnju plastike	39
Razvoj legura s prisjetljivošću oblika na bazi bakra u okviru znanstveno-istraživačkih projekata na Metalurškom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu	39
Biomaterijali na bazi titana	40
Analiza korozije nastale na cijevi čelika 15Mo3 iz grijača vodene pare u termoelektrani Plomin	40
Razgradnja neonikotinoidnih insekticida u pločastom fotoreaktoru	42
Predobrada kompostne procjedne vode procesom koagulacije/flokulacije praćene filtarskom prešom	42
Adsorpcija diklofenaka na aktivnim ugljenima	43
Organske reakcije u vodi	43
Adsorpcija fluorida iz vode na otpadnim materijalima	44
Najnovija dostignuća u fotokatalitičkoj degradaciji organskih onečišćujućih tvari u vodama.	44
Prirodna rješenja za integrirano lokalno upravljanje vodama	45
Strojno učenje i neuronske mreže u modeliranju zadržavanja polarnih farmaceutski aktivnih tvari nanofiltracijom i reverznom osmozom	46
Uklanjanje klortetraciklin klorhidrata foto-Fentonovim postupkom: eksperimentalna studija i ANN modeliranje.	46
Primjena neuronskih mreža za procjenu koncentracije otopine ksilometazolin hidroklorida u n-butanolu primjenom ATR-FTIR spektroskopije <i>in situ</i>	47
Procjena afiniteta vezanja DNA ksantenskih spojeva: <i>in vitro</i> i <i>in silico</i> pristup.	48
Usporedba protutumorske aktivnosti liganada iz skupine benzo/hidroksipirona i bakrova(III) kompleksa s maltolom na 2D staničnim modelima <i>in vitro</i>	48
Staklokeramika, 70 godina od otkrića	49
Dragutin Fleš – utemeljitelj organske stereokemije u Hrvatskoj.	49
Termoforeza – ili kad se susretnu mikroobjekti s gradijentom temperature: brojne primjene	50

Plin

Pojednostavljeni model upp/spp punionice uz procjenu termodinamičkih parametara u jednogodišnjem radu	51
Podzemno skladište plina okoli - „Silver bullet“ za integraciju i sinergiju plinske i elektroenergetske infrastrukture.	51
Važnost terminala za upp na otoku Krku za sigurnost opskrbe Republike Hrvatske i susjednih zemalja i buduće povećanje kapaciteta	52
Ulaganjima i savezništvom EU-a s izvoznici plina do sigurnije dugoročne opskrbe i učinkovite dekarbonizacije ...	53
Tehnička rješenja za ostvarivanje nultog otparka ukapljenog vodika	54
Mogućnosti povećanja maksimalnog kapaciteta terminala za ukapljeni prirodni plin	54
Tehnologije ukapljivanja prirodnog plina.	55
Geološko Skladištenje Co ₂ u Republici Hrvatskoj – karika koja nedostaje za postizanje nulte emisije	56
Vodik kao energetska vektor - swot analiza perspektiva u energetske tranziciji	56
Projektiranje, izbor i instaliranje opreme u postrojenjima ugroženim eksplozivnom atmosferom	57

Šumarski list

Posljedice olujnog nevremena na šume	58
Značajke šumske prostirke i tla u šumi obične jele i crnoga graba (<i>Ostrya-abietetum</i> /Fukarek 1963/Trinajstić 1983) na Biokovu	59
Područje rada forvardera – modeliranjem do podrške operativnoj primjeni	59
Biološko-ekološka obilježja posebnog rezervata šumske vegetacije Kočje – otok Korčula	60
Procjena šumskih resursa na temelju Sentinel-2 snimki – studija slučaja Derventa, BiH (Katastarska općina Brezici)	61
Jesu li testovi praćenja oksidacijskog stresa dovoljni za genetički monitoring hrasta lužnjaka u malom razmjeru?	62
Kako rezultati državne mature utječu na prosječnu ocjenu i trajanje prijediplomskog studija na Fakultetu šumarstva i drvene tehnologije Sveučilišta u Zagrebu?	63
Povijesni pregled pošumljavanja Deliblatske pješčare	63
Treba li se brinuti za budućnost ljudskih potencijala u šumarstvu?	65
Flora otoka Rivnja te vegetacija makije i drveća Rivnja i otočićâ Sestrice	66
Oštećenja na šumskim cestama kao posljedica nepravilne izgradnje	67
Primjenjivost različitih modela regresije za procjenu volumena krupnog drva stabala hrasta kitnjaka (<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.) u Bosni i Hercegovini	67
Utjecaj hrastove mrežaste stjenice <i>Corythucha arcuata</i> na visinu biljaka hrasta lužnjaka ovisno o načinu podmlađivanja	68
Komarci u Hrvatskoj, bolesti koje prenose, načini prevencije i suzbijanja	69
Određivanje sezone šumskih požara analizom klimatskih uvjeta na području sjeveroistočne Srbije	69
Na kraju 2023. godine	70
Usporedba vitaliteta i laboratorijske klijavosti žira hrasta crnike (<i>Quercus ilex</i> L.)	71
Količine goriva u šumskoj prostirci sastojina hrasta crnike (<i>Quercus ilex</i> L.) i hrasta medunca (<i>Quercus pubescens</i> Willd.)	71
Međuodnos svojstava rasta i kvalitete drva na pokusnoj plohi ariša	72
Utjecaj ekspozicije krošnje na morfološka svojstva iglica devet četinjača	73
Utjecaj tehnologije proizvodnje na preživljavanje i rast jednogodišnjih sadnica <i>Quercus pubescens</i> na rubu Panonskog bazena	73
Proizvodnja šumskog sadnog materijala bjelogorice u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2017. do 2021. godine	74
O korištenju inozemnog šumskog reprodukcijskog materijala za obnovu domaćih sastojina hrasta lužnjaka iz perspektive genetičara	75

Željeznice 21

Analiza kvarova - parametri pouzdanosti i sigurnosti željezničkih signalno-sigurnosnih uređaja	76
Istraživanje koncepta otpornosti i njegove primjene na željezničkome tržištu	77
Od pijuka do bezemisijske mehanizacije za održavanje kolosijeka	77
Važnost utjecaja na okoliš kod željezničkih infrastrukturnih projekata	78
Informacijski sustav prostornog uređenja	79
Izrada mobilne android aplikacije za poslovne potrebe	79
Pravna regulativa važna za izvršne radnike i strojovođe u željezničkome prometu	80
Viseća željeznica u Wuppertalu	80



CHEMICAL AND BIOCHEMICAL ENGINEERING QUARTERLY

Vol. 37 No. 2, 2023.

Datum izdavanja: 02.07.2023.

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.15255/CABEQ.2023.2201>

Enhancement of Vanillin Partitioning and Recovery in Nanoparticle-based Aqueous Two-phase System Containing PEG and Dextran Polymers

M. Nouri¹

S. Shahriari²,

P. Nabi³

G. Pazuki⁴

¹Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

²Department of Chemical Engineering, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

³Department of Chemical Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

⁴Department of Chemical Engineering, Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic), Tehran, Iran

Summary

Vanillin, widely utilized in the food, medicinal, and pharmaceutical industries, requires an improved extraction process that is cost-effective and environmentally friendly to meet the growing industrial demand. To tackle this challenge, we conducted an investigation on a nanoparticle-based aqueous two-phase system (ATPS), incorporating polyethylene glycol (PEG) and dextran (DEX). The primary objective was to develop an ATPS that is non-alkaline, operates under mild environmental conditions, and is both non-toxic and cost-effective. The study focused on identifying a suitable nanoparticle that could improve the partitioning of vanillin in ATPS and facilitate economically favorable separation processes. Various nanoparticles were evaluated as additives to enhance vanillin partitioning. The study explores the influence of parameters, such as polymer weight percentages and DEX molecular weight on vanillin partitioning and recovery percentage. Additionally, the impact of incorporating different nanoparticles was assessed in the optimized system composed of 6.5 wt% PEG6000 and 7.8 wt% DEX15000. Results indicate that the addition of only 0.001 g of silver nanoparticles to the optimal system improved the partition coefficient by 42 % and the vanillin recovery percentage by approximately 8 % compared to the nanoparticle-free ATPS.

Keywords: vanillin; polyethylene glycol; dextran; aqueous two-phase system; nanoparticle; partitioning

Effective Biosorption of Phosphate from Water Using Fe(III)-Loaded Pomegranate Peel

N. Bashyal¹, S. Aryal¹, R. Rai¹, S. K. Gautam¹

P. C. Lohani²,

M. R. Pokhrel³, B. R. Poudela³

¹Department of Chemistry, Tri-Chandra Multiple Campus, Tribhuvan University, Kathmandu, Nepal

²Department of Chemistry, Amrit Campus, Tribhuvan University, Kathmandu, Nepal

³Central Department of Chemistry, Institute of Science and Technology, Tribhuvan University, Kathmandu, Nepal

Summary

Removal of phosphate from wastewater is necessary for the safety of public health and environmental protection. The present study used an easily available and affordable biosorbent obtained from the pomegranate peel for the excision of phosphate from water. The biosorption behavior of raw pomegranate peel powder (RPGPP) was found negligible. The RPGPP was further saponified with Ca(OH)₂ followed by Fe(III) loading to obtain Fe(III)-loaded pomegranate peels (Fe(III)-PGPP), which was then employed for the phosphate uptake. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), energy dispersive X-ray (EDX) spectroscopy, scanning electron microscopy (SEM), and X-ray diffraction (XRD) were used to characterize the biosorbent. The batch adsorption test was used to evaluate the adsorption viability of biosorbents for removing phosphate from aqueous solution. Fe(III)-PGPP was determined to have a pHPZC of 5.40. The experimental data were best explained by the Langmuir isotherm and pseudo-second-order kinetic model. Fe(III)-PGPP had the largest phosphate biosorption capacity of 99.30 mg g⁻¹ at the optimum pH of 3.0 and 2.5 hours of contact time. From the results obtained, Fe(III)-PGPP adsorbent can be regarded as an effective and cost-efficient material for the treatment of phosphate-anion-contaminated water.

Keywords: wastewater treatment, phosphate, biomass, pomegranate peel, biosorbent

Antioxidant Capacity and Corrosion Inhibition Efficiency of Sambucus nigra L. Extract

I. Martinović, G. Zlatić, Z. Pilić, M. Šušak, F. Falak

Department of Chemistry, Faculty of Science and Education, University of Mostar, Matice Hrvatske bb, Mostar, Bosnia and Herzegovina

Summary

The cyclic voltammogram recorded in the potential range between 0 V and 800 mV with scan rate of 100 mV s⁻¹ was used to determine the measure of antioxidants content (antioxidant capacity) present in *Sambucus nigra* L. extract. The antioxidant capacity of the extract was 4.06 mg GAE g⁻¹ fw (mg of gallic acid equivalents per gram of fresh weight of the extract). The corrosion inhibition efficiency of *Sambucus nigra* L. extract on aluminium, copper, and bronze in 3 % NaCl solution was studied by potentiodynamic polarization and electrochemical impedance spectroscopy. Polarization data showed that extract acted as a mixed-type inhibitor, that the corrosion inhibition process was spontaneous physical adsorption ($\Delta G \approx -16$ kJ mol⁻¹) of the extract molecules on metals surfaces and followed Freundlich isotherm. Impedance spectroscopy studies revealed that increasing the concentration of extract reduced the double-layer capacitance and increased the charge transfer resistance. The highest inhibition efficiencies (Cu: ~ 57 %, CuSn14: ~74 % and Al: ~58 %) were achieved for an extract concentration of 1.0 g L⁻¹.

Cljučne riječi: antioxidant capacity; corrosion; inhibition; *Sambucus nigra* L. extract

Converting Waste into Products and Energy Using Complete Circular Economy and the Hydrogen Effect Technique to Reduce Dependence on Natural Gas

| A. Kovač Kralj

Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, University of Maribor, Smetanova 17, Maribor, Slovenia

Summary

Conversion of waste into products and energy has the potential to reduce CO₂ emission through implementation of a complete circular economy and utilisation of the hydrogen effect technique. This study considers the novelties of the hydrogen effect technique, which incorporates an upgraded input unit mathematical model. It includes real-simulated results obtained using an Aspen Plus® simulator, and enlarged production. This technique is developed for optimal municipal solid waste (MSW) combustion, gasification, and reforming, presented as an upgraded input unit for syngas production, which can reduce CO₂ emissions by $3 \cdot 10^6$ kmol a⁻¹. This approach is exemplified by utilizing existing methanol and dimethyl ether production processes from natural gas, as they can be achieved and exceeded using MSW with varying hydrogen amounts. The optimal upgraded methanol and dimethyl ether production processes can increase production by 47 % and 16 %, including only the upgraded input unit, as well as decrease the temperature in the product reactors by 30 °C.

Keywords: waste gasification; flue gas; syngas; hydrogen; circular economy; combustion

Effect of Process Parameters on Chitosan-mediated Microalgae Flocculation

| S. Akış, B. İnan, D. Balkanlı Özçimen

Bioengineering Department, Faculty of Chemistry and Metallurgy, Yıldız Technical University, Esenler, 34220, Istanbul, Turkey

Summary

Today, microalgae have received considerable interest as an alternative feedstock for biofuel, animal feed, human food, and pharmaceuticals because they possess valuable oils and biomolecules. The main problem of the cost of microalgae production is generally associated with the harvesting process. Flocculation is an effective method to harvest microalgal biomass and minimize the operating cost. In this study, the effect of the chitosan solution, different pH conditions, and flocculation time on flocculation process of *Chlorella minutissima* and *Nannochloropsis oculata* were investigated, and the obtained data were evaluated statistically. Flocculation efficiency of *C. minutissima* and *N. oculata* were the highest under the conditions of 10 pH, 100 mg L⁻¹ chitosan concentration, and flocculation time of 60 min, and found as 97 % and 85 %. It was also found that chitosan flocculation could be improved with pH increase. This study showed that chitosan is a favorable flocculant because of its high efficiency, being non-toxic, and enabling the reusability of the growth medium after flocculation.

Keywords: *N. oculata*; *C. minutissima*; flocculation; chitosan; microalgae

Comparison of Degradation of Lignin-containing Wastewaters in the Presence of Different Microbial Consortia

W. Zhang¹, Y. Lu¹

M. Wang²

¹GaKey Laboratory of Pollution Exposure and Health Intervention of Zhejiang Province, College of Biology and Environmental Engineering, Zhejiang Shuren University, Hangzhou 310015, Zhejiang Province, China

²Brand New Data [Zhejiang] Technology. Ltd, Hangzhou 310012, China

Summary

Lignin-containing wastewater treatment by different microbial consortia were studied in this research. The special microbial consortia (J-6 and J-1) obtained from decayed wooden relics were selected. The bacteria of original microbial consortium J-6 mainly included *Shinella*, *Cupriavidus* and *Bosea*. The bacteria of original microbial consortium J-1 mainly included *Serratia* and *Yersinia*. The fungi of J-6 and J-1 were dominated by Saccharomycetales. The performances of two microbial consortia in wastewater treatment were compared, and the changes in community structure were analyzed to study the relationship between microbial consortium structure and degradation efficiency. For the treatment of model Chinese medicine wastewater, the optimal degradation conditions were treatment temperature of 30 °C, initial pH of 7, dissolved oxygen of 2 mg L⁻¹, and treatment time of 96 h. The COD (Chemical Oxygen Demand) removal efficiency reached 95.25 % by J-1. For the treatment of model papermaking wastewater, the optimal degradation conditions were treatment temperature of 30 °C, pH of 5, dissolved oxygen of 3 mg L⁻¹, nitrogen source concentration of 0.1 g L⁻¹, and treatment time of 120 h. The COD removal efficiency reached 86.8 % by J-6. Bacteria played a significant role in the degradation of lignin-containing wastewater, and the bacterial consortium abundance may promote the degradation of organic substances in the wastewater. The dominant strains were different in Chinese medicine wastewater and paper-making wastewater systems. The correlation between microorganisms and the difference in the abundance of bacteria groups may be the reason for the different performances of the two microbial consortia in treating different lignin-containing wastewaters.

Keywords: lignin-containing wastewater; microbial degradation; community diversity and composition



CHEMICAL AND BIOCHEMICAL ENGINEERING QUARTERLY

Vol. 37 No. 3, 2023.

Datum izdavanja: 04.10.2023

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.15255/CABEQ.2023.2184>

Influence of Reaction Parameters and Feedstock Type on the Synthesis of Fatty Acid Propyl, Butyl, Isobutyl, Pentyl, and Isopentyl Esters

M. Gotovuša¹, I. Pečurlić¹, V. Petrić¹, P. Huzjak¹, M. Krasić¹, M. Zdravec¹, F. Faraguna¹
L. Konjević²

¹University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology, Marulićev trg 19, HR-10000, Zagreb, Croatia

²Biodiesel Factory, Netretić 31, 47271 Netretić, Karlovačka županija, Croatia

Summary

In recent decades, conventional biodiesel synthesis from methanol or ethanol and sunflower and rapeseed oil as feedstock has also introduced the use of higher and branched alcohols and the use of waste sources of triglycerides. This study examined the influence of reactant molar ratio (5:1–12:1), mass fraction of the potassium hydroxide catalyst (1–3 wt%), time (30–120 min), type of feedstock and alcohol on the conversion of fatty acid alkyl esters. The results showed that the presence of structural branching

had a negative influence on the reaction conversion. Regarding the feedstocks, the highest conversions were obtained when using coconut oil rich in short-chain saturated fatty acids, while the conversions of biodiesel obtained from animal fat and unsaturated oils were lower. Molar ratio of the reactants and the mass fraction of the catalyst had the highest influence on the reaction conversion.

Keywords: biodiesel; transesterification; reaction parameters; fatty acid propyl esters; fatty acid butyl esters

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.15255/CABEQ.2023.2185>

Lauric Acid-based Polyol Esters as Potential Bio-based Lubricants for Diesel Fuel

I. Pucko, K. Crnjac, and F. Faraguna

University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology, Petroleum and Petrochemical Department, Trg Marka Marulića 19, 10000 Zagreb, Croatia

Summary

In this paper, lubricants based on lauric acid and different polyols – neopentyl glycol (NPG), trimethylolpropane (TMP) and pentaerythritol (PE) – were synthesized. After purification, their purity of > 97 mol% was

confirmed by infrared spectroscopy and proton nuclear magnetic resonance. Synthesized lubricants 100 to 5000 ppm formulations with diesel showed similar density, kinematic viscosity, and low-temperature behavior to diesel according to standard tests, meaning that they can be used in current diesel engines. They have improved the lubricity of the formulations, as confirmed by a lower coefficient of friction, and an almost 50 % improvement in wear scar diameter (according to EN 12156-1).

Keywords: lubricants; polyols; diesel fuel; lauric acid; esters; friction

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.15255/CABEQ.2023.2186>

Effect of Silver Addition on Cu-based Shape Memory Alloys

L. Liverić¹

T. Holjevac Grgurić²

E. Govorčin Bajsić³

M. Kršulja⁴

¹University of Rijeka, Faculty of Engineering, Vukovarska 58, 51 000 Rijeka, Croatia

²Catholic University of Croatia, School of Medicine, Ilica 242, 10 000 Zagreb, Croatia

³University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology, Marulićev trg 19, 10 000 Zagreb, Croatia

⁴Juraj Dobrila University of Pula, Departmen

Summary

Shape memory alloys (SMAs) are smart materials with unique properties of superelasticity and shape memory effect. These properties are the consequence of thermoelastic martensitic transformation, which can occur under thermal or mechanical deformation. Cu-Al-Ag alloys have high temperatures of martensite transformation, unlike other SMAs, which makes them suitable for use in specific applications. In this paper, Cu-10Al-1Ag alloy was prepared by melting pure metals in an electric arc furnace and casting the melt in a cylindrical mold. The microstructure of the as-cast and quenched material was determined by optical microscopy (OM) and scanning electron microscopy (SEM) equipped with energy dispersive analysis (EDS). X-ray diffraction (XRD) analysis was performed to identify crystal phases in the microstructure, while transformation temperatures were determined by differential scanning calorimetry (DSC).

The hardness of Cu-Al-Ag SMA was also determined with a microhardness tester. The results showed partially formed martensite in the as-cast state, and fully formed martensite structure, 18R-type, in the quenched Cu-10Al-1Ag alloy.

Keywords: shape memory alloys; Cu-Al-Ag alloys; microstructure; phase transformations; martensite

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.15255/CABEQ.2023.2189>

Characterization of Sol-gel Derived Cobalt-doped Willemite via 2D Correlation Spectroscopy

F. Brleković, K. Mužina, and S. Kurajica

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

Summary

Cobalt blue is one of the world's most famous blue pigments, but it presents a threat to human health since it is toxic when inhaled or ingested. A safer and environmentally preferable way of obtaining cobalt blue-like pigments is doping of various nontoxic compounds with small amounts of cobalt.

In this work, doping of zinc silicate (willemite, Zn_2SiO_4) was carried out with 5, 10, and 15 mol% of Co with the aim of obtaining $\text{Zn}_{2-x}\text{Co}_x\text{SiO}_4$ solid solution. Thermal properties of sol-gel derived samples were exa-

mined with simultaneous differential thermal and thermogravimetric analysis (DTA/TGA), which showed dehydration, decomposition, and burning effects, accompanied with mass loss and willemite crystallization effect at 800 °C. X-ray powder diffraction analysis (XRD) indicated the formation of willemite phase at 800 °C, accompanied with ZnO phase and increase in willemite crystallinity with annealing temperature rise from 800 to 1100 °C. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) showed characteristic bands for present oxides and their bonds along with adsorbed water and carbon dioxide. Colouration of prepared samples changed with annealing temperature, whereas higher Co concentrations and temperatures accentuated the intense blue colour. Diffuse reflectance spectroscopy (DRS) revealed an increase in absorbance with annealing temperature and specific bands as a result of different Co coordination present in the samples. The 2D correlation analysis of FTIR and UV-Vis spectra of the samples thermally treated at various temperatures was utilized to investigate and correlate the changes in the structure with the rise of the annealing temperature. The obtained correlation facilitated the finding of optimal process parameters for the desired pigment quality.

Keywords: willemite; doping; 2D correlation analysis

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.15255/CABEQ.2023.2182>

Amoxicillin Biodegradation with *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas aeruginosa*: Characterization of Relevant Degradation Products

S. Kovačić¹

V. Lovrinčević², D. Vuk²

M. Vuković Domanovac³

¹Pliva Croatia Ltd., Prilaz baruna Filipovića 25, 10000 Zagreb, Croatia

²University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology, Department of Organic Chemistry, Marulićev trg 19, 10000 Zagreb, Croatia

³University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology, Department of Industrial Ecology, Marulićev trg 19, 10000 Zagreb, Croatia

Summary

The widespread use of antibiotics can result in the release of a large number of residues into the environment. In order to reduce the exposure risk, considerable research has been carried out in the field of antibiotic residues. We aim to explore the possibilities of antibiotic amoxicillin biodegradation in laboratory scale by adding microbiological cultures, *Pseudomonas aeruginosa* (Gram-negative) and *Bacillus subtilis* (Gram-positive), which are a type of bacteria that are commonly found in the environment, such as in soil and water. Apart from the degradation itself, special attention was paid to the identification of antibiotic residues. The biodegradation process was investigated, revealing a 99.2 % degradation efficiency at amoxicillin concentration of 0.2 mg mL⁻¹, and four degradation products were identified. For reaction monitoring and identification of degradation products, UHPLC and LC-MS analyses were performed. Furthermore, to provide additional evidence, the products were independently synthesized and then compared spectrometrically with the obtained biodegradation products. These results could provide new aspects to the behavior of amoxicillin, and pave the way for further monitoring and studies of its residues in the environment.

Keywords: antibiotic residues; environment contamination; amoxicillin; biodegradation; biodegradation products

Aquatic Toxicity of Polyethylene and Microcrystalline Cellulose Microbeads Used as Abrasives in Cosmetics

M. Miloloža¹, D. Kučić Grgić¹

U. Rozman², G. Kalčikova²

¹University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology, Department of Industrial Ecology, Trg Marka Marulića 19, 10 000 Zagreb, Croatia

²University of Ljubljana, Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, Department of Chemical Process, Environmental and Biochemical Engineering, Večna pot 113, 1000 Ljubljana, Slovenia

Summary

Microplastics have been part of personal care products for years, but due to microplastic pollution, many companies have replaced microplastics with natural particles, such as microcrystalline cellulose. Although natural particles are considered more environmentally friendly, their ecotoxicological profile is unknown. In this context, the aim of this study was to compare the ecotoxicity of polyethylene and microcrystalline cellulose microbeads, both extracted from a cosmetic product. The effects of the two types of particles on the aquatic macrophyte *Lemna minor* and the crustacean *Daphnia magna*, as well as the bioadhesion of the particles to *Lemna minor* were evaluated. The results showed no significant effects of either particle on the specific growth rate, root length, and chlorophyll content of *Lemna minor*. The bioadhesion of both types of particles to the plant biomass was comparable. Furthermore, no significant effects were observed on the mobility and body length of *Daphnia magna*. Thus, the investigated polyethylene and cellulose microbeads showed no significant toxic effects on the tested organisms. However, due to the persistence of polyethylene in the environment, the use of polyethylene microbeads in cosmetics and personal care products should be avoided.

Keywords: cellulose particles; ecotoxicity; *Daphnia magna*; *Lemna minor*; microbeads; polyethylene



FOOD TECHNOLOGY & BIOTECHNOLOGY

br. 2, 2023., travanj-lipanj 2023

Prethodno priopćenje

<https://doi.org/10.17113/ftb.61.02.23.7595>

Poboljšanje mikrobiološke ispravnosti borovnica pomoću polimernih nanočestica s timolom

Syarifah Ab Rashid^{1,2}, Chean-Ring Leong¹, Nur Amiera Syuhada Rozman¹
Woei-Yenn Tong³, Mohd Razealy Anuar³, Siew-Hway Teo³, Siti Khalida Abdull Lazit³
Wen-Nee Tan⁴
Chee-Keong Lee⁵
Jun-Wei Lim^{6,7}

¹Universiti Kuala Lumpur, Branch Campus Malaysian Institute of Chemical and Bioengineering Technology, Lot 1988 Kawasan Perindustrian Bandar Vendor, Taboh Naning, 78000 Alor Gajah, Melaka, Malaysia

²School of Biological Sciences, Universiti Sains Malaysia, 11800 Minden, Penang, Malaysia

³Universiti Kuala Lumpur, Institute of Medical Science Technology, A1-1, Jalan TKS 1, Taman Kajang Sentral, 43000 Kajang, Selangor, Malaysia

⁴Chemistry Section, School of Distance Education, Universiti Sains Malaysia, 11800, Penang, Malaysia

⁵Bioprocess Technology Division, School of Industrial Technology, Universiti Sains Malaysia, 11800 USM, Minden, Penang, Malaysia

⁶HICoE-Centre for Biofuel and Biochemical Research, Institute of Self Sustainable Building, Department of Fundamental and Applied Sciences, Universiti Teknologi PETRONAS, Seri Iskandar, 32610 Perak Darul Ridzuan, Malaysia

⁷Department of Biotechnology, Saveetha School of Engineering, Saveetha Institute of Medical and Technical Sciences, Chennai 602105, India

Sažetak

Pozadina istraživanja. Prisutnost bakterije *Yersinia enterocolitica* u sirovim prehrambenim proizvodima izaziva zabrinutost zbog moguće pojave jersinioze, s obzirom na to da se bobičasto voće najčešće konzumira sirovo. S aspekta sigurnosti hrane ova bakterija predstavlja problem, jer može povećati učestalost pojave bolesti koje se prenose hranom. Stoga je neophodno provesti učinkovitu sanitaciju voća prije pakiranja.

Ekperimentalni pristup. Svrha je ovoga rada bila sintetizirati i okarakterizirati nanočestice poli(vinil-alkohola) s timolom kao dezinficijensom za obradu borovnica prije pakiranja. Nanočestice su okarakterizirane pomoću spektroskopije i mikroskopije, a zatim su ispitana njihova antimikrobna svojstva.

Rezultati i zaključci. Prosječni promjer nanočestica bio je 84,7 nm, s površinskim nabojem od -11,73 mV. Rezultati Fourier transformirane infracrvene spektroskopije (FTIR) pokazuju značajan pomak pika nanočestica poli(vinil-alkohola) s timolom prema frekvencijama od 3275,70; 2869,66; 1651,02 i 1090,52 cm⁻¹. Iznenadni porast količine timola oslobođenog iz nanočestica opažen je u prvim sat vremena ispitivanja njegovog kontroliranog otpuštanja, a ukupno je otpušteno 74,9 % timola. Opažena je najveća zona inhibicije rasta bakterije *Staphylococcus aureus* otporne na meticilin (MRSA), a zatim bakterija *Y. enterocolitica* i *Salmonella typhi*. Međutim, za inhibiciju i ubijanje bakterija *Y. enterocolitica* bile su potrebne manje koncentracije nanočestica poli(vinil-alkohola) s timolom. Ovim je postupkom broj bakterija *Y. enterocolitica* uspješno smanjen za 100 %.

Novina i znanstveni doprinos. Timol je spoj biljnog porijekla, koji ne narušava zdravlje čovjeka. U ovome smo

radu inkapsulacijom u omotaču s poli(vinil-alkoholom) povećali stabilnost i poboljšali fizikalno-kemijska svojstva timola. Primjenom nanočestica tog dezinficijensa može se poboljšati mikrobiološka ispravnost sirovog bobičastog voća, što se u praksi može primijeniti za očuvanje sigurnosti hrane.

Ključne riječi: borovnice; mikrobiološka ispravnost; nanočestice; obrada nakon berbe; timol

Pregledni rad

<https://doi.org/10.17113/ftb.61.02.23.7896>

Prethodna obrada biljnih stanica enzimima radi ekstrakcije ulja

Hanna Vovk¹, Tamara Nosenko¹
Kwankao Karnpakdee², Roland Ludwig²

¹Educational and Scientific Institute of Food Technology, Department of Fats, Perfumery and Cosmetic Products Technology, National University of Food Technologies, Kyiv, Volodymyrska street 68, 01601 Kyiv, Ukraine

²Institute of Food Technology, Department of Food Science and Technology, University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna, Muthgasse 18, 1190 Vienna, Austria

Sažetak

Ulje se iz uljarica može dobiti mehaničkom ekstrakcijom (prešanjem), ekstrakcijom u vodenom mediju ili ekstrakcijom pomoću organskih otapala. Iako je ekstrakcija pomoću otapala najučinkovitija metoda, organska otapala mogu štetno utjecati na zdravlje radnika, kao i na okoliš, zbog isparavanja koja zagađuju okoliš i potiču stvaranje ozona. Prešanje je sigurnija i ekološki prihvatljiva metoda, kojom se vrijedni prirodni sastojci uljarica zadržavaju u dobivenom ulju. Nedostaci ove metode su velika potrošnja energije i manji prinos ulja, jer primijenjena mehanička sila ne uništava u potpunosti strukturne komponente stanica u kojima je pohranjeno ulje. U sjemenim stanicama ulje je prisutno u obliku lipidnih kapljica okruženih fosfolipidnim slojem te površinskim proteinskim slojem. Ta su lipidna tijela dodatno zaštićena staničnom stijenkom, koju uglavnom čine polisaharidi poput pektina, hemiceluloza i celuloza, ali i glikoproteini. Primjena hidrolaza za razgradnju takvih zaštitnih slojeva učinkovita je metoda prethodne obrade sjemena uljarica radi poboljšanja mehaničke ekstrakcije i povećanja prinosa ulja. Imajući na umu složenost strukture stanica uljarica preporučljivo je koristiti više enzima različitih načina djelovanja. U ovom je revijalnom prikazu dan opis mikrostrukture i sastava stanica uljarica, zatim pregled enzima koji mogu razgraditi stanične komponente koje sadržavaju ulje, te su sažete glavne značajke enzimskih obrada, kao što su sastav mješavine enzima, količina enzima i vode, temperatura, pH-vrijednost i trajanje postupka. Naposljetku je ispitana učinkovitost prethodne obrade sjemenki uljane repice pomoću proteolitičkih i pektolitičkih enzima, te enzima što razgrađuju celulozu, na povećanje prinosa mehanički ekstrahiranog ulja iz različitih sirovina, s primarnim fokusom na sjeme uljarica.

Ključne riječi: prethodna obrada; hidrolaze; ekstrakcija ulja; uljana repica; prešanje

Pregledni rad

<https://doi.org/10.17113/ftb.61.02.23.7622>

Kako različiti sastojci i dodaci utječu na proizvodnju i biološku aktivnost medovine?

Larissa Simão, Bruna Rafaela da Silva Monteiro Wanderley, Michelly Pontes Tavares Vieira, Isabel Cristina da Silva Haas, Renata Dias de Mello Castanho Amboni and Carlise Beddin Fritzen- Freire

Department of Food Science and Technology, Federal University of Santa Catarina, Rod. Admar Gonzaga 1346 Florianópolis, Santa Catarina, Brazil

Sažetak

Medovina je fermentirano alkoholno piće dobiveno otapanjem meda u vodi, često uz dodatak različitih sastojaka. Kemijska svojstva medovine ovise o sastojcima i dodacima koji se koriste u njezinoj pripremi, osobito

o vrsti meda, soju kvasca i hranjivim sastojcima koji se dodaju prije vrenja, te o dodanim biljkama, začinima i/ili voću. Ti dodaci ne utječu samo na vrenje, prije svega na aktivnost kvasca, proizvodnju metabolita i vrijeme fermentacije, već i na biološku aktivnost medovine, koja ovisi o sadržaju fenolnih spojeva. Znanstvena istraživanja pokazuju da medovina s dodatkom različitih biljaka sadržava velike količine različitih polifenola s bitnim biološkim svojstvima. Stoga je svrha ovoga preglednog rada bila ispitati na koji način različiti sastojci i dodaci mogu utjecati na pojedine faze pripreme medovine te njezinu biološku aktivnost, s ciljem razumijevanja njihovog učinka na kemijski sastav ovog pića, što mu daje veću tržišnu vrijednost.

Ključne riječi: med; proizvodnja medovine; fenolni spojevi; alkoholno vrenje; voćni napitak; antioksidans

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.17113/ftb.61.02.23.7802>

Lišće biljke *Ficus deltoidea* utječe na oksidacijski stres, homeostazu proteina i ubikvitin-proteasom sustav u jetrenim stanicama izloženim djelovanju masnih kiselina

Noor Nazirahanie Abraham¹, Puteri Shafinaz Abdul-Rahman^{1,2}
Norhaniza Aminudin^{2,3}

¹Department of Molecular Medicine, Faculty of Medicine, Universiti Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia

²Universiti Malaya Centre for Proteomics Research (UMCPR), Faculty of Medicine, Universiti Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia

³Institute of Biological Sciences (IBS), Faculty of Science, Universiti Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia

Sažetak

Pozadina istraživanja. *Ficus deltoidea* (sitnolisni fikus) je grmolika biljka koju stanovnici Malezije dobro poznaju, jer ju koriste prvenstveno za liječenje zubobolje, prehlade i rana. Svrha je ovoga rada bila odrediti sposobnost ekstrakata lišća triju sorata biljke *F. deltoidea* da ispolje antioksidacijsku aktivnost, smanje nakupljanje lipida i reguliraju ekspresiju proteina u stanicama masne jetre.

Eksperimentalni pristup. Ekstrakcija lišća triju sorata biljke *F. deltoidea*, i to *Ficus deltoidea* var. *angustifolia*, *Ficus deltoidea* var. *tremgenuensis* i *Ficus deltoidea* var. *kunstleri*, provedena je u vodenoj otopini. Od sirovog ekstrakta lišća dobivene su frakcije pomoću vode i etil-acetata. Palmitinska kiselina je upotrijebljena za poticanje steatoze (nakupljanja lipida) u stanicama jetre čovjeka (WRL68), a zatim je ispitana sposobnost ekstrakata da smanje količinu lipida. Primijenjeno je nekoliko proteomičkih pristupa. Promjene u ekspresiji proteina određene su pomoću dvodimenzionalne gel elektroforeze, dok su proteini od interesa identificirani MALDI-ToF masenom spektrometrijom.

Rezultati i zaključci. Jedino je biljka sorte *Ficus deltoidea* var. *kunstleri* imala sposobnost smanjivanja akumulacije lipida pri najvećoj ispitanoj koncentraciji (200 µg/mL), te je stoga korištena u daljnjim ispitivanjima. Obradom ekstraktom biljke *F. deltoidea* var. *kunstleri* obnovljen je redoks status stanica uslijed povećanja količine superoksid dismutaze i smanjenja proizvodnje malondialdehida. Uspješno je identificirano šest proteina: HSPB1, PSMA1, GSTO1, PRDX1, HIST1H-2BD i UCHL3. Bioinformatička je analiza pokazala bitnu ulogu ovih proteina u specifičnim putevima kao što su oksidacijski stres (PRDX1 i GSTO1), homeostaza proteina (HSPB1) i njihova razgradnja (UCHL3 i PSMA1).

Novina i znanstveni doprinos. Prethodnom obradom stanica jetre ekstraktom biljke *F. deltoidea* smanjilo se nakupljanje lipida, čime su poboljšani redoks status i homeostaza proteina u stanicama. Stoga se može zaključiti da biljka *F. deltoidea* ima ulogu u sprečavanju razvoja nealkoholne bolesti jetre.

Ključne riječi: *Ficus deltoidea*; steatoza; oksidacijski stres; ubikvitin-proteasom sustav; homeostaza proteina

Utjecaj rizoma ružičastog žednjaka (*Rhodiola rosea*) i kore nara (*Punica granatum*) na metabolizam i fiziološku aktivnost štakora hranjenih visokokaloričnom hranom

| Maryna Lieshchova¹, Viktor Brygadyrenko^{1,2}

¹Department of Anatomy, Histology and Pathomorphology of Animals, Dnipro State Agrarian and Economic University, Sergiy Efremov St., 25, 49000 Dnipro, Ukraine

²Department of Zoology and Ecology, Oles Honchar Dnipro National University, Gagarin Av. 72, 49010 Dnipro, Ukraine

Sažetak

Pozadina istraživanja. *Rhodiola rosea* (ružičasti žednjak) i *Punica granatum* (nar), kao i mnoge druge vrste ljekovitog bilja, imaju razna biološka svojstva, poput adaptogenih, antioksidacijskih i protuupalnih svojstava. Međutim, još uvijek nije dovoljno istražen njihov utjecaj na metaboličke procese, osobito pri neuravnoteženoj prehrani. Poremećaj metabolizma lipida glavni je uzročnik mnogih bolesti, uključujući pretilost, poremećaje krvotoknog sustava, nealkoholnu bolest jetre, povišeni tlak, aterosklerozu i inzulinsku rezistenciju. Posljednjih je godina dostupno sve više informacija o pozitivnim učincima nutrijenata iz prirodnih izvora na metabolizam lipida. Stoga je svrha ovoga rada bila utvrditi glavne učinke rizoma ružičastog žednjaka i kore nara na fiziološku aktivnost i metabolizam životinja hranjenih visokokaloričnom hranom. Ovo je istraživanje bitno za razvoj lijekova i dodataka prehrani koji se koriste za liječenje i profilaksu metaboličkih poremećaja.

Eksperimentalni pristup. Tijekom tridesetodnevnog eksperimenta odredili smo učinak rizoma ružičastog žednjaka (*Rhodiola rosea* L.) i kore nara (*Punica granatum* L.) na fiziološku aktivnost i metabolizam 24 laboratorijska štakora hranjenih visokokaloričnom hranom. Njihova je fizička aktivnost procijenjena na osnovu povećanja tjelesne mase i promjene relativne mase unutarnjih organa, te funkcionalnom stanju središnjeg živčanog sustava, vidljivog iz indikatora lokomotorne aktivnosti i emocionalnog stanja, određenih testom otvorenog polja. Utjecaj dodataka prehrani na metaboličke procese određen je na osnovu kompletne krvne slike.

Rezultati i zaključci. Tjelesna masa štakora hranjenih rizomom ružičastog žednjaka (*R. rosea*) dosegla je 125,8 % početne mase, onih hranjenih korom nara (*P. granatum*) 123,9 % početne mase, dok je kontrolna skupina dosegla samo 111,5 % početne tjelesne mase. Prehrana mužjaka štakora koja je sadržavala rizom ružičastog žednjaka tijekom mjesec dana ispitivanja nije bitno utjecala na promjenu relativne mase unutarnjih organa, a konzumacijom kore nara smanjile su se relativne mase timusa, jetre i mozga. Dodatak rizoma ružičastog žednjaka hrani povećao je aktivnost alkalne fosfataze, te smanjio koncentraciju uree i uree nitrata u krvi štakora. Ovakva je prehrana dovela i do izrazitog pada koncentracije bilirubina i triglicerida u plazmi (do 57,0 % u usporedbi s kontrolnom skupinom). Osim toga, prouzročila je neznatno smanjenje vrijednosti aterogenog indeksa plazme. Dodatkom kore nara se povećala aktivnost alkalne fosfataze, a smanjile su se koncentracije triglicerida i glukoze u krvi. Kore nara imala je velik utjecaj na porast vrijednosti aterogenog indeksa plazme (do 518,6 % u usporedbi s kontrolom) uslijed pada koncentracije lipoproteina velike gustoće (do 57,1 %) i istovremenog porasta koncentracije lipoproteina male gustoće (do 158,3 % u usporedbi s kontrolom). U otvorenom testu nisu opažene bitne promjene u ponašanju štakora.

Novina i znanstveni doprinos. Rezultati pokazuju da su rizom ružičastog žednjaka i kora nara sigurni dodaci visokokaloričnoj prehrani, koji ne uzrokuju nuspojave i patološke promjene, a bitno utječu na metabolizam lipida i ugljikohidrata. Ovo je istraživanje potvrdilo mogućnost uporabe rizoma ružičastog žednjaka (*R. Rosea*) i kore nara (*P. granatum*) u proizvodnji nutraceutika i farmakoloških proizvoda za liječenje metaboličkih poremećaja ljudi i životinja. Potrebno je provesti dodatna istraživanja za utvrđivanje potrebnih doza i trajanja primjene.

Ključne riječi: visokokalorična prehrana; povećanje tjelesne mase; liječenje pretilosti; rizom ružičastog žednjaka; kora nara; aterogeni indeks plazme

Pregled primjene eteričnih ulja i biljnih ekstrakata kao konzervansa i prirodnih antioksidansa u mesu i mesnim prerađevinama

Gabriela Aguiar Campolina¹, Eduardo Mendes Ramos¹
 Maria das Graças Cardoso², Alex Rodrigues Silva Caetano²
 David Lee Nelson³

¹Food Sciences Department, Federal University of Lavras (UFLA), Professor Edmir Sá Santos Rotatory Clover, 3037 Lavras, MG, Brazil

²Chemistry Department, Federal University of Lavras (UFLA), Professor Edmir Sá Santos Rotatory Clover, 3037 Lavras, MG, Brazil

³Postgraduate Program in Biofuels, Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys, MGT 367 Highway Km 583, N/N Diamantina, MG, Brazil

Sažetak

Proizvodnja mesa i mesnih prerađevina se prilagođava potrebama tržišta. Potrošači sve više traže da hrana bude kvalitetna. Stoga je zabrinutost zbog pretjerane uporabe aditiva, kao što su konzervansi i antioksidansi, potaknula istraživanja o njihovim prirodnim, zdravim i sigurnim zamjenama. Eterična ulja i biljni ekstrakti pokazali su se kao dobro rješenje tog problema. Potpuno su prirodni, a njihova biološka aktivnost se uglavnom zasniva na sprečavanju oksidacijskog oštećenja i rasta mikroorganizama, zbog čega pobuđuju interes prehrambene industrije i potrošača. Ovaj rad donosi pregled istraživanja o mogućnostima primjene eteričnih ulja i biljnih ekstrakata kao konzervansa i antioksidansa u mesu i mesnim prerađevinama, objavljenih u posljednjih pet godina. Detaljno su opisani i raspravljani načini primjene eteričnih ulja i biljnih ekstrakata u mesnim proizvodima, inovacije u području, alternativna rješenja, učinci na hranu i ograničenja njihove primjene.

Ključne riječi: prirodni spojevi; antimikrobni učinak; antioksidacijska aktivnost; mesna industrija; eterična ulja; biljni ekstrakti

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.17113/ftb.61.02.23.7929>

Pojavnost gena koji reguliraju biosintezu folata u bakterijama mliječno-kiselog vrenja izoliranih iz različitih izvora

Fenny Amilia Mahara¹, Hanifah Nuryani Lioe¹
 Lilis Nuraida^{1,2}, Siti Nurjanah^{1,2}

¹Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Engineering, and Technology, IPB University (Bogor Agricultural University), 16680 Bogor, Indonesia

²Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center, IPB University (Bogor Agricultural University), 16680 Bogor, Indonesia

Sažetak

Pozadina istraživanja. Bakterije mliječno-kiselog vrenja poznati su proizvođači folata, međutim, to svojstvo uvelike ovisi o njihovom soju. Na sintezu folata u pojedinim bakterijama mliječno-kiselog vrenja utječe dostupnost folata kojega bakterije konzumiraju pod određenim uvjetima. Osim toga, razlike u sposobnosti proizvodnje folata proizlaze iz prisutnosti gena koji reguliraju biosintezu tog vitamina.

Eksperimentalni pristup. Radi što boljeg razumijevanja sposobnosti različitih bakterija mliječno-kiselog vrenja da reguliraju biosintezu folata, ispitana je pojava gena koji sudjeluju u regulaciji tog procesa u bakterijama koje proizvode folat i onima koje ga ne proizvode, izdvojenim iz različitih uzoraka hrane u Indoneziji. Izvanstanična proizvodnja folata ispitana je visokodjelotvornom tekućinskom kromatografijom sa detektorom s nizom dioda (HPLC-DAD).

Rezultati i zaključci. Jedanaest od ukupno trinaest ispitanih bakterija mliječno-kiselog vrenja nosilo je svih osam gena uključenih u regulaciju biosinteze folata (folE, folQ, folB, folK, folP, folC1, folA i folC2). Osim toga, ti su izolati proizveli 10,37 do 31,10 µg/mL izvanstaničnog folata. Nasuprot tome, dvama sojevima bakterija koji ne proizvode folat nedostajalo je nekoliko gena za sintezu folata, kao što su folQ, folP i folA, što je vjerojatno razlog zašto ne mogu proizvesti folat de novo. Izradom filogenetskog stabla otkriveno je da geni koji reguliraju biosintezu folata (osim gena folK i folP), izolirani iz šest različitih sojeva mliječno-kiselih bakterija što proizvode folat, potječu od samo jednog pretka s genima homolognim s onima iz drugih vrsta bakterija mliječno-kiselog vrenja navedenih u bazi podataka.

Novina i znanstveni doprinos. U ovom je radu utvrđena raspodjela gena odgovornih za sintezu folata u različitim bakterijama mliječno-kiselog vrenja. Dobiveni rezultati potvrđuju mogućnost korištenja genetičkih markera biosinteze folata pri ispitivanju genotipske specifičnosti bakterija mliječno-kiselog vrenja koje proizvode taj vitamin.

Gljučne riječi: izvanstanična proizvodnja folata; geni za reguliranje biosinteze folata; bakterije mliječno-kiselog vrenja

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.17113/ftb.61.02.23.7762>

Utjecaj dodatka brašna od brakteja banane (*Musa spp.*) na miševe hranjene hranom s velikim udjelom masnoća

Isabela Rezende Ferreira¹

Valfredo de Almeida Santos Junior²

Édina Caroline Ferreira Almeida³, Felipe Francisco Bittencourt Junior³

Ariany Carvalho dos Santos⁴, Virginia Demarchi Kappel Trichez⁴

Elisvania Freitas dos Santos⁵

Mariana Manfroí Fuzinato⁶, Priscila Neder Morato⁶

¹Department of Food Science and Technology, Federal University of Grande Dourados, João Rosa Góes Street, Vila Progresso, 79825-070 Dourados, MS, Brazil

²Department of Food and Nutrition, State University of Campinas, University City Zeferino Vaz, Barão Geraldo, 13083-970 Campinas, SP, Brazil

³Department of Biological and Health Sciences, University Center of Grande Dourados, Balbina de Matos Street, Jardim Tropical, 79824-900 Dourados, MS, Brazil

⁴Department of Health Sciences, Federal University of Grande Dourados, João Rosa Góes Street, Vila Progresso, 79825-070 Dourados, MS, Brazil

⁵Department of Pharmaceutical Sciences, Food and Nutrition, Federal University of Mato Grosso do Sul, University City, Costa e Silva Street, 79070-900 Campo Grande, MS, Brazil

⁶Department of Engineering, State University of Mato Grosso do Sul, Emílio Mascoli Street, Jardim Vale Encantado, 79950-000 Naviraí, MS, Brazil

Sažetak

Pozadina istraživanja. Pri ekstenzivnom uzgoju banana (*Musa sp.*) nastaje velika količina otpadaka, kao što su lišće, prividno deblo i cvjetne brakteje. Brakteje banane su od komercijalnog interesa, jer su bogate vlaknima i imaju veliki antioksidacijski potencijal. Stoga je svrha ovoga rada bila ispitati utjecaj dodatka brašna od brakteja banane na životinje hranjene hranom s velikim udjelom masnoća.

Eksperimentalni pristup. Trideset i dva mužjaka miševa podijeljena su u četiri skupine ovisno o hranidbi: (i) kontrolna prehrana, (ii) kontrolna prehrana s dodatkom 10 % brašna od brakteja banane, (iii) hiperkalorična prehrana i (iv) hiperkalorična prehrana s dodatkom 10 % brašna od brakteja banane. Istraživanje je provedeno tijekom 12 tjedana, te je obuhvaćalo ispitivanje udjela fenolnih spojeva i antioksidacijskog učinka brašna od brakteja banane, određivanje biokemijskih pokazatelja u serumu (koncentracije glukoze, ukupnog kolesterola i triglicerida, aktivnosti aspartat aminotransferaze (AST), alanin transaminaze (ALT) i amilaze, te koncentracije albumina, mokraćne kiseline, kreatinina, ukupnih proteina i oralne glukoze), masenog udjela lipida u stolici, te histomorfološku analizu tkiva jetre, gušterače i masnog tkiva. Uz to, ispitana je prisutnost molekula kao što su interleukin 6 (IL6), ukupne i fosforilirane kinaze JNK i IKKβ, tumorski faktor nekroze alfa (TNFα), Toll-u sličan receptor 4 (TLR4) i protein toplinskog šoka 70 (HSP70).

Rezultati i zaključci. Brašno od brakteja banane imalo je velik udjel fenolnih spojeva i izražen antioksidacijski učinak. Rezultati dobiveni ispitivanjem in vivo pokazuju da su se dodatkom tog brašna hiperkaloričnoj

prehrani smanjile koncentracije ukupnog kolosterola i glukoze u krvi, te spriječilo patološko oštećenje organa, što upućuje na mogući hepatoprotektivni učinak ovog dodatka hrani. Zaključeno je da se dodatkom ovog brašna povećava unos vlakana, antioksidanasa i bioaktivnih spojeva u organizam.

Novina i znanstveni doprinos. Pripremom brašna od brakteja banane i njegovim dodatkom prehrani moguće je spriječiti ili smanjiti pretilost. Osim toga, korištenje brakteja banana pomaže zaštitu okoliša, jer predstavljaju otpad iz prehrambene industrije.

Ključne riječi: otpaci od uzgoja banane; antioksidacijska aktivnost; visokokalorična prehrana; hepatoprotektivni učinak

Prethodno priopćenje

<https://doi.org/10.17113/ftb.61.02.23.8018>

Istraživanje primjenjivosti metode detekcije SARS-CoV-2 virusa i njegove pojavnosti u hrani i pakiranju hrane

Zdenko Mlinar¹, Ivančica Kovaček¹, Ana Klobučar¹, Vanja Tešić^{1,3}, Vedran Prahin¹
Deni Kostelac², Jadranka Frece²

¹Andrija Štampar Teaching Institute of Public Health, Mirogojska cesta 16, 10000 Zagreb, Croatia

²Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Pierottijeva ulica 6, 10000 Zagreb, Croatia

³Faculty of Medicine, University of Rijeka, Braće Branchetta 20, 51 000 Rijeka, Croatia

Sažetak

Pozadina istraživanja. Iako je jasno da je SARS CoV-2 koronavirus primarno respiratorni virus, nisu u potpunosti razjašnjeni načini njegovog prijenosa. Prijenos hranom je ostao neobjašnjen način prijenosa. Stoga su ciljevi ovoga rada bili ispitati i procijeniti koji je od četiri odabrana komercijalna kompleta za ekstrakciju RNK najprikladniji za testiranje i otkrivanje SARS-CoV-2 na pakiranjima, površini hrane i u hrani. Time bi se mogla utvrditi mogućnost infekcije kontaktom ili izravnom konzumacijom hrane.

Eksperimentalni pristup. Pronalaženje najbolje tehnike je ključno, jer je ekstrakcija RNK jedan od bitnih elemenata u otkrivanju SARS-CoV-2. To je postignuto eksperimentom s četiri komercijalna kompleta za ekstrakciju, korištenih u skladu s izvornim protokolima proizvođača i njihovom modifikacijom koja je uključivala upotrebu etanola i izopropanola. Odabrani komplet korišten je za ekstrakciju RNK iz briseva s površina pakiranja, površine hrane i iz uzoraka gotove hrane. Koronavirus je zatim identificiran pomoću testova lančane reakcije polimerazom s reverznom transkripcijom u stvarnom vremenu (real-time RT-PCR), radi utvrđivanja prisutnosti virus SARS-CoV-2 ili virusnih čestica u prehrambenom lancu, sa sveukupnom namjerom dokazivanja mogućnosti prijenosa virusa putem hrane.

Rezultati i zaključci. Rezultati ovog istraživanja istaknuli su najučinkovitiji komplet i protokol za izolaciju. Ispitivanjem primjenjivosti kompleta utvrđen je značajan udjel uzoraka pozitivnih na virusne čestice SARS-CoV-2 izdvojenih s površina iz radnog okoliša u kojem su boravile oboljele osobe s 'tihom' infekcijom COVID-19, odnosno s blagim simptomima ili bez simptoma bolesti. Međutim, prema nalazima drugog dijela istraživanja, virus nije detektiran na ispitanim uzorcima pakiranja hrane, površina hrane i hrane.

Novina i znanstveni doprinos. Predstavljeni rezultati istaknuli su jedan od najprikladnijih protokola za izolaciju RNK iz okolišnih uzoraka površina. Glavni doprinos studije je u prikazu rezultata, odnosno ispitivanju uzoraka koji se primarno odnose na prehrambeni lanac, ambalažu hrane, površine hrane i gotovu hranu. Rezultati ove studije također bi mogli pomoći daljnjem određivanju potencijala hrane kao vektora za prijenos koronavirusa.

Ključne riječi: SARS-CoV-2; hrana; RT-PCR; koronavirus; prijenos hranom; ekstrakcija RNK

Utjecaj dodatka mikroalge *Chlorella vulgaris* svježem siru na povećanje njegove hranjive vrijednosti, te na njegov sastav, strukturu i senzorsku prihvatljivost

Rita Lousada Falcão¹, Isabel Sousa¹, Anabela Raymundo¹, Maria Cristiana Nunes¹
Valentina Pinheiro², Cátia Ribeiro²

¹ Department of Food Technology and Biotechnology, Faculty of Chemistry and Technology, University of Split, Ruđera Boškovića 35, 21000 Split, Croatia

² Department of Food Science and Technology, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Jamnikarjeva ulica 101, 1000 Ljubljana, Slovenia

³ Department of Biology, Faculty of Science, University of Split, Ruđera Boškovića 33, 21000 Split, Croatia

⁴ Department of Organic Chemistry, Faculty of Chemistry and Technology, University of Split, Ruđera Boškovića 35, 21000 Split, Croatia

Sažetak

Pozadina istraživanja. Prehrambene kompanije su prepoznale proizvodnju hrane obogaćene biološki aktivnim spojevima kao način pozicioniranja proizvoda na tržištu zdravom hranom. Obogaćivanje sira predstavlja velik izazov zbog njegove kemijske i strukturne složenosti te kompleksnosti biokemijskih reakcija koje se odvijaju tijekom fermentacije i zrenja. Mikroalge su hranjiv i održiv izvor hrane, koji sadržava važne biološki aktivne spojeve, kao što su proteini, polinezasićene masne kiseline, polisaharidi, klorofili, karotenoidi, vitamini i mineralne tvari.

Eksperimentalni pristup. Svrha je ovoga rada bila ispitati utjecaj dodatka 2 i 4 % mikroalge *Chlorella vulgaris* na hranjiva svojstva, biološku aktivnost, strukturu i senzorske značajke dvaju probiotičkih fermentiranih proizvoda: kvark i svježi krem sir. Ispitana je tekstura sireva i provedena su temeljna reološka mjerenja (oscilirajuća i statična), radi procjene utjecaja dodatka *C. vulgaris* na mehanička svojstva svježeg sira. Hranjivi je sastav sireva ispitan standardnim metodama, a njihova je biološka aktivnost određena prema udjelu ukupnih fenolnih spojeva i antioksidacijskoj aktivnosti.

Rezultati i zaključci. Mikroalga *C. vulgaris* utjecala je na čvrstoću oba tipa sireva. Sir s dodatkom mikroalge općenito je imao bolji hranjivi sastav, veće udjele proteina, Mg, P, S, Cu, Zn, Fe i Mn, te bolju biološku i antioksidacijsku aktivnost. Rezultati senzorske analize bili su obećavajući, osobito za svježi krem sir.

Novina i znanstveni doprinos. Obogaćivanje tradicionalnih prehrambenih artikala, kao što je dodatak mikroalge svježem siru, predstavlja zanimljivu strategiju razvoja hibridnih (sa životinjskim i biljnim izvorima proteina), inovativnih i održivih proizvoda te poboljšanja njihovog hranjivog sastava, osobito udjela proteina i mineralnih tvari, te povećanja njihove biološke aktivnosti.

Ključne riječi: mikroalga *Chlorella vulgaris*; svježi sir; hranjiva svojstva; analiza teksture



FOOD TECHNOLOGY & BIOTECHNOLOGY

br. 3, 2023., srpanj–rujan

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.17113/ftb.61.03.23.7843>

Ispitivanje tehnoloških i senzornih svojstava mafina pripremljenih s chia sjemenkama i liofiliziranim prahom breskve

Dasha Mihaylova¹

Aneta Popova², Pavlina Doykina²

Zhivka Goranova³

Bogdan Goranov⁴

¹Department of Biotechnology, University of Food Technologies, 26 Maritsa Blvd., 4002 Plovdiv, Bulgaria

²Department of Catering and Nutrition, University of Food Technologies, 26 Maritsa Blvd., 4002 Plovdiv, Bulgaria

³Institute of Food Preservation and Quality, Agricultural Academy, 154 Vasil Aprilov str., 4002 Plovdiv, Bulgaria

⁴Department of Microbiology, University of Food Technologies, 26 Maritsa Blvd., 4002 Plovdiv, Bulgaria

Sažetak

Pozadina istraživanja. Interes potrošača za hranom s dodatnom hranjivom vrijednošću sve je veći. U ovom je radu prikazana mogućnost pripreme mafina prema novoj recepturi, s chia sjemenkama i liofiliziranim prahom breskve, čime bi se smanjile društvene posljedice nezdravih prehrambenih navika i time povezane intolerancije na hranu.

Eksperimentalni pristup. Razvijene su dvije nove recepture pomoću kojih se izbjegava upotreba jaja i korigiraju količina i tip brašna. Novi su proizvodi procijenjeni pomoću sljedećih parametara: fizikalna svojstva, tekstura, aktivitet vode, broj stanica mikroorganizama, antioksidacijski potencijal i senzorna svojstva.

Rezultati i zaključci. Rezultati pokazuju da su relativna masa tijesta i njegove fizikalne značajke (gustoća, volumen i visina) obrnuto proporcionalni u svim uzorcima mafina. U usporedbi s kontrolnim uzorkom, u uzorcima pripremljenim prema modificiranoj recepturi smanjio se gubitak pri pečenju, povećao ukupni udjel fenola i povećao udjel vlakana a time i poboljšala hranjiva vrijednost mafina. Dodatkom chia sjemenki i praha breskve poboljšala su se njihova senzorna svojstva. Promjene izvorne recepture bitno su utjecale na boju mafina, koji su bili tamniji i manje žuti od kontrolnog uzorka. Tekstura novih uzoraka bila je bliža onoj kontrolnog uzorka.

Novina i znanstveni doprinos. Razvoj nove recepture koja neće umanjiti kakvoću proizvoda je bitan u tehnologiji hrane. Nova receptura treba zadovoljiti očekivanja modernih potrošača. Svrha je ovoga rada bila prikazati novi proizvod s poboljšanim funkcionalnim značajkama.

Ključne riječi: kolač; zdravi nadomjestak; voćni sastojak; *Prunus* spp.; pekarski proizvodi; tehnološki čimbenici; senzorsko ispitivanje

1-Metilciklopropen ublažava oštećenja mahuna tijekom skladištenja pri niskim temperaturama povećanjem učinka antioksidacijskog sustava stanične zaštite

| Na Lv, Cai-Ping Wang, Hong-Tao Zhou, Chang-Jie Guo, Hao-Yan Zhang, Da-Yong Ren

College of Food Science and Engineering, Jilin Agricultural University, Changchun, 130118 Jilin, PR China

Sažetak

Pozadina istraživanja. Oštećenje ploda tijekom skladištenja pri niskim temperaturama jedan je od primarnih uzroka smanjenja kakvoće tropskog i suptropskog povrća. Grah (*Phaseolus vulgaris* L.) je osjetljiv na oštećenja pri niskim temperaturama. Stoga je glavna svrha ovoga rada bila ispitati ublažavajući učinak 1-metilciklopropena na oštećenja mahuna pri niskim temperaturama. Osim toga, utvrđeni su mehanizmi promjene obrambenog antioksidacijskog sustava.

Eksperimentalni pristup. Mahune su izložene različitim volumnim udjelima 1-metilciklopropena tijekom 24 sata. Nakon toga su uzorci mahuna skladišteni pri 4 °C do 14 dana. Mjereni su sljedeći parametri: indeks oštećenja pri niskim temperaturama, gubitak elektrolita, titracijska kiselost i udjel ukupnih topljivih tvari. Osim toga, utvrđeni su udjeli klorofila, askorbinske kiseline i malondialdehida. Određeni su ukupni antioksidacijski učinak, sposobnost keliranja Fe(II) iona, sposobnost uklanjanja reaktivnih kisikovih spojeva i aktivnost antioksidacijskih enzima. Također su određeni ukupni udjel fenola i s njima povezana metabolička aktivnost enzima.

Rezultati i zaključci. Nakon obrade 1-metilciklopropenom smanjili su se indeks oštećenja pri niskim temperaturama, gubitak elektrolita i udjel malondialdehida u mahunama. Količine ukupnih topljivih suhih tvari, titracijske kiselosti, askorbinske kiseline i ukupnog klorofila u mahunama izloženim 1-metilciklopropenu bile su znatno veće nego u kontrolnom uzorku. Tretirane mahune imale su veću ukupnu antioksidacijsku aktivnost i sposobnost keliranja metala. Obradom 1-metilciklopropenom povećala se sposobnost uklanjanja radikala superoksida, hidroksila i 1,1-difenil-2-trinitrofenilhidrazina u mahunama. Aktivnosti peroksidaze, askorbat peroksidaze, superoksid dismutaze i katalaze bile su veće u tretiranim nego u kontrolnim uzorcima. Osim toga, obradom se povećalo nakupljanje fenolnih spojeva zbog regulacije enzima koji sudjeluju u metabolizmu fenola, kao što su šikimat-dehidrogenaza, fenilalanin amonijak-liaza, p-kumarinska kiselina i polifenol-oksidadaza. Možemo zaključiti da 1-metilciklopropen može spriječiti oštećenje mahuna pri niskim temperaturama aktivacijom enzimskih i neenzimskih antioksidacijskih sustava.

Novina i znanstveni doprinos. Ovaj rad daje uvid u mogućnost regulacije otpornosti povrća na niske temperature tijekom skladištenja poboljšanjem enzimskog antioksidacijskog sustava pomoću 1-metilciklopropena te nakupljanjem neenzimskih antioksidanasa. Dobiveni rezultati pokazuju da bi obrada 1-metilciklopropenom mogla biti učinkovita metoda ublažavanja oštećenja pri niskim temperaturama tijekom skladištenja graha.

Ključne riječi: grah (*Phaseolus vulgaris* L.); oštećenje ploda pri niskim temperaturama; 1-metilciklopropen; antioksidacijski sustavi; fenolni spojevi

Uklanjanje histamina iz ribljeg umaka s pomoću bakterije *Staphylococcus debuckii* sp. izolirane iz fermentirane ribe

Natthakan Rungraeng¹

Kazuhisa Ohtaguchi²

Teerin Chysirichote³

¹Unit of Food Packaging and Biomaterials, School of Agro-Industry, Mae Fah Luang University, Muang, 57100 Chiang Rai, Thailand

²Department of Chemical Engineering, Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, 152-8550 Tokyo, Japan

³Department of Food Engineering, School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, 10520 Bangkok, Thailand

Sažetak

Pozadina istraživanja. Jedan od problema u proizvodnji ribljeg umaka je ne prijeći najveću zakonom dozvoljenu koncentraciju histamina, poznatog uzročnika alergijskih reakcija, kojega proizvode bakterije tijekom fermentacije. Stoga je svrha ovoga rada bila ukloniti histamin iz konačnog proizvoda nakon fermentacije i time poboljšati kakvoću ribljeg umaka u smislu sigurnosti potrošača, te omogućiti njegovu prodaju i izvoz.

Eksperimentalni pristup. Bakterije koje rastu u podlozi s histaminom izolirane su iz usoljene ribe, te je ispitana njihova sposobnost razgradnje histamina u podlozi s velikim udjelom soli. Identificirane su bakterije s najboljom sposobnošću razgradnje histamina i zatim su optimirani uvjeti njegove razgradnje, uključujući temperaturu inkubacije i količinu soli u podlozi. Dobivena jednadžba je ispitana na lokalnom uzorku ribljeg umaka s dodatkom različitih koncentracija histamina.

Rezultati i zaključci. Od pet sojeva bakterija izoliranih iz usoljene ribe, soj koji je najuspješnije razgradio histamin identificiran je kao *Staphylococcus debuckii* sp. Ispitivanjem sposobnosti razgradnje histamina iz umjetne podloge (pH=7,0; t=25 °C i NaCl 25 % (m/V)) je potvrđeno da ovaj soj može razgraditi do 56 % histamina. Optimiranje postupka je pokazalo da se s povećanjem pH-vrijednosti podloge na 7,5 i sniženjem temperature inkubacije na 20 °C uklanjanje histamina može povećati s 56 na 73 %. Dobiveni model regresije, potvrđen eksperimentalnim rezultatima uklanjanja histamina iz ribljeg umaka, imao je prihvatljivu pogrešku (manju od 10 %). Izolirani soj bakterije *S. debuckii* koja razgrađuje histamin može se upotrijebiti kao inokulum u svrhu smanjenja količine histamina u ribljim proizvodima.

Novina i znanstveni doprinos. Mikrobiološkim postupkom razrađenim u ovom radu može se smanjiti koncentracija histamina u ribljem umaku i time poboljšati kakvoća dobivenog proizvoda, njegova zdravstvena sigurnost te zadovoljiti regulativa koja propisuje maksimalnu koncentraciju histamina u hrani. Rezultati se ovoga istraživanja mogu primijeniti i na obradu drugih vrsta tekuće hrane koja sadržava velike koncentracije histamina.

Glavne riječi: riblji umak; usoljena riba; *Staphylococcus debuckii*; biogeni amin

Učinak ultrazvučne i hidrotermalne obrade na probavljivost i antioksidacijska svojstva integralnog pšeničnog brašna s različitim udjelom amiloze

Valentina Nikolić¹, Slađana Žilić¹, Marijana Simić¹, Vesna Kandić¹

Primož Titan²

¹Maize Research Institute Zemun Polje, Slobodana Bajića 1, 11185 Belgrade-Zemun, Serbia

²Research Genetics and Agrochemistry Ltd., Krog, Brodarska 27, 9000 Murska Sobota, Slovenia

Sažetak

Pozadina istraživanja. Konzumacija brašna od cjelovitog zrna žitarica pridonosi povećanom unosu prehranbenih vlakana i fenolnih spojeva korisnih za ljudsko zdravlje. No, brašno od cjelovitog zrna ima i neke nedo-

statke, kao što su loša pekarska svojstva i niža tehnološka kvaliteta. Primjena ultrazvučnih i hidrotermalnih postupaka može pružiti nove mogućnosti izmjene i poboljšanja postupka pečenja i biofunkcionalnosti brašna, kao i kvalitete pekarskih proizvoda.

Eksperimentalni pristup. Ispitivani su uzorci brašna od cjelovitog zrna šest sorata pšenice s različitim udjelom amiloze. Određeni su izvorni kemijski sastav i profili viskoznosti brašna. Uzorci brašna su podvrgnuti obradi ultrazvukom pri frekvenciji od 30 kHz i temperaturi od 40 °C tijekom 10 min te hidrotermalnoj obradi na magnetskoj miješalici uz zagrijavanje u trajanju od 3 min nakon postizanja točke vrenja. Postupci obrade su provedeni radi utvrđivanja njihovog utjecaja na svojstvo probavljivosti i antioksidacijska svojstva brašna. Višestupanjski protokol enzimatske probavljivosti in vitro koji simulira proces probave u ljudskom gastrointestinalnom traktu primijenjen je na netretirane i tretirane uzorke brašna od cjelovitog zrna. Određen je i ukupni udjel slobodnih fenolnih spojeva i ukupni antioksidacijski kapacitet.

Rezultati i zaključci. Hidrotermička obrada pozitivno je utjecala na probavljivost brašna od cjelovitog zrna, posebice kod genotipova voštane pšenice, u usporedbi s onima s velikim udjelom amiloze, zbog stvaranja rezistentnog škroba. Hidrotermalna obrada imala je sveukupni negativan učinak na antioksidacijski kapacitet uzoraka brašna, dok je obrada ultrazvukom općenito povećala analitičke vrijednosti ukupnih slobodnih fenolnih spojeva, povećavajući njihovu sposobnost ekstrakcije. Ova otkrića mogu pružiti vrijedne informacije za razvoj nove hrane od cjelovitog zrna pšenice.

Novina i znanstveni doprinos. Koliko nam je poznato, ova vrsta istraživanja učinaka ultrazvuka i hidrotermalne obrade na probavljivost i antioksidacijska svojstva još nije provedena na brašnu od cjelovitog zrna pšenice s različitim udjelom amiloze. Voštane (amilopektinske) sorte i sorte pšenice s velikim udjelom amiloze smatraju se novim sirovinama zbog svojih jedinstvenih svojstava u proizvodnji kruha, poput poboljšane teksture kruha i povećanog udjela dijetalnih vlakana.

Gljučne riječi: integralno pšenično brašno; obrada ultrazvukom; hidrotermalni postupak; in vitro probavljivost; fenolni spojevi; antioksidacijski kapacitet

Pregledni rad

<https://doi.org/10.17113/ftb.61.03.23.8038>

Moguća primjena biološki aktivnih spojeva iz artičoke

| Thais Feiden, Eunice Valduga, Jamile Zeni and Juliana Steffens

Food Engineering Department, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Erechim, Av. Sete de Setembro 1621, 99709-910 Erechim, RS, Brazil

Sažetak

Artičoka (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus*) potječe s Mediterana i uzgaja se u nekoliko zemalja. Građena je od stabljike, listova i glavice, koja se još naziva capitulum, na kojoj se nalaze zeleni, šiljasti privjetni listovi. Bogata je polifenolima, flavonoidima, antocijanima, fenolnim spojevima, inulinom, kumarinima, terpenima, prehranbenim vlaknima, enzimima, polisaharidima, mineralnim tvarima i vitaminima, zbog čega ima široku primjenu u prehrambenoj industriji, biomedicini i proizvodnji biogoriva. Nekoliko je istraživanja pokazalo da artičoke imaju različita svojstva, kao što su antioksidacijska, protuupalna, antimikrobna, antikancerogena, anti-HIV, kardioprotektivna, hepatoprotektivna, te da snižuju razinu lipida i kolesterola u krvi. Svrha je ovoga rada bila dati pregled literature o fitokemijskom sastavu, biološkoj aktivnosti i primjenama artičoke, s naglaskom na metodama ekstrakcije, pročišćavanju i koncentraciji enzima u artičokama.

Gljučne riječi: enzimi; polifenoli; antioksidansi; metode ekstrakcije; pročišćavanje; biološka aktivnost; moguća primjena

Utjecaj fermentacije, autoklaviranja i obrade fitazom na antioksidacijska svojstva i kakvoću keksa od tefa

İrem Karaçoban¹, Nermin Bilgiçli¹Elif Yaver²¹Department of Food Engineering, Engineering Faculty, Necmettin Erbakan University, Koycegiz Campus, Demeç Street, 42090 Konya, Turkey²Department of Food Processing, Vocational School of Technical Sciences, Konya Technical University, İsmet Paşa Street, 42250 Konya, Turkey

Sažetak

Pozadina istraživanja. Tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] je nedovoljno iskorištena žitarica koja raste uglavnom u Etiopiji i Ertreji. Odličan je izvor vlakana, vitamina, mineralnih tvari i bioaktivnih spojeva. Međutim, sadržava i velike količine fitinske kiseline, antinutrijenta koji umanjuje biološku iskoristivost mineralnih tvari i proteina. Za poboljšanje njegove hranjive vrijednosti, treba učinkovito smanjiti udjel fitinske kiseline u tefu.

Eksperimentalni pristup. U ovome su radu ispitane različite metode uklanjanja fitinske kiseline (fermentacija, autoklaviranje i obrada fitazom). Za poboljšanje funkcionalnih svojstava keksa, brašno od tefa sa smanjenim udjelom fitinske kiseline i ono od tefa u kojem nije smanjen udjel fitinske kiseline pomiješani su sa pšeničnim brašnom (0–40 %). Pripremljeno je 20 različitih smjesa za kekse prema faktorskom planu 4×5×2. Ispitana su fizikalna, kemijska, hranjiva i senzorska svojstva dobivenih keksa.

Rezultati i zaključci. Od korištenih metoda uklanjanja fitinske kiseline, fermentacijom je uklonjen najveći maseni udjel fitinske kiseline (181 mg/100 g), a nešto manji udjel je uklonjen obradom fitazom (198 mg/100 g). Udjeli proteina, masnoća, željeza i cinka te antioksidacijska aktivnost keksa obogaćenih brašnom od tefa sa smanjenim udjelom fitinske kiseline bili su usporedivi s onima keksa obogaćenih brašnom od tefa u kojem nije smanjen udjel fitinske kiseline. Osim toga, ti kekci su imali manji maseni udjel fitinske kiseline. Kekci s 40 % brašna od tefa imali su veću antioksidacijsku aktivnost i hranjivu vrijednost od kontrolnih uzoraka od pšeničnog brašna. Uporabom brašna od tefa sa smanjenim udjelom fitinske kiseline smanjili su se faktor širenja (omjer promjera i visine) te a^* i b^* vrijednosti keksa u usporedbi s onima od brašna od tefa u kojem nije smanjen udjel fitinske kiseline. Kekci dobiveni od fermentiranog brašna tefa ili od brašna obrađenog fitazom bili su tvrđi od keksa proizvedenih od brašna sa smanjenim udjelom fitinske kiseline. Osim toga, s povećanjem udjela brašna od tefa, faktor širenja keksa se postepeno povećavao, a njihova tvrdoća smanjivala. Ukupna je prihvatljivost keksa s 10–20 % brašna od tefa bila slična onoj kontrolnih uzoraka.

Novina i znanstveni doprinos. Prema našim spoznajama, ovo je prvo istraživanje o kakvoći keksa koji sadržavaju brašno od tefa sa smanjenim udjelom fitinske kiseline. Dobiveni rezultati potvrđuju mogućnost uporabe do 20 % brašna od tefa sa smanjenim udjelom fitinske kiseline (osobito autoklaviranog i obrađenog fitazom) kao funkcionalnog sastojka koji povećava udjel mineralnih tvari i antioksidacijski učinak hrane. Nadalje, u radu je prikazano da se fermentacijom, autoklaviranjem i obradom fitazom može poboljšati hranjiva vrijednost žitarica.

Ključne riječi: autoklaviranje; kekci; fermentacija; fitaza; fitinska kiselina; tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]

Razvoj i usporedba alternativnih metoda pročišćavanja adalimumaba izravno iz suspenzije stanične kulture

Dorottya Vaskó¹, Júlia Domján¹, Bence Szűcs¹, László Bakk¹, György Marosi¹, Zsombor K. Nagy¹, Edit Hirsch¹Péter Hajdinák², Csaba Fehér²¹Department of Organic Chemistry and Technology, Faculty of Chemical Technology and Biotechnology, Budapest University of Technology and Economics, Műegyetem rkp. 3, 1111 Budapest, Hungary²Department of Applied Biotechnology and Food Science, Faculty of Chemical Technology and Biotechnology, Budapest University of Technology and Economics, Műegyetem rkp. 3, 1111 Budapest, Hungary

Sažetak

Pozadina istraživanja. Afinitetna kromatografija pri kojoj se monoklonsko protutijelo veže za protein A je već dobro poznata metoda u farmaceutskoj industriji. Međutim, zbog visokih troškova izdvajanja proteina A pomoću kromatografije te poteškoća u provođenju kontinuiranog procesa važno je ispitati alternativne metode pročišćavanja.

Eksperimentalni pristup. U ovome su radu razvijene i optimirane metode ekstrakcije sa ponovnom ekstrakcijom te taloženja i otapanja. Rezultati tih dvaju metoda, odnosno prinos monoklonskih protutijela, količina preostalih nečistoća, kao što su DNA i proteini stanica domaćina, te količina agregata monoklonskih protutijela, uspoređeni su s onima dobivenim afinitetnom kromatografijom na ionskom izmjenjivaču. Za sveobuhvatnu usporedbu različitih metoda, ispitivanja su provedena na identičnim hranjivim podlogama koje su sadržavale adalimumab.

Rezultati i zaključci. Afinitetnom kromatografijom na ionskom izmjenjivaču dobiveni su veliki prinos i velika čistoća adalimumaba. Taloženjem su dobiveni veliki prinos, ali manja čistoća uzorka. Pročišćavanje pomoću ekstrakcije rezultiralo je manjim prinosom i manjom čistoćom uzorka. Zaključeno je da je metoda taloženja bolja od ekstrakcije za izravno pročišćavanje adalimumaba iz suspenzije stanične kulture.

Novina i znanstveni doprinos. Iako alternativne metode imaju neke prednosti, kao što su jednostavna i jeftina primjena, neophodno ih je unaprijediti da bi dobiveni rezultati bili usporedivi s rezultatima dobivenim pročišćavanjem adalimumaba ionskom kromatografijom u hranjivoj podlozi.

Ključne riječi: monoklonska protutitijela; metoda pročišćavanja; afinitetna kromatografija; taloženje; ekstrakcija

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.17113/ftb.61.03.23.8152>

Utjecaj djelomične zamjene šećera sirupom od smokava na preživljavanje bakterije *Bacillus coagulans* i fizikalno-kemijska svojstva probiotičkog sladoleda

Reza Janipour¹, Seyed Shahram Shekarforoush¹, Hamid Reza Gheisari¹
Samira Ghorbani²

¹Department of Food Hygiene and Public Health, School of Veterinary Medicine, Shiraz University, Eram Street, Shiraz, Iran

²Department of Food Hygiene and Public Health, School of Veterinary Medicine, Ardakan University, Ayatollah Khatami Street, Yazd, Iran

Sažetak

Pozadina istraživanja. U različitim se granama prehrambene industrije pojavila potreba za obogaćivanjem hrane funkcionalnim sastojcima. Probiotički proizvodi s vrijednim hranjivim i terapijskim svojstvima su od velikog interesa za prehrambenu industriju, nutricionizam i medicinu. Svrha je ovoga rada bila ispitati senzorska i fizikalno-kemijska svojstva probiotičkog sladoleda koji sadržava sirup od smokve, te procijeniti preživljavanje bakterije *Bacillus coagulans* u dobivenom sladoledu nakon 90 dana skladištenja pri -18 °C.

Eksperimentalni pristup. U ovom su istraživanju pripremljene četiri skupine sladoleda, i to: obični mliječni sladoled bez dodataka, sladoled s dodatkom 109 CFU/g bakterije *B. coagulans*, sladoled s dodatkom 25 % sirupa od smokava kao zamjenom za šećer i sladoled s dodatkom 25 % sirupa od smokava i 109 CFU/g bakterije *B. coagulans*. Svi su uzorci skladišteni na -18 °C tijekom 3 mjeseca. Ispitani su sljedeći parametri: tekstura, pH-vrijednost, kiselost i viskoznost dobivenih sladoleda, a broj je mikroorganizama određivan nakon 1, 30, 60 i 90 dana skladištenja. Organoleptičko ispitivanje je provedeno tijekom prvog i devedesetog dana skladištenja.

Rezultati i zaključci. Rezultati pokazuju da se tijekom prve faze zamrzavanja smjese i nastanka sladoleda broj bakterija *B. coagulans* smanjio s 109 na 107 CFU/g, te se nakon toga nije mijenjao tijekom 90 dana skladištenja. Također nisu uočene bitne promjene senzorskih svojstava niti tekture uzoraka. Zamjenom 25 % šećera sirupom od smokava smanjila se pH-vrijednost, a povećala kiselost te poboljšala viskoznost sladoleda. Zaključno, možemo preporučiti proizvodnju funkcionalnog sladoleda s dodatkom sirupa od smokve i bakterijom *B. coagulans* zbog njihovog pozitivnog učinka na zdravlje.

Novina i znanstveni doprinos. Dobiveni rezultati mogu se primijeniti u pripremi funkcionalne i zdrave hrane. Naši rezultati pokazuju da bi se sirup od smokava mogao koristiti kao prirodni zaslađivač ili zamjena za šećer u različitim proizvodima.

Ključne riječi: mliječni sladoled; *Bacillus coagulans*; sirup od smokava; zamjena za šećer

Pregledni rad

<https://doi.org/10.17113/ftb.61.03.23.8013>

Tehnike minimalne obrade za proizvodnju i čuvanje hrane prilagođene individualnim potrebama

Daniel Berdejo¹, Diego García-Gonzalo¹, Rafael Pagan¹

Nadia Oulahal², Pascal Degraeve²

Rositsa Denkova-Kostova³, Vesela Shopska³, Georgi Kostov³

¹Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2, Universidad de Zaragoza-CITA (UNIZAR), C. de Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza, Spain

²Université de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1 (UCBL), ISARA Lyon, BioDyMIA Research Unit, Technopole Alimentec, 155 rue Henri de Boissieu, 01000 Bourg en Bresse, France

³University of Food Technologies (UFT), 26 Maritza boulevard, Plovdiv, Bulgaria

Sažetak

Hrana prilagođena individualnim potrebama, poznata i kao hrana s prilagođenim svojstvima, je posebno pripremljena hrana jedinstvenog sastava, dobivena različitim metodama koje se zasnivaju na dobro poznatim mehanizmima djelovanja biološki aktivnih sastojaka. Razvoj takve hrane obuhvaća procjenu pojedinih sastojaka, uključujući biološki aktivnih spojeva izoliranih iz otpada nastalog u proizvodnji, poput eteričnih ulja. Ti su spojevi ispitani pojedinačno i u kombinaciji sa sastojcima hrane, u svrhu razvoja određenih funkcionalnih svojstava.

U fokusu ovog revijalnog prikaza je primjena tehnika minimalne obrade za proizvodnju i čuvanje hrane prilagođene jedinstvenim potrebama. Razmotreni su različiti pristupi, uključujući tradicionalne i nove tehnologije, te novi sastojci, poput biomolekula što potječu iz različitih izvora i mikroorganizama. Ti su pristupi kombinirani na principu tehnologije preprekama, za uspješno postizanje sinergijskog učinka koji poboljšava sigurnost i produljuje vrijeme skladištenja hrane, dok istovremeno zadržava njezina funkcionalna svojstva.

Ključne riječi: hrana prilagođena jedinstvenim potrebama; biološko konzerviranje; nove tehnologije; tehnike minimalne obrade hrane

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.17113/ftb.61.03.23.8002>

Optimiranje sastava bademovog napitka obogaćenog ekstraktima mirte, lovora i komorača, kao zamjene za mlijeko

Sandra Balbino, Daniela Cvitković, Hanna Skendrović and Verica Dragović-Uzelac

Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia

Sažetak

Pozadina istraživanja. Biljke i začini koji se upotrebljavaju u tradicionalnoj medicini se sve više kombiniraju pri razvoju funkcionalnih prehrambenih proizvoda usmjerenih na liječenje specifičnih simptoma i poremećaja. Među mediteranskim biljkama koje se tradicionalno koriste u liječenju poremećaja probavnog sustava, značajno mjesto imaju ekstrakti mirte (*Myrtus communis* L.), lovora (*Laurel nobilis* L.) i komorača (*Foeniculum vulgare* Mill.). Razmatrajući proizvode u koje bi se ovi ekstrakti mogli inkorporirati, zamjene za mlijeko na biljnoj bazi se ističu kao izvrsna osnova, pri čemu su bademovi napitci među najpopularnijima.

Ekperimentalni pristup. Svrha je ovog istraživanja bila optimirati sastav bademovog napitka obogaćenog koncentriranim vodenim ekstraktom (sa 25 % suhe tvari), koji sadržava ekstrakte mirte i lovora (po 25 %) i ekstrakt sjemenki komorača (50 %). Centralni kompozitni plan s 20 formulacija sadržavao je različite udje-

le vodenog ekstrakta biljaka ($\phi=2-6\%$), emulgatora lecitina (0,15–0,45 % m/V) i ksilitola kao sladila (2–5 % m/V), dok su antioksidacijska aktivnost, koncentracija ukupnih fenolnih spojeva i senzorska svojstva napitaka određeni kao zavisne varijable.

Rezultati i zaključci. Antioksidacijska aktivnost i koncentracija ukupnih fenolnih spojeva u pripremljenim bademovim napitcima povećavale su se s povećanjem udjela koncentriranog vodenog ekstrakta biljaka, kao i intenzitet boje, miris, biljni okus, gorčina i naknadni okus. Dodatak lecitina rezultirao je tamnijom bojom, a prisutnost ksilitola povećala je slatkoću proizvoda. Svi napitci imali su dobru ukupnu privlačnost, koja se povećavala s povećanjem udjela ksilitola.

Novina i znanstveni doprinos. Ovaj rad pruža nove uvide u optimiranje obogaćenih zamjena za mlijeko na biljnoj osnovi. Dodatak ekstrakata mirte, lovora i komorača u bademove napitke rezultirao je 12 puta većom antioksidacijskom aktivnošću. Ksilitol prikriva potencijalnu gorčinu fenolnih spojeva, omogućavajući dodavanje većih količina ekstrakata.

Ključne riječi: bademov napitak; biljni ekstrakt; antioksidacijska aktivnost; fenoli; senzorska analiza

Prethodno priopćenje

<https://doi.org/10.17113/ftb.61.03.23.8124>

Učinak topljivih prehrambenih vlakana na izvedbu vježbi i percepciju umora kod mladih košarkaša

Edin Hadžić¹, Antonio Starcević¹, Jurica Zucko¹, Ira Renko¹

Tomislav Rupčić², Damir Knjaz², Dario Novak²

Toni Čvrljak³

¹University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia

²University of Zagreb, Faculty of Kinesiology, Horvačanski zavoj 15, 10110 Zagreb, Croatia

³University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia

Sažetak

Pozadina istraživanja. U ovom smo radu ispitali učinak topljivih prehrambenih vlakana na poboljšanje neuromuskularne i kardiovaskularne izdržljivosti te smanjenje percepcije umora u pomno praćenoj skupini košarkaša. Prebiotici su zanemarivani u sportskoj prehrani, a njihov učinak na izvedbu vježbi i dalje je slabo istražen i shvaćen.

Eksperimentalni pristup. Osamnaest zdravih muških košarkaša podijeljeno je u dvije skupine; jedna je primala 17 g topljivih dijetalnih vlakana (Nutriose®) dnevno tijekom četiri tjedna, a druga je primala placebo. Procijenjene su njihove morfološke karakteristike, neuromuskularna i kardiovaskularna izdržljivost te umor nakon vježbanja prema ljestvici ocjene percipiranog umora. Mjerenja su obavljena na početku i nakon četiri tjedna provedene suplementacije. Uzorci stolice prikupljeni su od svih sudionika neposredno prije i nakon perioda suplementacije, te je iz njih izdvojena ukupna DNK i poslana na sekvenciranje amplikona.

Rezultati i zaključci. U ovom istraživanju vlakna nisu imala statistički značajan učinak na eksplozivnu snagu vertikalnog tipa, eksplozivnu snagu sprinta, niti na aerobnu i anaerobnu izdržljivost u eksperimentalnoj skupini. Topljiva vlakna su statistički značajno utjecala na smanjenje ocjene percipiranog umora košarkaša tijekom natjecateljskog dijela sezone ($7,27 \pm 0,04$ naspram $8,82 \pm 0,81$). To je potvrđeno dvosmjernim ANOVA testom s replikacijom, koji je pokazao da su interakcija unutar skupine ($p=0,0193$), prije i nakon uzimanja suplementa ($p=0,0049$) i interakcija između skupina prije i nakon uzimanja suplementa ($p=0,0313$) značajno utjecale na rezultat. Opći zaključak istraživanja je da dodatak topljivih prehrambenih vlakana ne poboljšava neuromuskularnu i kardiovaskularnu izdržljivost tijekom 4 tjedna. Međutim, suplementacija vlaknima mogla bi imati značajan učinak na smanjenje ocjene percipiranog umora, što je potvrđeno statističkom analizom. Rezultati dobiveni sekvenciranjem amplikona i naknadnom bioinformatičkom obradom sugeriraju da bi to mogao biti ishod blagotvornog učinka suplementa na crijevnu mikrobiotu i njezine metabolite.

Novina i znanstveni doprinos. Ovaj rad naglašava važnost uporabe prebiotika u sportskoj prehrani. Prehrambena vlakna su dugo bila zanemarivana komponenta sportske prehrane. Istraživanje je pokazalo statistički značajan pozitivan učinak na percepciju umora, naglašavajući potrebu za daljnjim istraživanjima u tom smjeru.

Ključne riječi: izvedba vježbi; prehrambena vlakna; ocjena percipiranog umora; mikrobiom; sekvenciranje amplikona

Aktivnost zgrušavanja mlijeka i primarna proteoliza liofiliziranog ekstrakta cvijeta artičoke (*Cynara scolymus* L.)

Valentina Crosetti^{1,2}, Agustín Sola¹, María José Torres^{1,2}

Gabriela Grigioni³

¹Department of Basic and Experimental Sciences, National University of the Northwest of the Province of Buenos Aires (UNNOBA), Newbery 355, 6000 Junín, Buenos Aires, Argentina

²Research and Transfer Center of the Northwest of the Province of Buenos Aires (CITNOBA) – UNNOBA-UNSA-CONICET, Monteagudo 2772, 2700 Pergamino, Buenos Aires, Argentina

³Institute of Food Technology – Institute of Science and Technology of Sustainable Food Systems, INTA CONICET, CC 25, 1712 Castelar, Buenos Aires, Argentina

Sažetak

Pozadina istraživanja. U nekoliko je istraživanja ispitana primjena enzima dobivenih iz artičoke (*Cynara scolymus*) kao zamjena za teleće sirilo u proizvodnji sira. U njima su korišteni vodeni ekstrakti dobiveni maceracijom biljnog materijala te skladišteni zamrzavanjem. Međutim, pokazalo se da se liofilizacijom bolje očuvaju koagulacijska svojstva biljnih ekstrakata tijekom duljeg skladištenja, jer ih je jednostavnije kontrolirati, održati stabilnima i higijenski ispravnima, a mogu se i dulje vrijeme skladištiti te lakše distribuirati i standardizirati.

Eksperimentalni pristup. U ovom smo radu pripravili liofilizirani ekstrakt cvijeta zrele artičoke, te opisali njegova svojstva zgrušavanja mlijeka pri različitim pH-vrijednostima i temperaturama. Osim toga, određeni su mogući prinos, sastav sirutke i uzorak razgradnje kazeina u grušu pripremljenom u malim porcijama s različitim količinama sredstva za koagulaciju, ispitanom elektroforezom na poliakrilamidnom gelu s dodatkom uree.

Rezultati i zaključci. Liofilizirani ekstrakt je razgradio kazein i imao stabilnu proteolitičku aktivnost pri pH-vrijednosti od 6,4 i temperaturi od 37 °C tijekom 50 min, koja se smanjila pri porastu temperature na 41 i 45 °C, a potpuno nestala pri 70 °C. Nasuprot tome, aktivnost zgrušavanja mlijeka se bitno povećala ($p < 0,001$) pri porastu temperature s 37 na 45 °C i padu pH-vrijednosti mlijeka sa 6,8 na 5,8. Mogući prinos gruša pripremljenog u malim porcijama pomoću liofiliziranog ekstrakta artičoke bio je od 10 do 17 %, a uzorak razgradnje kazeina određen elektroforezom na poliakrilamidnom gelu s dodatkom uree bio je sličan uzorku dobivenom primjenom komercijalnog koagulant.

Novina i znanstveni doprinos. Naše istraživanje provedeno u laboratorijskim uvjetima pokazalo je da liofilizirani ekstrakt artičoke ima dovoljno veliku proteolitičku aktivnost i sposobnost koagulacije, pa se može upotrijebiti kao sredstvo za zgrušavanje mlijeka, odnosno u proizvodnji sira kao koagulant biljnog podrijetla, umjesto sirila životinjskog podrijetla. Prednost liofiliziranog ekstrakta je u tome što bolje zadržava koagulacijska svojstva i može se dulje vrijeme skladištiti. Osim toga, pruža inovativnu mogućnost proizvodnje različitih vrsta sireva, što može biti zanimljivo potrošačima koji imaju različite prehrambene potrebe i navike.

Ključne riječi: *Cynara scolymus*; liofilizirani biljni koagulant; aktivnost zgrušavanja; proteoliza kazeina; biljna zamjena za sirilo



GEODETSKI LIST

br. 77, 2/2023., Ožujak

Izvorni znanstveni članak

Sarajevska tvrđava Bijela tabija u svjetlu povijesno-kartografskih izvora

Nedim Tuno¹, Elma Korić²

Ivka Kljajić³

¹Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

²Orijentalni institut Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

³Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

U radu je sintezom podataka iz dostupnih izvora dan doprinos poznavanju povijesnoga razvoja, graditeljskih i prostornih obilježja čuvene tvrđave Bijela tabija, podignute u sarajevskom naselju Vratnik. Provedeno istraživanje rezultiralo je brojnim saznanjima o izgradnji i promjenama te građevine kroz povijest, zahvaljujući čemu su popunjene mnoge evidentne praznine u dosadašnjoj historiografiji objekta. Do novih spoznaja došlo se pronalaskom, pažljivim proučavanjem, interpretacijom i analizom do sada neobjavljenih dokumenata, što se posebice odnosi na autentične kartografske izvore. Kronološka usporedba širokog korpusa prikupljenih kartografskih izvora i drugih grafičkih prikaza te građevine, nastalih od kraja 17. stoljeća do drugog desetljeća 20. stoljeća, u kombinaciji s raspoloživim pisanim povijesnim dokumentima, pružila je mogućnost pouzdanog praćenja oblikovanja i brojnih transformacija tvrđave na Vratniku, od srednjevjekovnoga grada, preko osmanske Ičkale (unutarnje tvrđave – citadele) do austrougarske međutvrde Bijeli bastion (tabija).

Ključne riječi: Bijela tabija; grafički prikazi; kartografski izvori; Sarajevo; tvrđava

Izvorni znanstveni članak

Geodetski pristup uređenju državne granice Republike Hrvatske i rješavanju graničnih sporova

Elizabeta Babić Sever¹, Ilija Grgić¹

Mladen Zrinjski²

Martina Triplat Horvat³

¹Državna geodetska uprava, Zagreb, Hrvatska

²Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska

³Geomatika d.o.o. – Podružnica Zagreb, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Širom svijeta postoji čitav niz neriješenih graničnih sporova, pri čemu su oni često izvor političkih nestabilnosti između država koje zatim posljedično prerastaju u vojne sukobe. Trenutačno se u svijetu vodi više od stotinu graničnih sporova, koji prostorno pokrivaju teritorije Afrike, Azije, Amerike i Europe. Geodezija je znanost koja se, među ostalim, bavi izmjerom zemljišta i Zemlje te je jedna od prvorazredno politički važnih zadaća koje obavljaju geodeti svakako identificiranje i definiranje položaja granice na terenu, odnosno sudjeluju u procesu razgraničenja. U radu su prikazane osnovne karakteristike procesa određivanja državne granice, primjeri korištenja moderne tehnologije, primjene starih i novih karata i planova u svrhu rješavanja graničnih sporova.

Ključne riječi: granica; granični spor; uređenje državne granice; identificiranje granice; katastarski planovi; topografske karte

Izvorni znanstveni članak

Otkrivanje grubih pogrešaka uz pomoć robusnih točnih i brzih metoda regresije najmanjih kvadrata u transformaciji koordinata

Hasan Dilmaç¹, Yasemin Sisman¹
Kamil Maciuk²

¹Faculty of Engineering, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey

²AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland

Sažetak

Različiti terestrički referentni sustavi definirani su i korišteni zbog nekih praktičnih i povijesnih događaja u domeni geodezije. Prijelaz iz jednog sustava u drugi zahtijeva transformaciju koordinata. Helmertova transformacija najčešće je korištena kao model za 2D mreže. 2D Helmertova transformacija definirana je s četiri transformacijska parametra, a dvije zajedničke točke u oba koordinatna sustava daju jedinstveno rješenje. Kako bi se povećala pouzdanost parametara transformacije, obično se koriste redundantna opažanja. U ovom slučaju, najmanji kvadrati (LS) najčešća su metoda koja se koristi za dobivanje jedinstvenog rješenja iz redundantnih opažanja. Međutim, grube pogreške često se pojavljuju u skupu podataka i ozbiljno utječu na rezultate najmanjih kvadrata. Općenito se primjenjuju dva pristupa za otkrivanje grubih pogrešaka: klasično ispitivanje grubih pogrešaka i robusne metode. Najčešće robusne metode su najmanje apsolutno odstupanje (L1), M-procjenitelji, ukupni najmanji kvadrati (TLS), generalizirani M-procjenitelji, najmanji medijan kvadrata (LMS) i metoda regresije najmanjih kvadrata (LTS). Za rješavanje metode regresije najmanjih kvadrata postoje točna i približna rješenja. U ovoj studiji, parametri 2D Helmertove transformacije između ED50 i ITRF koordinata procjenjuju se LS metodom uključujući klasična ispitivanja grubih pogrešaka, točna LTS rješenja i brza LTS rješenja što je približno rješenje za usporedbu učinkovitosti metoda u otkrivanju grubih pogrešaka.

Ključne riječi: transformacija koordinata; otkrivanje grubih pogrešaka; robusno rješenje; najmanji kvadrati; regresija najmanjih kvadrata; ITRF; ED50; LTS; TLS; GNSS

Stručni rad

Prostorna analiza zdravstvenih ustanova na području Grada Dubrovnika

Ivka Kljajić¹
Martina Jukić²

¹Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska

²Karner Ingenieure GmbH, München, Deutschland

Sažetak

Ravnomjerna rasprostranjenost zdravstvenih ustanova je važna u svakodnevnom životu stanovništva, a svaka struktura stanovništva trebala bi imati optimalan pristup zdravstvenim ustanovama. Prostorni i atributni podaci o zdravstvenim ustanovama na području Grada Dubrovnika preuzeti su s web-stranica Hrvatskog zavoda za zdravstveno osiguranje i Hrvatske ljekarničke komore te Portala otvorenih podataka Republike Hrvatske. Demografski podaci preuzeti su s web-stranica Državnog zavoda za statistiku te dobiveni od Policijske uprave Dubrovačko-neretvanske županije. Na temelju prikupljenih podataka izrađen je geoinformacijski sustav (GIS) zdravstvenih ustanova primarne zdravstvene zaštite, odnosno ordinacija opće medicine, ordinacija za dentalnu zdravstvenu zaštitu, ordinacija za zdravstvenu zaštitu predškolske djece, ordinacija za zdravstvenu zaštitu žena i ljekarni te demografije. Nakon obrade podataka, provedene su analize prostorne distribucije i prostorne dostupnosti zdravstvenih ustanova te su izrađene karte na temelju kojih su izvedeni zaključci.

Cljučne riječi: demografski podaci; geoinformacijski sustav (GIS); Grad Dubrovnik; prostorna analiza; zdravstvene ustanove

Vijesti

Festival znanosti 2023

| Mladen Zrinjski, Đuro Barković, Antonio Tupek, Krunoslav Špoljar

Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

U radu je opisan Festival znanosti, dvadeseti po redu, koji je održan od 24. do 29. travnja 2023. godine.

Cljučne riječi: festival znanosti; Geodetski fakultet

Vijesti

Sveučilišni magistri inženjeri geodezije i geoinformatike

| Mladen Zrinjski

Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

U radu je dan popis studenata koji su diplomirali na sveučilišnom diplomskom studiju geodezije i geoinformatike Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu dana 23. lipnja 2023. godine.

Cljučne riječi: magistar; inženjer; geodezija; geoinformatika

Vijesti

Vijesti Hrvatskoga geodetskog društva

| Rinaldo Paar, Mladen Zrinjski

Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

U radu je dan prikaz vijesti Hrvatskoga geodetskog društva.

Cljučne riječi: Hrvatsko geodetsko društvo; vijesti

Vijesti

Vijesti Državne geodetske uprave

| Državna geodetska uprava

Državna geodetska uprava, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

U radu je dan prikaz vijesti Državne geodetske uprave.

Ključne riječi: Državna geodetska uprava, vijesti

Vijesti

Vijesti Hrvatske komore ovlaštenih inženjera geodezije

| Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije

Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

U radu je dan prikaz vijesti Hrvatske komore ovlaštenih inženjera geodezije.

Ključne riječi: Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije; vijesti

Recenzija, prikaz

Geodetski list i njegovi prethodnici upisani u Hrčak

| Mladen Zrinjski, Nedjeljko Frančula

Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Geodetski list i njegovi prethodnici upisani su u Hrčak.

Ključne riječi: Geodetski list; Hrčak



KEMIJA U INDUSTRIJI

Vol. 72 No. 7-8, 2023.

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.15255/KUI.2022.081>

Metoda potpornih vektora u procjeni utjecaja karakteristika unaprijednih osmotskih membrana na zadržavanje organskih molekula

| Fouad Kratbi, Yamina Ammi, Salah Hanini

Laboratory of Biomaterials and Transport Phenomena (LBMPT), University of Médéa, Alžir

Sažetak

Proces unaprijedne osmoze (FO) trenutačno se učestalo proučava, a glavne su tematike zadržavanje različitih molekula, potrošnja energije i modeliranje samog procesa. Glavna svrha ovog istraživanja bila je, primjenom modeliranja, procijeniti utjecaj karakteristika FO membrana na zadržavanje neutralnih organskih molekula. Rad je fokusiran na primjenu metode potpornih vektora (engl. *Support Vector Machines*, SVM) za predviđanje zadržavanja organskih molekula (53) FO membranama. Razvijeni SVM model uspoređen je s dva druga modela: modelom umjetne neuronske mreže i modelom višestruke linearne regresije. SVM model generiran uz radialnu baznu funkciju pokazao je najbolju vrijednost koeficijenta korelacije u iznosu 0,8526. Vrijednosti koeficijenta korelacije kod modela umjetne neuronske mreže i modela višestruke linearne regresije iznosile su 0,7630, odnosno 0,8723.

Ključne riječi: metoda potpornih vektora; unaprijedna osmoza; membrane; zadržavanje; organske molekule

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.15255/KUI.2022.082>

Utjecaj sušenja, prešanja i antioksidansa na prinos i oksidativnu stabilnost hladno prešanih ulja

| Tihomir Moslavac¹, Stela Jokić¹, Drago Šubarić¹, Marta Ostojčić¹, Srećko Tomas¹, Sandra Budžaki¹
Mario Kovač²

¹Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje Kuhača 18, 31 000 Osijek, Hrvatska

²Sveučilište u Mostaru, Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Mostar, Biskupa Čule bb, 88 000 Mostar, Bosna i Hercegovina

Sažetak

U ovom radu istražen je utjecaj parametara sušenja (temperatura) i prešanja (veličina otvora glave preše, frekvencija elektromotora) sjemeni uljane repice, suncokreta i šafranke na prinos ulja te dodatka antiok-

sidansa (prirodnog, sintetičkog) na oksidacijsku stabilnost hladno prešanih ulja. Standardnim metodama određeni su parametri kvalitete uljarica (sadržaj vlage) i hladno prešanih ulja (jodni broj, saponifikacijski broj, peroksidni broj, slobodne masne kiseline, vlaga i sadržaj netopljivih nečistoća). Što se tiče oksidacijske stabilnosti, kao prirodni antioksidansi upotrijebljeni su ekstrakti ružmarina, zelenog čaja i nara, a kao sintetski propil galat. Rezultati su pokazali da vlažnost uljarica te veličina otvora glave preše i frekvencija elektromotora utječu na iskorištenje hladno prešanog ulja. Smanjenjem veličine otvora glave preše i frekvencije elektromotora povećava se volumen proizvedenog hladno prešanog ulja. Ekstrakt ružmarina učinkovito je povećao oksidacijsku stabilnost ulja suncokreta i šafranike, a ekstrakt zelenog čaja povećao je stabilnost repičina ulja. Veća stabilizacija ispitivanih ulja postignuta je dodatkom 0,4 % prirodnih antioksidansa u odnosu na dodatak od 0,2 %. Sintetski antioksidans propil galat nije stabilizirao ulje šafranike, a za razliku od upotrijebljenih prirodnih antioksidansa, manje štiti repičino i suncokretovo ulje od oksidacije.

Ključne riječi: sušenje uljarica; prešanje; hladno prešano ulje; oksidativna stabilnost; antioksidansi

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.15255/KUI.2023.001>

Proračun optimalnog temperaturnog profila hlađenja šaržnog kristalizatora

| Josip Sacher, Marko Sejdić, Matea Gavran, Nenad Bolf, Željka Ujević Andrijić

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

Sažetak

Cilj rada bio je izraditi računalni program koji služi za proračun optimalnog temperaturnog profila hlađenja šaržnog kristalizatora. Kao modelni sustav za istraživanje procesa uzet je kalijev nitrat otopljen u vodi. Za izradu matematičkog modela procesa primijenjene su populacijske bilance, odnosno njihova momentna transformacija. Za dobivanje optimalnog temperaturnog profila primijenjena je diskretizacija temperaturnog profila uz globalni algoritam optimizacije. Za provođenje optimizacije primijenjen je genetički algoritam, dok je sustav običnih diferencijalnih jednadžbi rješavan metodom Runge-Kutta 4,5. Funkcija cilja bila je minimiziranje omjera trećeg momenta sekundarnom nukleacijom nastalih kristala i trećeg momenta kristala cjepiva na kraju procesa. U radu je najprije ispitan utjecaj uvjeta zaustavljanja genetičkog algoritma na vrijeme proračuna i vrijednost funkcije. Nakon što je određen optimalni uvjet zaustavljanja, ispitan je utjecaj broja točaka diskretizacije temperaturnog profila na iznos funkcije cilja i potrebno vrijeme proračuna. Ustanovljeno je da je optimalni uvjet za zaustavljanje proračuna kad petnaest članova generacije imaju funkcije cilja koje se ne razlikuju više od tolerancije. Ustanovljeno je da se optimalno rješenje dobiva podjelom temperaturnog profila na osam dijelova. Da bi se ispitala ponovljivost proračuna za optimalne uvjete, proračun je ponavljan devet puta. Optimalni temperaturni profil uspoređen je s linearnim hlađenjem istog trajanja. Rezultati simulacijskih eksperimenata ukazuju na znatno poboljšanje procesa primjenom optimalnog temperaturnog profila naspram linearnog.

Ključne riječi: kristalizacija; model momenata; optimizacija; genetički algoritam

Ru(III) kompleksi i njihovi ligandi izvedeni iz salicilaldehida i halogeniranih anilina: sinteza, karakterizacija i antioksidativno djelovanje

Nevzeta Ljubijankić¹, Enis Šuta¹, Anela Čatić¹, Sabina Begić¹, Saida Ibragić¹

Sead Ljubijankić²

¹Sveučilište u Sarajevu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zmaja od Bosne 33-35, 71 000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

²Sveučilište u Bihaću, Fakultet zdravstvenih studija, Nositelja hrvatskog trolista 4, Bihać, Bosna i Hercegovina

Sažetak

Ovaj rad je imao cilj opisati sintezu i karakterizaciju dvaju anionskih Ru(III) kompleksa općenite formule $\text{Na}[\text{RuCl}_2(\text{N}-4\text{-Cl-Ph-salim})_2]$ i $\text{Na}[\text{RuCl}_2(\text{N}-3\text{-Br-Ph-salim})_2]$, njihove pridružene ligande i odrediti njihovu antioksidacijsku aktivnost. Ligandi N-4-Cl-fenilsalicilidenimin (N-4-Cl-Ph-salimH, HLa) i N-3-Br-fenilsalicilidenimin (N-3-Br-Ph-salimH, HLb), Schiffove baze, sintetizirani su iz salicilaldehida i kloranilina ili bromoanilina. Spojevi su karakterizirani primjenom IR spektroskopije i ESI ToF spektrometrije masa. Potvrđena je koordinacija liganada na Ru(III) centru, molekulske formule i odgovarajući M⁺ ioni: $[\text{C}_{26}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_2\text{Cl}_4\text{Ru}]^+$ – $[\text{C}_{26}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_2\text{Cl}_2\text{Br}_2\text{Ru}]^+$ – ion (m/z: 719.8283). Antioksidacijska aktivnost određena je metodom ABTS (2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonska kiselina) i DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). Za razliku od liganda, oba kompleksa pokazala su se jakim hvatačima ABTS i DPPH radikala s IC₅₀ vrijednostima (koncentracija koja postiže 50 % inhibicije) usporedivim s onima od Troloxa. Kao takvi, vrijedni su kandidati za daljnja istraživanja vezana uz njihova biološka svojstva.

Ključne riječi: Ru(III) kompleksi; Schiffove baze; IR spektroskopija; ESI ToF spektrometrija masa; antioksidativno djelovanje

Od makro do mikroplastike; utjecaj fotooksidativne degradacije

Josipa Papac Zjačić, Magdalena Vujasinović, Marija Kovačić, Ana Lončarić Božić, Hrvoje Kušić, Zvonimir Katančić, Zlata Hrnjak Murgić

Zavod za polimerno inženjerstvo i organsku kemijsku tehnologiju, Sveučilište u Zagrebi, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Trg Marka Marulića 19, 10 000 Zagreb

Sažetak

Utjecaj plastičnog otpada na okoliš, ljudsko zdravlje te ekosustav jedno je od najvažnijih pitanja današnjice. Nakon što se ispusti u okoliš, otpad je izložen različitim okolišnim utjecajima koji mogu dovesti do narušavanja cjelovitosti strukture, a posljedično i do fragmentacije na manje dijelove. U ovom su radu istraživani učinci simuliranog UV starenja na površinska svojstva i fragmentaciju filmova polietilena visoke gustoće (HDPE). HDPE filmovi pripremljeni su od polimernih granula te potom stareni 14, 28 i 42 dana pod utjecajem simuliranog UV zračenja. Uzorci su karakterizirani prije te nakon svakog razdoblja ozračivanja da bi se utvrdile strukturne i površinske promjene. Na temelju FTIR spektara ustanovljena je pojava karbonilnih (C=O) i ugljiko-kisikovih (C–O, O–C=O, C–O–O–) skupina kao rezultat fotodegradacije HDPE-a. Promjena polarnosti površine s vremenom UV ozračivanja određena je mjerenjem kontaktnog kuta, dok je morfologija površine analizirana SEM mikroskopom. Rezultati su ukazali na znatno povećanje karbonilnog indeksa te hidrofilnosti, kao i povećanu lomljivost kao rezultat visokog stupnja fotodegradacije nakon 28 i 42 dana UV zračenja. Različita raspodjela veličine čestica dobivena mljevenjem materijala upućuje na to da su stareni HDPE filmovi skloniji fragmentaciji u čestice mikroveličina.

Ključne riječi: plastični otpad; HDPE filmovi; fotodegradacija; hidrofilnost-hidrofobnost; fragmentacija

Otkriće enzima za razgradnju plastike

| Mehmet Mervan Çakar, Marija Vuković Domanovac, Zvezdana Findrik Blažević

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

Sažetak

Plastika je daleko najnapredniji materijal kad je riječ o primjeni i svojstvima, a procjenjuje se da se svake godine globalno proizvede 350 do 400 milijuna tona. Ona je postala ozbiljan problem s obzirom na odlaganje plastičnog otpada i onečišćenje, zbog njezine nekontrolirane upotrebe u različite svrhe tijekom posljednjih desetljeća, kao što su pakiranje, transport, industrija i poljoprivreda. Za učinkovitu razgradnju plastičnih vrećica potrebno je otprilike 1000 godina. Osim toga, izgaranjem plastike u atmosferu se ispuštaju CO₂ i dioksini koji doprinose globalnom zatopljenju. Zemaljski kopneni ili morski okoliš akumulira milijune tona otpada svake godine zbog lošeg recikliranja i niske kružne upotrebe. Inovativne tehnologije za recikliranje otpadne plastike prijeko su potrebne za smanjenje plastičnog otpada i postizanje ciljeva kvalitete okoliša uz valorizaciju potrošne plastike. Zbog trenutačno neadekvatnih metoda zbrinjavanja plastičnog otpada povećan je fokus na upotrebu mikroorganizama i enzima dizajniranih za biorazgradnju nerazgradivih sintetičkih polimera putem biokatalitičke depolimerizacije, što ukazuje na to da obrada plastike i recikliranje mogu biti učinkovitiji i održivi.

Ključne riječi: enzimatska razgradnja plastike; enzimatska depolimerizacija; kružna bioekonomija; zeleni bioprocеси; biorecikliranje polimera

Razvoj legura s prisjetljivošću oblika na bazi bakra u okviru znanstveno-istraživačkih projekata na Metalurškom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu

| Mirko Gojić¹, Stjepan Kožuh¹, Ivana Ivanić¹, Robert Pezer¹

Ladislav Vrsalović²

Tamara Holjevac Grgurić³

¹Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Aleja narodnih heroja 3, 44 000 Sisak

²Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet, Ruđera Boškovića 35, 21 000 Split

³Hrvatsko katoličko sveučilište, Medicinski fakultet, Ilica 242, 10 000 Zagreb

Sažetak

U ovom pregledu prikazan je dio znanstvenih istraživanja pri razvoju legura s prisjetljivošću oblika (engl. *Shape Memory Alloy*, SMA) na bazi bakra na Metalurškom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu u razdoblju od 2006. do 2022. godine u suradnji s brojnim visokoškolskim i znanstvenim institucijama u regiji. Istraživane su sljedeće legure SMA: CuAlNi, CuAlMn, itd. Provedeno je fizikalno modeliranje uključujući numeričku simulaciju razvoja mikrostrukture i toplinsku analizu tih legura. Legure SMA rađene su u lučnoj, visokofrekventnoj i indukcijskim pećima pomoću tri različite tehnologije lijevanja: brzo skrućivanje, lijevanje u metalne i/ili grafitne kokile te kontinuirano lijevanje u šipke. Nakon toga odabrane legure su toplo i hladno valjane. Provedena je toplinska obrada (austenitizacija uz naknadno gašenje u vodi i žarenje) i karakterizacija funkcionalnih svojstava legura SMA u različitim stanjima. Za karakterizaciju, osim ispitivanja mehaničkih svojstava, primijenjene su brojne visokosofisticirane metode: optička mikroskopija (OM), pretražna (SEM) i transmisijaska elektronska mikroskopija (TEM), energetska disperzijska-spektroskopija (EDS), pretražna diferencijalna kalorimetrija (DSC), dinamičko-mehanička analiza (DMA), rendgenska difrakcija (XRD), elektrokemijska impedancijska spektroskopija (EIS) itd. Već pri lijevanju kod pojedinih legura SMA,

a posebice nakon toplinske obrade austenitizacijom uz naknadno gašenje u vodi, utvrđena je martenzitna mikrostruktura koja je osnovni preduvjet za svojstvo prisjetljivosti oblika. Na temelju provedenih istraživanja po većini parametara (plastičnost, korozijska otpornost itd.) može se zaključiti da su se najbolje pokazale legure CuAlMn.

Kao rezultat provedenih istraživanja na legurama SMA, prema podacima iz baze CROSBİ (na dan 23. prosinca 2022.), istraživački tim objavio je 33 rada u časopisima (od kojih su 23 rada u časopisima indeksiranim u bazi podataka *Web of Science*), 74 rada u zbornicima međunarodnih konferencija, 18 sažetaka u zbornicima konferencija te pet ostalih radova. Također, obranjena je jedna doktorska disertacija te je izrađeno i obranjeno 12 završnih i 25 diplomskih radova u području tehničkih znanosti iz znanstvenih polja metalurgije i kemijskog inženjerstva.

Ključne riječi: legure s prisjetljivošću oblika; modeliranje i simulacija; toplinska analiza; lijevanje; austenitizacija uz naknadno gašenje; martenzit; mehanička svojstva; korozija

Pregledni rad

<https://doi.org/10.15255/KUI.2023.006>

Biomaterijali na bazi titana

| Magdalena Jajčinović¹, Ljerka Slokar Benić

Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Aleja narodnih heroja 3, 44 000 Sisak

Sažetak

U odnosu na legure na bazi kobalt-kroma i nehrđajuće čelike, titan i legure na bazi titana našle su široku primjenu u biomedicini, gdje se zbog svojih izvrsnih svojstava upotrebljavaju kao implantati, ali zbog visoke cijene njihove proizvodnje još uvijek nemaju širu upotrebu. Neka od bitnih svojstava su: izvrsna biokompatibilnost, dobra mehanička svojstva i oseointegracija te otpornost na koroziju. Uz predstavljanje biomedicinskih materijala koji se najčešće upotrebljavaju, ovaj članak prikazuje razvoj biomaterijala na bazi titana i njihovu biomedicinsku primjenu. Biomaterijali se obično upotrebljavaju u biomedicini za popravak, zamjenu ili regeneraciju tjelesnih tkiva. S obzirom na to da je poznat sve veći broj neuspjelih implantacija uzrokovanih patogenom bakterijskom infekcijom, među funkcijama koje bi se mogle dodati biomaterijalima je antibakterijsko djelovanje, koje je od velike važnosti. U novije vrijeme antibakterijske metalne legure pokazale su velik potencijal kao nova vrsta biomedicinskog materijala.

Ključne riječi: biomaterijali; legure titana; metalni implantati; biokompatibilnost

Stručni rad

<https://doi.org/10.15255/KUI.2022.075>

Analiza korozije nastale na cijevi čelika 15Mo3 iz grijača vodene pare u termoelektrani Plomin

| Zvezdana Veljin¹, Jakov Batelić¹

| Vedrana Špada², Ivan Pentek²

¹Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Tehnički fakultet, Zagrebačka 30, 52 100 Pula

²Istarsko Veleučilište – Università Istriana di Scienze Applicate, Riva 6, 52 100 Pula

Sažetak

U ovom radu prikazano je istraživanje korozije 15Mo3 cijevi u sustavu grijača vodene pare termoelektrane Plomin. Korozijsko oštećenje dovelo je do puknuća cijevi u sustavu te zastoja u radu. U radu je analiziran uzorak puknute cijevi, a potrebno je bilo odrediti vrstu korozije i uzrok korozije. Korozija se dijeli prema tri

faktora: mehanizmu djelovanja, specifičnosti nastanka i obliku korozijskog napada. Opisana su elektroenergetska postrojenja s naglaskom na termoelektrane uz analizu sustava u kojem je došlo do korozijskog oštećenja cijevi parnog kotla termoelektrane. Prikazani su rezultati istraživanja korozijskih produkata na cijevi te izgled same pukotine. Provedena su istraživanja kemijskog sastava, ispitivanja tvrdoće prema Vickersu i analiza FT-IR spektroskopijom te mikroskopska istraživanja svjetlosnom i elektronskom mikroskopijom. Na ispitanom uzorku oštećene cijevi parnog kotla dokazano je da je uzrok nastalog oštećenja erozijska korozija.

Ključne riječi: parni kotao; korozija; erozijska korozija; 15Mo3 čelik; SEM/EDS analiza



KEMIJA U INDUSTRIJI

Vol. 72 No. 9-10, 2023.

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.15255/KUI.2022.059>

Razgradnja neonikotinoidnih insekticida u pločastom fotoreaktoru

Ivana Elizabeta Zelić, Vesna Tomašić, Zoran Gomzi

Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za reakcijsko inženjerstvo i katalizu, Trg Marka Marulića 19, 10 000 Zagreb

Sažetak

Cilj ovog rada bio je ispitati fotolitičku i fotokatalitičku razgradnju neonikotinoida u vodenoj otopini. Acetamiprid (ACE) i tiakloprid (TIA), dva naširoko upotrebljavana insekticida, upotrijebljeni su kao modelne komponente. Istraživanja su provedena u pločastom fotoreaktoru u uvjetima recirkulacije reakcijske smjese primjenjujući imobilizirani sloj fotokatalizatora (TiO_2 modificiran ureom) uz dvije komercijalne lampe za simulaciju Sunčeva zračenja (2,4 % UVB i 12 % UVA; 300 – 700 nm). Upotrijebljeni katalizator karakteriziran je analizama XRD, UV/Vis-DRS, BET, SEM/EDX i CHNS. Sva mjerenja provedena su pri sobnoj temperaturi i atmosferskom tlaku, protoku recirkulacije od $200 \text{ cm}^3 \text{ min}^{-1}$ te uz konstantnu početnu koncentraciju ACE i TIA od 10 mg dm^{-3} . Tijekom većine mjerenja, reakcijska smjesa izložena je djelovanju ultrazvuka u vremenu od 15 min neposredno prije punjenja reaktora. Ispitan je utjecaj početne pH vrijednosti reakcijske smjese na učinkovitost fotokatalitičke i fotolitičke razgradnje. Nađeno je da je fotokatalitička razgradnja dviju modelnih komponenti najučinkovitija u kiselim uvjetima rada, tj. pri pH 4,5, dok je fotoliza rezultirala njihovom neznatnom razgradnjom. Također, ustanovljeno je da prethodna ultrazvučna obrada reakcijske smjese pospješuje fotokatalitičku razgradnju, dok u slučaju fotolitičke razgradnje primjena ultrazvuka ne pridonosi boljoj razgradnji. Konačno, utvrđeno je da je fotokatalitička razgradnja TIA učinkovitija od fotorazgradnje ACE (66.4 % vs. 25.8 %) pri jednakim radnim uvjetima.

Ključne riječi: heterogena kataliza; neonikotinoidni insekticidi; acetamiprid; tiakloprid; pločasti fotoreaktor

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.15255/KUI.2022.060>

Predobrada kompostne procjedne vode procesom koagulacije/flokulacije praćene filtarskom prešom

Marjana Simonič

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenija

Sažetak

Kompostne procjedne vode primarno su obrađene koagulacijom/flokulacijom nakon čega je slijedila filtracija da bi se dobio efluent pogodan za daljnje pročišćavanje postupkom reverzne osmoze. Aluminijev klorid je u procesima koagulacije/flokulacije upotrijebljen kao koagulant, a poliakrilamid kao flokulant. Provedena su ispitivanja filtracije kompostne procjedne vode da bi se odabrala odgovarajuća tkanina za filtraciju. S obzirom na veliku fluktuaciju u sastavu procjedne kompostne vode izuzete na postrojenju, bilo je teško odrediti optimalnu dozu

koagulanta/flokulanta. Utvrđeno je da je od dostupnih tkanina samo jedna odgovarajuća, a bila je izrađena od polipropilena. Kod drugih filtarskih tkanina tlak je tijekom filtracije porastao iznad najvišeg dopuštenog tlaka za upotrijebljeni uređaj koji je iznosio 6 bar. Filtracija je provedena na nekoliko različitih prethodno obrađenih uzoraka kompostne procjedne vode. Zamućenje se smanjilo za čak 89,8 %. Analiza raspodjele veličine čestica pokazala je da je većina koloida i suspendiranih tvari uklonjena nakon obrade. Rezultati pokazuju da kombinacija koagulacije/flokulacije i filtracije nije primjerena za pravilnu obradu kompostne procjedne vode te je potrebno istražiti neke druge tehnike poput elektrokoagulacije, ultrafiltracije i nanofiltracije.

Ključne riječi: filtarska preša; filtarska tkanina; kompostna procjedna voda; koagulacija; zamućenje

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.15255/KUI.2022.063>

Adsorpcija diklofenaka na aktivnim ugljenima

| Marija Stjepanović, Katarina Matanović, Ivana Tomac, Lidija Jakobek Barron, Mirna Habuda-Stanić

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje Kuhača 18, 31 000 Osijek

Sažetak

Prisutnost farmaceutskih spojeva u prirodnim vodama tema je brojnih znanstvenih istraživanja tijekom prošlog stoljeća zbog njihova potencijalnog negativnog utjecaja na zdravlje ljudi i okoliš. Naime, česta i prekomjerna uporaba lijekova uzrokuje njihovu čestu pojavu u komunalnim otpadnim vodama. Nažalost, međunarodne i nacionalne regulative ne nalažu kontinuirano praćenje prisutnosti lijekova u prirodnoj i pitkoj vodi, pa stoga ni procesi pročišćavanja otpadnih voda nisu usmjereni na njihovo uklanjanje iz otpadnih voda. Diklofenak (DCF), 2-[2-(2,6-dikloroanilino)fenil]octena kiselina nesteroidni je spoj koji se upotrebljava kao analgetik, protuupalni i antipiretski lijek te se često može naći u otpadnim vodama. Zbog svojih karakteristika DCF ostaje biološki aktivan u vodenom okolišu i lako ulazi u hranidbeni lanac. Stoga je DCF nužno ukloniti iz otpadnih voda prije njihova ispuštanja u vodna tijela. Adsorpcija je učinkovita i jednostavna metoda kojom se DCF može učinkovito ukloniti iz vode. Cilj ovog istraživanja je ispitati mogućnost uklanjanja DCF-a adsorpcijom na modificirane ljuske lješnjaka, modificirani i izvorni oblik komercijalnog aktivnog ugljena Cullar (Cadriano, Italija). Svojstva adsorbensa ispitana su FTIR spektroskopijom, analizom zeta-potencijala i pH_{pzc} . Učinkovitost adsorbensa ispitana je u području pH vrijednosti od 2 do 10 te opisana izotermnim modelima. Među ispitanim adsorbensima, najveća količina DCF-a od 48,7 mg g⁻¹ adsorbirana je na modificirani aktivni ugljen Cullar, dok su dobiveni rezultati dobro opisani i Freundlichovom i Langmuirovom izotermom. Značajne količine DCF-a adsorbirane su i na modificirani aktivni ugljen iz ljuski lješnjaka.

Ključne riječi: aktivni ugljen; diklofenak; adsorpcija; voda

Pregledni rad

<https://doi.org/10.15255/KUI.2022.056>

Organske reakcije u vodi

| Dajana Gašo-Sokač, Valentina Bušić, Dora Zobundžija, Mirna Habuda-Stanić

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Ul. Franje Kuhača 18, 31 000 Osijek

Sažetak

Velik je izazov provoditi organske reakcije u vodi. U posljednjem desetljeću broj znanstvenih istraživanja koja se bave proučavanjem vode kao zelenog otapala nastavio je eksponencijalno rasti. Osim što je jeftina, voda nije štetna za okoliš, a ponekad daje potpuno neočekivanu reaktivnost u kemijskim reakcijama. Postoji širok raspon organskih reakcija koje se mogu odvijati u vodi: od uobičajenih oksidoredukcijskih reakcija, reakcija koje uključuju karbokatione, pericikličkih reakcija, reakcija prijelaznih metala itd. Organske reakcije u vodenom mediju primjenjuju se u kemiji ugljikohidrata i kemijskoj modifikaciji biomolekula. U novije vrijeme voda se upotrebljava kao medij u mikrovalnoj sintezi.

Ovaj pregledni rad daje uvid u važnost ovog područja budući da se organske reakcije u vodi kao otapalu odvijaju po principima zelene kemije.

Ključne riječi: zelena kemija; voda; organske reakcije

Pregledni rad

<https://doi.org/10.15255/KUI.2022.057>

Adsorpcija fluorida iz vode na otpadnim materijalima

Maja Ergović Ravančić¹, Svjetlana Škrabal¹, Helena Marčetić¹, Valentina Obradović¹
Mirna Habuda-Stanić²

¹Fakultet turizma i ruralnog razvoja, Vukovarska 17, 34 000 Požega

²Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Ul. Franje Kuhača 18, 31 000 Osijek

Sažetak

Pojavnost i koncentracije fluorida u površinskim i podzemnim vodama ovise o pH, ukupnoj otopljenoj krutoj tvari, alkalnosti, tvrdoći i geokemijskom sastavu vodonosnika, no u mnogim zemljama svijeta povišene vrijednosti koncentracije fluorida rezultat su ispuštanja otpadnih voda onečišćenih fluoridima. Zbog onečišćenja fluoridima i zdravstvenih problema koje ono uzrokuje Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) odredila je najveći dopušteni sadržaj fluorida u pitkoj vodi od 1,5 mg l⁻¹. Postoje različiti načini uklanjanja povišenih koncentracija fluorida iz vode, kao što su koagulacija i taloženje, membranski procesi, elektrokemijski tretmani, ionska izmjena i njezina modifikacija, ali je adsorpcijski proces općenito prihvaćen kao najjeftinija i najučinkovitija metoda. Količina organskog otpada svakim je danom sve veća, posebice u razvijenim zemljama, a stvara se kako u industriji tako i u kućanstvima. Jedan od načina smanjenja takvog otpada je proizvodnja adsorbensa za defluorizaciju vode. Adsorbensi, najčešće pripremljeni kao aktivni ugljen, mogu se dobiti od raznih materijala, kao što su ljuske jajeta, kore voća i povrća, razni listovi, stabljike, kora debila, ljuske žitarica, ljuske mahunarki i mnogi drugi.

Cilj ovog rada je dati pregled najnovijih istraživanja o uporabi adsorbensa dobivenih iz organskog otpada za uklanjanje povišenih koncentracija fluorida iz vode.

Ključne riječi: fluoridi; voda; adsorpcija; otpadni materijali; uklanjanje fluorida

Pregledni rad

<https://doi.org/10.15255/KUI.2022.058>

Najnovija dostignuća u fotokatalitičkoj degradaciji organskih onečišćujućih tvari u vodama

Amra Bratovčić

Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet, Katedra za fizikalnu hemiju i elektrohemijsku, Urfeta Vejzagića 8, 75 000 Tuzla, Bosna i Hercegovina

Sažetak

Kemijska složenost organskih onečišćujućih tvari u prirodnim vodama, poput lijekova, agrokemikalija i boja, zahtijeva primjenu novih i naprednijih načina njihova uklanjanja iz voda u odnosu na konvencionalne metode njihova pročišćavanja. Jedna od takvih metoda je fotokatalitička razgradnja. U ovom radu opisani su mehanizmi razgradnje štetnih organskih spojeva pomoću poluvodičkih materijala s aktivnim fotokatalitičkim svojstvima uz djelovanje UV ili vidljivog zračenja. Raspravljat će se o metodama i odabiru komponenata za pripremu najnovijih fotokatalizatora, o njihovoj stabilnosti te učinkovitosti uklanjanja organskih onečišćujućih tvari. Rasprava će također obuhvatiti prednosti i nedostatke fotokatalitičkih metoda, kao i buduća istraživanja u tom području.

Ključne riječi: fotokataliza; organske onečišćujuće tvari; plastika; boje; lijekovi; pesticidi

Pregledni rad

<https://doi.org/10.15255/KUI.2022.062>

Prirodna rješenja za integrirano lokalno upravljanje vodama

| Alenka Mubi Zalaznik, Urša Brodnik, Anja Pugelj

LIMNOS Ltd, Požarnice 41, 1 351 Brezovica pri Ljubljani, Slovenija

Sažetak

Rješenja temeljena na prirodi (NBS) oponašaju prirodne procese i služe stvaranju višestruko korisnih vrijednosti i usluga lokalnim zajednicama. Održiva rješenja su višenamjenske mjere koje se provode na samoj lokaciji, a zajednicama nude ciljana ekološka rješenja vezana uz pročišćavanje otpadnih voda, retenciju voda i ublažavanje onečišćenja koja doprinose postizanju klimatski otpornih krajobrazova.

Postoje brojni pozitivnih slučajevi primjena NBS-a za ublažavanje, prevenciju i upravljanje onečišćenjem okoliša. Ta se rješenja mogu implementirati i upravljati lokalno, imaju nultu stopu emisije i doprinose klimatskoj otpornosti. Područja u kojima se NBS rješenja najbolje primjenjuju su ublažavanje poljoprivrednog otjecanja (izgrađeni ekosustavi), obrada otpadnih i procjednih voda (izgrađena močvarna područja), revitalizacija stajaćih vodnih tijela (plutajuće močvare), mjere zadržavanja oborinskih voda (kišni vrtovi) i ponovna uporaba hranjivih tvari (sušenje mulja na trski).

Novo izvješće organizacije *Global Water Partnership Sanitation Task Force* o primjeni NBS-a ukazuje na umjereni poboljšanje primjene NBS-a u pročišćavanju otpadnih voda uz znatan napredak u inženjerskom znanju i inovacijama. Također procjenjuje primjenu potencijala nekoliko NBS tehnologija za poboljšanje sanitarnih uvjeta u ruralnim sredinama i ponovljenu uporabu voda.

Ključne riječi: rješenja temeljena na prirodi; pročišćavanje otpadnih voda; pročišćavanje procjednih voda; obrada mulja; urbana odvodnja; upravljanje krajobraznim vodama; izgrađeni biljni uređaji; plutajući biljni uređaj za pročišćavanje; sušenje mulja na trski; urbani kišni vrt



KEMIJA U INDUSTRIJI

Vol. 72 No. 11-12, 2023.

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.15255/KUI.2022.085>

Strojno učenje i neuronske mreže u modeliranju zadržavanja polarnih farmaceutski aktivnih tvari nanofiltracijom i reverznom osmozom

| Yamina Ammi, Cherif Si-Moussa, Salah Hanini

Laboratory of Biomaterials and Transport Phenomena (LBMPT), University of Médéa, 26 000 Médéa, Alžir

Sažetak

Zadržavanje polarnih farmaceutski aktivnih tvari (PPhAC) tijekom nanofiltracije i reverzne osmoze (NF/RO) od iznimne je važnosti u membranskim separacijskim procesima. Membransko zadržavanje 21 PPhAC-a korelirano je sa svojstvima PPhAC-a, karakteristikama membrane i uvjetima provedbe procesa filtracije. Pri tome su primijenjene tehnike umjetne inteligencije: višeslojni perceptron (MLP), neuronska mreža s radijalnom baznom funkcijom (RBF) i metoda potpornih vektora (SVM). Iz literature je prikupljena 541 vrijednost zadržavanja. Rezultati su pokazali visok kapacitet predviđanja MLP modela za cijeli skup podataka, s vrlo visokom vrijednošću koeficijenta korelacije ($R = 0,9714$) i vrlo niskom vrijednošću korijena srednje kvadratne pogreške ($RMSE = 3,9139\%$). Usporedba s preostala dva modela (RBF i SVM) pokazala je superiornost MLP modela. Analiza osjetljivosti ukazala je na to da zadržavanjem PPhAC-a upravljaju tri interakcije i to (padajućim redoslijedom): polarne interakcije (hidrofobnost/hidrofilnost), elektrostatsko odbijanje i steričke smetnje. Provedeno istraživanje sugerira da zadržavanje PPhACs na NF/RO membrani snažno ovisi o topologiji polarne površine.

Ključne riječi: strojno učenje; neuronske mreže; modeliranje; zadržavanje; PPhACs; nanofiltracija; reverzna osmoza

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.15255/KUI.2023.004>

Uklanjanje klortetraciklin klorhidrata foto-Fentonovim postupkom: eksperimentalna studija i ANN modeliranje

| Nabila Boucherit¹, Salah Hanini¹, Maamar Laidi¹, Mohamed Roubehie-Fissa¹
| Abdellah Ibrir²

¹Biomaterials and Transport Phenomena Laboratory (LBMPT), Yahia Fares University, Médéa, Alžir

²Materials and Environment Laboratory (LME), Faculty of Technology, Yahia Fares University, Médéa, Alžir

Sažetak

Cilj ovog rada bio je ispitati razgradnju klortetraciklin klorhidrata (CTC) u vodenoj otopini foto-Fentonovim procesom, kao i modelirati ponašanje sustava primjenom umjetnih neuronskih mreža. Učinkovitost uklanjanja CTC-a foto-Fentonovim procesom ispitana je pod sunčevom svjetlošću. Proučavani su različiti parametri poput pH (3 do 5) te početnih koncentracija CTC-a ($0,1$ do 10 mg l^{-1}), vodikova peroksida ($1,701$ do $190,478 \text{ mg l}^{-1}$) i željeznih iona ($2,8$ do $103,6 \text{ mg l}^{-1}$). Dobivena je učinkovitost uklanjanja od 92 % pri pH 3, uz 10 mg l^{-1} CTC, $127,552 \text{ mg l}^{-1} \text{ H}_2\text{O}_2$ i $36,4 \text{ mg l}^{-1} \text{ Fe}^{2+}$. Koncentracija CTC-a praćena je spektrofotometrijski i tekućinskom kromatografijom, te su utvrđene neznatne koncentracije CTC-a u vodenoj otopini nakon obrade. Umjetna neuronska mreža višeslojni perceptron razvijena je za predviđanje eksperimentalne učinkovitosti uklanjanja CTC-a na temelju četiri bezdimenzionalna ulaza: molekulske mase, te početnih koncentracija CTC-a, vodikova peroksida i željeznih iona. Pronađena je najbolja mreža s visokim koeficijentom determinacije od 0,9960 i vrlo prihvatljivom srednjom kvadratnom pogreškom od 0,0108. Globalna analiza osjetljivosti potvrdila je da je najutjecajniji parametar kod uklanjanja CTC-a foto-Fentonovim procesom početna koncentracija kationa željeza s relativnom važnošću od 33 %.

Ključne riječi: umjetne neuronske mreže; višeslojni perceptron; klortetraciklin klorhidrat; modeliranje; foto-oksidacija

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.15255/KUI.2023.011>

Primjena neuronskih mreža za procjenu koncentracije otopine ksilometazolin hidroklorida u n-butanolu primjenom ATR-FTIR spektroskopije *in situ*

Tesa Herceg¹, Željka Ujević Andrijić¹, Matea Gavran¹, Nenad Bolf¹, Josip Sacher¹
Ivan Vrbanić²

¹Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za mjerenja i automatsko vođenje procesa, Savska c. 16/5A, Zagreb

²PLIVA Hrvatska d. o. o., Prilaz baruna Filipovića 25, Zagreb

Sažetak

Procesna analitička tehnologija (PAT) sve se češće primjenjuje u procesu kristalizacije za kontinuirano praćenje neke od ključnih procesnih veličina i značajki kvalitete proizvoda. Vrlo bitne procesne varijable za kristalizaciju hlađenjem su temperatura i koncentracija otopine. Kontinuirano mjerenje koncentracije omogućeno je naprednim *in situ* spektroskopskim instrumentima. U takve metode spada i prigušena ukupna reflektancija Fourier transformacijske infracrvene spektroskopije (engl. *Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy*, ATR-FTIR), primijenjena u ovom istraživanju. U ovom radu razvijeni su kemometrijski modeli za kontinuiranu procjenu koncentracije otopine u stvarnom vremenu metodama strojnog učenja. Cilj ovog rada bio je razviti i ispitati modele parcijalne regresije metodom najmanjih kvadrata (engl. *Partial Least Squares Regression*, PLSR) i modele neuronskih mreža (engl. *Neural Networks*, NN) za modeliranje ovisnosti koncentracije djelatne tvari, ksilometazolin hidroklorid, u n-butanolu, o temperaturi i spektralnim podacima dobivenim mjerenjima ATR-FTIR spektrometrom. U radu je provedena predobrada prikupljenih podataka tehnikom MSC (engl. *Multiplicative Scatter Correction*) te je provedeno skaliranje podataka prema normalizacijama Min-Max i Z-score. Analiziran je broj neurona u prvom i drugom skrivenom sloju, broj skrivenih slojeva, vrsta primijenjenog algoritma učenja (ADAM, NADAM, RMSprop) kao i utjecaj vrste prijenosne funkcije (*ReLU*, *sigmoid*, *tanh*) na kvalitetu razvijenih neuronskih mreža. Razvijeni modeli na sva četiri skupa podataka dali su iznimno dobre rezultate s obzirom na iznose koeficijenta determinacije i srednje kvadratne pogreške. Modelom neuronske mreže dobiveni su koeficijenti determinacije u rasponu vrijednosti od 0,9979 do 0,9989, dok je srednja kvadratna pogreška od 0,0020 do 0,0011. PLSR modelom dobiveni su koeficijenti determinacije od 0,9990 do 0,9995, odnosno srednja kvadratna pogreška od 0,0009 do 0,0005. Dobiveni rezultati pokazali su da predobrada podataka i dodavanje drugoga skrivenog sloja neuronske mreže u ovoj studiji nisu imali velik utjecaj na konačne rezultate. Takav način praćenja i kontrole procesa rezultira efikasnijom proizvodnjom uz smanjenu vjerojatnost pogreške, što u konačnici farmaceutske industriji omogućuje brže plasiranje proizvoda na tržište.

Ključne riječi: kristalizacija; procesna analitička tehnologija; ATR-FTIR spektroskopija; strojno učenje; ksilometazolin hidroklorid

Procjena afiniteta vezanja DNA ksantenskih spojeva: *in vitro* i *in silico* pristup

Elma Veljović¹, Amar Osmanović¹, Mirsada Salihović¹, Selma Špirtović-Halilović¹
Nevzeta Ljubijankić², Sabina Begić²

¹Univerzitet u Sarajevu, Farmaceutski fakultet, Zmaja od Bosne 8, 71 000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

²Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet, Zmaja od Bosne 33-35, 71 000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Sažetak

Derivati ksantena važna su klasa heterocikličkih spojeva sa širokim spektrom farmakoloških aktivnosti. U našim prethodnim istraživanjima pronašli smo dobru antiproliferativnu aktivnost dvaju derivata ksantena, s minimalnom toksičnošću ispitanom *in vitro* testovima. U ovoj smo studiji testirali interakciju spoja 1 (snažan antiproliferativni spoj) s DNA telećeg timusa (CT-DNA) u fiziološkim uvjetima spektrofotometrijskom titracijom. Predviđanje vezanja i vrsta interakcijskih sila uključenih u raspored između derivata ksantena i CT-DNA također su istraženi kroz studije molekularnog spajanja.

Rezultati su pokazali da spoj 1 stupa u interakciju s CT-DNA grove vezanjem. Nađeno je da konstanta vezanja iznosi $2,5 \cdot 10^4 \text{ M}^{-1}$ i ukazuje na nekovalentno vezanje spoja 1 na CT-DNA. Rezultati docking studije predstavljaju moguće načine vezanja, s energijama vezanja od $-9,39$ odnosno $-8,65 \text{ kcal mol}^{-1}$ za spojeve 1 i 2, što je u skladu s prethodno dobivenim *in vitro* rezultatima za antiproliferativno djelovanje.

Uz eksperimentalno istraživanje, izračun teorije funkcionalne gustoće (DFT) s razinama teorija B3LYP/6-31G*, B3LYP/6-31G** i B3LYP/6-31+G* proveden je na spojevima 1 i 2 da bi se dobila optimizirana geometrija, spektroskopska i elektronička svojstva.

Ove studije mogle bi pomoći u razumijevanju mehanizama toksičnosti, otpornosti, nuspojava derivata ksantena i njihovog mehanizma djelovanja na DNA.

Ključne riječi: DNA vezanje; docking; DFT; ksanten

Usporedba protutumorske aktivnosti liganada iz skupine benzo/hidroksipirona i bakrova(II) kompleksa s maltolom na 2D staničnim modelima *in vitro*

Nikolina Filipović¹
Berislav Marković²
Katarina Mišković Špoljarić³

¹Odjel za kemiju, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ulica cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek

²Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Crkvena 21, 31000 Osijek

³Medicinski fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Josipa Hutlera 4, 31000 Osijek

Sažetak

Heterocikličke strukture osnovne su gradivne jedinice mnogih prirodnih organskih spojeva ključnih za odvijanje životnih funkcija u biljnom i životinjskom svijetu kao što su ugljikohidrati i vitamini, a nije strana niti njihova uloga kao sirovina za proizvodnju lijekova. U ovom su radu ispitana antiproliferativna svojstva triju odabranih liganada iz skupine benzopirona (kromon-2-karboksilna kiselina) i hidroksipirona (maltol i kumalična kiselina) kao i novog kompleksnog spoja pripremljenog iz bakrova(II) nitrata s maltolom kao liganom. Za potrebe istraživanja pripremljene su serije otopina ispitivanih tvari različitih finalnih koncentracija ($10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$, $10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$ i $10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$), koje su potom aplicirane na ukupno 7 odabranih humanih staničnih linija od kojih je jedna bila zdrava, a ostale tumorske stanične linije. Rezultati MTT testa citotok-

sičnosti na odabranim 2D staničnim modelima pokazali su da niti jedan od testiranih liganada ne pokazuje antiproliferativnu aktivnost ni pri jednoj koncentraciji niti na jednoj ispitanoj staničnoj liniji. Za razliku od liganada, kompleksni spoj pripremljen iz bakrova(II) nitrata i maltola pokazuje značajnu citotoksičnost pri koncentraciji 10^{-5} mol dm⁻³ na odabranim staničnim linijama kako slijedi: KATO III > HT-29 > Hep G2 > NCI-H358 > MDA-MB-231 > Caco-2 > MRC-5. Zdrava stanična linija (MRC-5) je pri svim ispitivanim koncentracijama imala stopu preživljenja višu od 90,0 %, što je uputilo na zaključak o selektivnosti spoja prema tumorskim staničnim linijama.

Ključne riječi: maltol; kromon-2-karboksilna kiselina; kumalična kiselina; bakrov(II) kompleks; proliferacija stanica; MTT test; stanične linije; tumor

Pregledni rad

<https://doi.org/10.15255/KUI.2023.012>

Staklokeramika, 70 godina od otkrića

| Stanislav Kurajica

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

Sažetak

Ove će se godine navršiti 70 godina od otkrića staklokeramike. Tim povodom u ovom je članku dan sveobuhvatan opis ovog materijala i njegovog napretka od otkrića do danas. Objašnjeno je što je staklokeramika te ukazano na rast interesa i komercijalni uspjeh ovog materijala. Opisan je proces pripreme staklokeramike, a posebna pozornost posvećena je ulozi nukleatora te procesu nukleacije i rasta. Navedeni su čimbenici koji presudno utječu na svojstva staklokeramike poput kristalne faze, njenog udjela, sastava preostale staklene faze i mikrostrukture. Zahvaljujući utjecaju navedenih čimbenika moguće je pripremiti različite vrste staklokeramike, s različitim kristalnim fazama i morfologijama te posljedično različitim svojstvima, prikladne za različite namjene. Predstavljene su najvažniji sustavi i vrste staklokeramike, opisane su i objašnjena njihova svojstva i navedene namjene, a spomenuti su i nazivi najvažnijih robnih marki komercijalne staklokeramike. U zaključku je dano viđenje perspektive ovog materijala te vrste staklokeramike i područja primjene u kojima je napredak najizvjesniji.

Ključne riječi: staklokeramika; nukleacija i rast; kristalne faze; mikrostruktura; vrste staklokeramike

Pregledni rad

<https://doi.org/10.15255/KUI.2023.014>

Dragutin Fleš – utemeljitelj organske stereokemije u Hrvatskoj

| Vitomir Šunjić

Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Trg Nikole Šubića Zrinskog 11, 10 000 Zagreb

Sažetak

Prikaz stereokemijskih istraživanja kiralnih malih organskih molekula i optički aktivnih polimera otkriva akademika Dragutina Fleša kao utemeljitelja ovih područja organske kemije u Hrvatskoj. Izdvojeno su prikazani najznačajniji znanstveni rezultati sinteze kiralnih β-aminokiselina i njihovih analoga, korelacija apsolutne konfiguracije u biološki značajnim strukturama kao što su efedrin i antibiotik kloramfenikol. Kronološki su slijedila istraživanja na području optički aktivnih polimera pripremljenih iz kiralnih derivata cisteina preko reaktivnih β-tiolaktona te iz mono- i disupstituiranih butadiena i vinil-alkil etera.

Ključne riječi: kiralne organske molekule; korelacije apsolutne konfiguracije; optički aktivni polimeri

Termoforeza – ili kad se susretnu mikroobjekti s gradijentom temperature: brojne primjene

Marina Simović-Pavlović¹, Miloš Marković¹

Maja Pagnacco²

Aleksandra Radulović³, Jelena Senčanski³

¹Mašinski fakultet – Univerzitet u Beogradu, Kraljice Marije 16, Beograd, Srbija

²Univerzitet u Beogradu, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Njegoševa 12, Beograd, Srbija

³Institut za opštu i fizičku hemiju, Studentski trg 12/V, Beograd, Srbija

Sažetak

Ovaj pregled bavi se fenomnom termoforeze odnosno termoforetskog efekta. U pitanju je efekt koji nastaje kao posljedica kombinacije temperaturnog gradijenta i čestica veoma malih dimenzija, reda veličine srednjeg slobodnog puta molekula okolnog plina. Radi se o ne tako poznatom efektu, koji je od velikog značaja za mnoge fizikalne i kemijske procese, kao i za karakterizaciju svojstava nanostrukturiranih materijala koja može imati primjenu u industriji za različite detektore. Dan je i opis definicija inače veoma sličnih pojmova iz područja termoforeze, kao i sažet pregled literature na ovu temu, s posebnim osvrtom na istraživanja u dvadeset prvom stoljeću.

Ključne riječi: termoforeza; fotoforeza; termomehanički efekti; termoforetska sila; temperaturni gradijent



PLIN

2/2023, lipanj

Pojednostavljeni model UPP/SPP punionice uz procjenu termodinamičkih parametara u jednogodišnjem radu

izv. prof. dr. sc. Luka Perković

Dario Bošnjak

Amalia Lekić Brettschneider

Sažetak

U ovom radu je predstavljen pojednostavljeni model UPP/SPP punionice i prikazani su rezultati jednogodišnje simulacije u svrhu procjene parametrizacije samog procesa. Model je baziran na fundamentalnim zakonima očuvanja, kao i ekspertnom znanju dok su termodinamička svojstva za prirodni plin, koji je predstavljen kao 100 %-tni metan, određeni preko vanjskog modula CoolProp. Predstavljen je detaljni koncept modela, kao i njegov matematički model i ograničenja. Komponente sustava su: glavni spremnik, isparivač i međuspremnik, a detaljno su modelirani i spremnici UPP/SPP vozila tijekom samog procesa punjenja. Za verifikaciju modela provedena je analiza slučaja UPP/SPP punionice za lokaciju Grada Zagreba. Rezultati prikazuju da su zadovoljena sva temeljna ograničenja modela i da postoje sezonske varijacije u procesnim parametrima uslijed promjene okolišnih uvjeta. Također je prikazan i detaljan uvid u sve glavne parametre unutar glavnih komponenata sustava, kao što su tlakovi, temperature, sadržaj pare i mase unutar svih spremnika. Model predstavljen u ovom radu predstavlja dobru bazu za razvoj budućih složenijih modela koji će se moći izravno koristiti u projektantskim proračunima.

Ključne riječi: ukapljeni prirodni plin – UPP, stlačeni prirodni plin – SPP, UPP/SPP punionica, termodinamičko modeliranje, zakoni očuvanja

Podzemno skladište plina okoli - „Silver bullet“ za integraciju i sinergiju plinske i elektroenergetske infrastrukture

dr. sc. Ivan Zelenika

izv. prof. dr. sc. Darko Pavlović

dr. sc. Melita Srpak

Sažetak

Brzo napuštanje konvencionalnih (fosilnih) izvora energije bez mogućnosti skladištenja zamjenske energije iz obnovljivih izvora nedvojbeno nosi određeni rizik „destabilizacije energetske sustava“ te u konačnici i moguće prekinde opskrbe. Ono što je danas potrebno je uravnotežen i raznolik energetske miks, odnosno pragmatična energetska tranzicija gdje zajedno s energetske sigurnosti i pouzdanosti jedan od prioritet mora biti i energetska održivost. Geopolitički događaji 2022. rezultirali su značajnim promjenama na europskim i svjetskim tržištima, što je rezultiralo povećanjem međunarodne cijene energije, pomaknuvši energet-

sku sigurnost na popis prioriteta politike kao i potrebe smanjenja emisija na globalnoj razini. Naime 2022. globalna energetska industrija ispustila je u atmosferu oko 135 milijuna tona metana – snažnog stakleničkog plina koji je odgovoran za otprilike trećinu porasta globalnih temperatura od industrijske revolucije. U tom kontekstu smanjenja emisija na globalnoj razini, pozornost se vratila na mogućnost primjene vodika kao nosioca energije za zamjenu fosilnih goriva. Europa je globalno vodeća u projektima vezanim uz vodik (Nizozemska, Njemačka i Ujedinjeno Kraljevstvo), te zahvaljujući svojim svojstvima, vodik se može koristiti kao nositelj energije u kemijskom obliku te ga je kao takvog moguće skladištiti u količinama dovoljnim za uravnoteženje energetskog disbalansa nacionalnih energetskih sustava. Sve veća potreba za uravnoteženjem elektroenergetskog sustava uslijed intermitentne prirode rada obnovljivih izvora energije iziskuje pronalazak novih tehničkih rješenja i pristupa navedenoj problematici. Kao jedno od rješenja nameće se upotreba Power to Gas (P2G) tehnologije na lokaciji Podzemnog skladišta plina. Obzirom na uobičajenu cikličku prirodu rada Podzemnog skladišta plina te uzimajući u obzir prethodna istraživanja autora, koncept uravnoteženja energetskog sustava ovisit će o radu odnosno smjeru rada skladišta plina. Tijekom ciklusa povlačenja plina, cjelokupna proizvodnja vodika miješala bi se na lokaciji skladišta plina s prirodnim plinom iz ležišta (skladišta) te plasirala u transportni sustav Republike Hrvatske

Ključne riječi: dekarbonizacija, Podzemno skladište plina „PSP Okoli“, Power to Gas (P2G) tehnologija, masivna skladišta vodika

Važnost terminala za UPP na otoku Krku za sigurnost opskrbe Republike Hrvatske i susjednih zemalja i buduće povećanje kapaciteta

| Tomislav Šarić

Sažetak

Unatoč sve većem udjelu energije dobivene iz obnovljivih izvora u ukupnoj strukturi potrošnje energije, prirodni plin ostaje vrlo važna komponenta u energetske bilanci. Ukapljeni prirodni plin ima sve značajniju ulogu u globalnoj energetskej strukturi, između ostalog iz razloga što je prepoznat kao tranzicijski energent na putu prema potpunom prestanku korištenja fosilnih goriva. Uspješnim završetkom izgradnje terminala za prihvata, skladištenje i otpremu UPP-a na otoku Krku, koji je 1. siječnja 2021. godine pušten u komercijalni rad, Republika Hrvatska je ostvarila strateški nacionalni prioritet u osiguravanju sigurnosti opskrbe plinom. Terminal za UPP značajno utječe na diversifikaciju dobavnih pravaca i omogućava opskrbljivačima prirodnim plinom u Republici Hrvatskoj i susjednim zemljama dobavu prirodnog plina iz izvora iz kojih je do sada bio nedostupan regionalnom tržištu. Samim time značajno se izmijenila geostrateška pozicija Republike Hrvatske kao poveznice prema tržištima ovog dijela Europe.

Ključne riječi: prirodni plin, ukapljeni prirodni plin, diversifikacija, dobavni pravci, sigurnost



PLIN

3/2023, rujan

Ulaganjima i savezništvom EU-a s izvozniciima plina do sigurnije dugoročne opskrbe i učinkovite dekarbonizacije

| dr. sc. Gordana Sekulić

Sažetak

Globalna energetska kriza u 2021./2022., posebno u Europi, koju su obilježili prijetnje nestašica prirodnog plina, njegova užurbana nabava iz neruskih izvora, punjenje skladišta, gradnja uvoznih kapaciteta UPP-a te visoke cijene, aktualizirala je temeljno pitanje dugoročne budućnosti plina i opcije njegove potpore zelenoj tranziciji. Zbog toga su u radu istraženi neki strateški čimbenici koji pokazuju da će plin i u narednom razdoblju imati značajnu ulogu u potrošnji energije, ali i u dekarbonizaciji s mogućnostima da kod nekih potrošača zamjeni ugljen i naftu te da energetske potrebe zadovolji miješanjem s vodikom čija će raspoloživost biti ograničena u ovom desetljeću, a moguće i dalje.

Zajedničke prognoze Međunarodne agencije za energiju (International Energy Agency - IEA) i Japanskog instituta za ekonomiku energetike (Institute of Energy Economics - IEEJ) pokazuju da bi se potrošnja plina u EU-u prema tri od četiri razmatrana scenarija u 2030. mogla kretati u rasponu 340-400 mlrd. m³ u 2030. i 233-374 mlrd. m³ u 2050. prema oko 400 mlrd. m³ u 2021. i 343 mlrd. m³ u 2022. Time bi plin zadržao jednu od vodećih uloga u opskrbi energijom EU-a, a posebno globalno. Tome će doprinijeti dekarbonizacija plina uz značajna smanjenja njegovog spaljivanja i curenja te sinergija s vodikom kao jednim od temeljnih energenata u budućnosti. Pritom se kod prognoza, vođenja energetske politike i poslovnog odlučivanja sve više uzimaju u obzir neke prepreke za ostvarenje ciljeva zelene tranzicije, posebno u narednih 10-15 godina, kao što su: ograničena dostupnost, izvozne restrikcije te mogući poremećaji u lancima opskrbe materijalima i tehnologijama zelene energije; gradnja infrastrukture čiste energije može trajati 10 i više godina; ograničenosti skladištenja obnovljivih izvora energije (OIE) i električne energije; troškovi tranzicije; itd.

Promjena globalne geopolitičke situacije od 2022. i intenziviranje diverzifikacije prema domaćim, a posebno prekomorskim izvorima plina potiču kapitalna ulaganja u EU-u, prvenstveno u gradnju uvoznih terminala za UPP, plinovoda, istraživanja i proizvodnju, ali i u elektrane na plin, što ponajbolje ukazuje na dugoročnost korištenja plina uz njegovu postepenu zamjenu nefosilnim energentima po prihvatljivim cijenama.

EU i naftno-plinske kompanije šire i jačaju suradnju na dugoročnoj osnovi s državama i kompanijama velikim proizvođačima plina podupirući ulaganja u istraživanja i proizvodnju te plinsku infrastrukturu. Istovremeno se s partnerima razvijaju projekti za smanjenje emisija i povećanje energetske učinkovitosti u kompleksnom opskrbnom lancu plina.

Ključne riječi: dekarbonizacija, EU, izvori dobave, plin, ulaganja

Tehnička rješenja za ostvarivanje nultog otparka ukapljenog vodika

| izv. prof. dr. sc. Luka Perković

Sažetak

U ovom radu je dan pregled metoda skladištenja ukapljenog vodika (LH2) u kojima je stvaranje otparka vodika u spremniku LH2 svedeno na nultu ili gotovo nultu razinu kako bi se u čim većoj mjeri spriječilo njegovo ventiliranje u atmosferu. Obradene su pasivne i aktivne metode smanjenja pojave otparka, kao i utjecaj predhlađenja spremnika LH2 na pojavu otparka. Pasivnim metodama se prodor topline smanjuje primarno upotrebom višeslojnih izolacijskih materijala, ali i pravilnom konstrukcijom samog spremnika kako bi se spriječili prodori toplinskog toka provođenjem topline putem tzv. toplinskih mostova. Kod aktivnih metoda razlikujemo kriogeno hlađenje pomoću otvorenih i zatvorenih rashladnih ciklusa. Otvoreni ciklusi se baziraju na dopuštenom prodoru toplinskog toka u spremnik LH2 i izravnim korištenjem nastalog otparka kao radne tvari u lijevokretnom ciklusu u kojem se ponovno ukapljuje i vraća u spremnik LH2. S druge strane, zatvoreni rashladni ciklusi nastoje potpuno spriječiti akumulaciju topline uslijed prodora toplinskog toka u spremnik i pojavu otparka hlađenjem spremnika pomoću zasebnog vanjskog rashladnog ciklusa. Značajne količine otparka mogu nastati i pri punjenju spremnika LH2, pri čemu je u radu dan pregled metode sprječavanja pojave otparka pri punjenju korištenjem pred-hlađenja spremnika LH2 ukapljenim dušikom.

Ključne riječi: ukapljeni vodik – LH2, otparak vodika, višeslojna izolacija, otvoreni i zatvoreni kriogeni rashladni ciklusi, pred-hlađenje spremnika vodik

Mogućnosti povećanja maksimalnog kapaciteta terminala za ukapljeni prirodni plin

| Ivan Fugaš
Dario Ferenčaba
Marko Častek

Sažetak

U Terminal za ukapljeni prirodni plin (dalje u tekstu: Terminal) nalazi se u općini Omišalj na otoku Krku, u Republici Hrvatskoj. Terminal se može razložiti na dvije glavne cjeline:

- brod za prihvat, skladištenje i uplinjavanje UPP-a (engl. Floating Storage Regasification Unit, nadalje: FSRU) i
- kopneni dio Terminala koji se sastoji od opreme potrebne za otpremu prirodnog plina do ulazne točke u plinski transportni sustav Republike Hrvatske.

Temeljem Odluke Vlade Republike Hrvatske o povećanju sigurnosti opskrbe plinom izgradnjom plinovoda Zlobin – Bosiljevo i povećanjem kapaciteta LNG terminala na 6,1 milijardu kubičnih metara plina godišnje, društvo LNG Hrvatska d. o. o. kao operator Terminala pokrenulo je aktivnosti na povećanju kapaciteta Terminala.

U nastavku rada bit će objašnjene sve razmatrane mogućnosti povećanja maksimalnog kapaciteta Terminala, uz detaljni prikaz odabranog rješenja, nabavu i ugradnju dodatnog modula za uplinjavanje s maksimalnim kapacitetom uplinjavanja i otpreme prirodnog plina od 250.000 Sm³/h.

Ključne riječi: ukapljeni prirodni plin, prirodni plin, Terminal za UPP, FSRU brod, povećanje kapaciteta uplinjavanja, maksimalni kapacitet

Tehnologije ukapljivanja prirodnog plina

dr. sc. Veljko Filipan
prof. dr. sc. Igor Sutlović
doc. dr. sc. Karlo Filipan
Filip Mikulić

Sažetak

Terminal za prihvata i ponovno uplinjavanje ukapljenog prirodnog plina (UPP) na otoku Krku u funkciji je od 2020. godine. Hrvatska je tako postala važno čvorište za biznis s UPP-om u čitavom okruženju srednje i istočne Europe. Planirano je i proširenje sadašnjeg godišnjeg kapaciteta postojećeg terminala s 2,9 na više od 6 milijardi kubičnih metara plina. Budući da u pojedinim izvještajima i člancima o UPP-u u Hrvatskoj ima nerazumijevanja o termodinamičkim aspektima procesa ukapljivanja i ponovnog uplinjavanja namjera rada je širu javnost detaljnije upoznati s tehnologijama ukapljivanja, posebno s aspekta utroška energije u samom procesu. Dan je pregled danas primjenjivanih tehnologija u rashladnoj i kriogenoj tehnici i na kraju je uključen osvrt na rashladnu energiju UPP-a koja bi se mogla iskoristiti pri njegovom ponovnom uplinjavanju.

Ključne riječi: ukapljeni prirodni plin, rashladni i kriogeni procesi, tehnologije ukapljivanja, energijske značajke, rashladne radne tvari



PLIN

4/2023, prosinac

Geološko Skladištenje CO_2 u Republici Hrvatskoj – karika koja nedostaje za postizanje nulte emisije

| prof. dr. sc. Domagoj Vulin

Sažetak

Tehnologija hvatanja i skladištenja ugljičnog dioksida (CCS) igra ključnu ulogu u ispunjavanju cilja EU-a o nultim emisijama CO_2 . CCS dobiva sve više maha u Republici Hrvatskoj, no tek treba vidjeti hoće li moći pratiti trenutni tempo razvoja u drugim državama članicama EU-a. Potencijal za geološko skladištenje CO_2 je ogroman, ali nedostaju (javno dostupne) studije koje procjenjuju različite tehnologije za smanjenje i uklanjanje CO_2 koje bi bile podržane kroz zakonodavne i financijske sustave. Iako je nejasno da li je energetski sektor proveo analizu novčanog toka s i bez CCS-a (do postupnog ukidanja), cementare, Agencija za ugljikovodike i naftna i plinska industrija predvodnici su razvoja CCS-a u Republici Hrvatskoj. Ipak, smanjenje emisija CO_2 ostaje izazov zbog neizvjesnog rasta cijene ugljičnih kredita u Europskoj uniji i nedovoljno razvijene, a time i nepredvidive strategije financiranja.

Ključne riječi: CCS, Green Deal, hvatanje ugljičnog dioksida, nulte emisije, Republika Hrvatska, točkasti izvori

Vodik kao energetski vektor - SWOT analiza perspektiva u energetske tranziciji

| izv. prof. dr. sc. Darko Pavlović
| dr. sc. Melita Srpak

Sažetak

Rezultati provedene SWOT analize perspektiva u energetske tranziciji temelje se na zaključcima o tome kako postići dublje razumijevanje vodika kao „energetskog vektora“ ili nositelja energije koji može pridonijeti ostvarenju ciljeva energetske tranzicije i održivog energetskog razvoja. Glavna prednost vodika kao energetskog vektora leži u njegovoj sposobnosti skladištenja i prijenosa energije. Vodik ima potencijal da zamijeni fosilna goriva kao glavni izvor energije u budućnosti. Međutim, prije nego što se vodik bude mogao šire primjenjivati, potrebno je riješiti nekoliko izazova: visoku cijenu proizvodnje, sigurnost rukovanja i nedostatak infrastrukture za distribuciju vodika. Unatoč izazovima, vodik ima potencijal da pozitivno utječe na okoliš i smanji ovisnost o fosilnim gorivima.

U radu se koristi kvalitativno-analitička metoda SWOT analize kako bi se istražili i analizirali različiti aspekti i utjecaji odabranih ključnih indikatora. SWOT analiza omogućit će bolje razumijevanje uloge vodika u procesu energetske tranzicije. Kroz ovu analizu identificirane su ključne snage i slabosti vodika kao nositelja energije. Istražene su mogućnosti i prijetnje koje proizlaze iz šire uporabe vodika u kontekstu značajnih

transformacija u energetsom sektoru. Cilj je utvrditi snage, slabosti, mogućnosti i prijetnje u mogućoj provedbi analize vodika kao energetskeg vektora u trajektoriji energetske tranzicije. U nadolazećim godinama vodik bi mogao zauzeti ključno mjesto u energetskej tranziciji jer predstavlja ekološki čist izvor energije i iznimno je energetski učinkovit, s prosječnom učinkovitošću koja nadmašuje naftna goriva za 1,33 puta. Međutim, prava prednost vodika je njegova prilagodljivost postojećim transportnim i energetskim sustavima, što potencijalno može znatno doprinijeti smanjenju globalnog onečišćenja.

Ključne riječi: energetska tranzicija, energetski vektor, matrica SWOT analize, održivost, poligon strategije, vodik

Projektiranje, izbor i instaliranje opreme u postrojenjima ugroženim eksplozivnom atmosferom

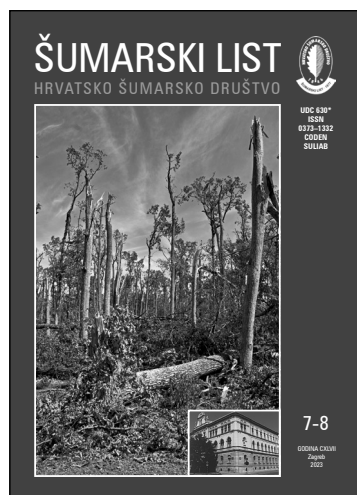
| Dario Dragojević

MUP, RCZ, Sektor za eksplozivne atmosfere

Sažetak

Ovim radom daju se osnovne smjernice koje korisnicima/investitorima, projektantima i izvođačima radova pomažu u procesu izgradnje postrojenja u kojima se kao energenti koriste UNP, PP, UPP i vodik. Razmatraju se teme klasifikacije prostora ugroženog eksplozivnom atmosferom, izbor i nabava „Ex opreme“, projektiranje i instaliranje elektrotehničkih i strojarskih instalacija. Također, u radu se prikazuje svrha i provedba osnovnog tehničkog nadgledanja projektne dokumentacije i postrojenja prije puštanja u rad od strane MUP-a, RCZ-a, Sektora za eksplozivne atmosfere.

Ključne riječi: instaliranje opreme, projektiranje, prostori ugroženi eksplozivnom atmosferom, protueksplozijski zaštićena oprema, tehničko nadgledanje



ŠUMARSKI LIST

7-8, 2023., kolovoz

| Uredništvo

Posljedice olujnog nevremena na šume

Samo par sati, a na pojedinim lokacijama samo petnaestak minuta, bilo je dovoljno da vjetar olujne, gotovo orkanske snage, uništi trud više generacija hrvatskih šumara na potezu od slovenske granice do istočne Slavonije, gdje se nalaze ekonomski najvrijednije šume u lijepoj našoj, šume hrasta lužnjaka koje su najviše i stradale. Ljetni, devetnaesti dan mjeseca srpnja ove godine, ostat će upamćen kao i oni zimski dani 2014. godine kada se dogodio ledolomom i 2017. godine kada je vjetroizvalama prouzročena znatna šteta na goranskim šumama. Najveća izmjerena brzina vjetra u području Županje bila je 180 km/h. Povijesno do sada najjača brzina vjetra bila je 260 km/h, koju je imao tornado 1892. godine u okolici Novske, kada su također stradale šume u količini od 150 tisuća stabala hrasta i bukve. Očevici ovogodišnjeg nevremena bili su zapanjeni snagom prirode, a posljedice odaju dojam kataklizme kao nakon udara atomske bombe. Stoljetne šume hrastova lužnjaka i kitnjaka te bukve, u nekoliko minuta pretvorene su u triješće, povaljane su poput čunjeva. Iako je u tom nevremenu bilo ljudskih žrtava, spletom sretnih okolnosti (grmljavinsko nevrijeme dogodilo se popodne nakon radnog vremena pa nije bilo radnika u šumi) one se nisu dogodile u šumskim područjima. Veću opasnost predstavljala su stabla u drvoredima i parkovima naselja. Sve češće ekstremne vremenske nepogode ostavljaju negativan trag na šumsko bogatstvo Republike Hrvatske, ali i ostatak Europe. Bez obzira na vidljiv učinak vremenskih pojava na cjelokupni život, još uvijek postoje skeptici koji ne vjeruju koliki utjecaj čovjek ima na klimatske promjene. Već više od pola stoljeća čovječanstvo donosi rezolucije kojima nastoji umanjiti negativan utjecaj razvoja moderne civilizacije, ponajprije na povećanje ugljika u atmosferi i porasta temperature. Nažalost, oni koji najviše negativno doprinose tomu, a to su na prvom mjestu najbogatije zemlje svijeta, još uvijek se ne žele odreći komfora i trke za profitom na štetu cijele planete Zemlje.

Prve procjene šumskih šteta na državnim šumama u Hrvatskoj bile su preko milijun metara kubnih, a nakon naknadnih obilazaka terena porasle su i na milijun i pol metara kubnih. Financijske štete za sada procijenjene su na 100 milijuna eura. Za privatne šume do sada nisu iskazane procijenjene štete, ali vjerojatno ni one nisu male. Točniji podaci o štetama znat će se tek kad se uspije dospjeti do svih stradalih dijelova i nakon obavljenih zračnih snimanja šumskih predjela. U prvi tren bilo je važno očistiti javne prometnice, što se bez pomoći šumarske operative ne bi moglo obaviti. Tu se državna tvrtka Hrvatske šume d.o.o. opet pokazala spremnom i sposobnom pomoći zajednici na uspostavljanju što sigurnijeg prometa u šumskim kompleksima. Predstoji mukotrpan posao na raščišćavanju šumskih prometnica, a najviše i višegodišnji rad na saniranju šteta i obnovi šumskih sastojina. Najviše su stradale starije sastojine, posebno one u kojima je započela oplodna sječa ili su sastojine bile pred obnovom. S ovom nepogodom značajno su poremećeni redovni šumskogospodarski radovi, a hrastovi šumski ekosustavi su dodatno narušeni nakon višegodišnjih sušnih razdoblja i negativnog djelovanja hrastove mrežaste stjenice, pri čemu su zabrinjavajući dugogodišnji izostanci uroda žira. Upitno je kakve će biti mogućnosti obnove uslijed niza negativnih čimbenika, koji ponajprije opterećuju nizinske ekosustave. Zbog velike štete na drvnoj masi značajno će biti umanjena financijska vrijednost prodanih proizvoda, koji će većinom završiti kao prostorno i energetska drvo. Smanjeni prihodi i povećani troškovi zahtijevaju financijsku podršku države, kao što je u sličnim situacijama reagirala Savezna

Republika Njemačka. Pripadnost Hrvatske Europskoj Uniji također bi trebao biti pozitivan i važan čimbenik nakon ove stoljetne vremenske nepogode u saniranju šteta na ustavom zaštićenom šumskom resursu, čija se pozitivna uloga u ublažavanju klimatskih promjena sve više povećava. Za očekivati je svekoliku pomoć od resornog ministarstva kako u financiranju sanacije, tako i u pojednostavljenju zakonske regulative u ovakvim situacijama. Isto tako potrebna je i pozitivna medijska podrška i šire praćenje nezapamćenih šteta na šumama. Nakon ove nepogode vjerojatno će se mijenjati i odnos javnosti prema urbanom šumarstvu i negativni stavovi prema uklanjanju opasnih i potencijalno opasnih stabala iz drvoreda i parkova.

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.31298/sl.147.7-8.1>

Značajke šumske prostirke i tla u šumi obične jele i crnoga graba (Ostrya-abietetum /Fukarek 1963/Trinajstić 1983) na Biokovu

| Darko Bakšić, Nera Bakšić, Daniel Krstonošić, Nikola Pernar, Ivan Perković, Sjepan Mikac, Vibor Roje, Branimir Krtalić
Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu

Sažetak

Brojna istraživanja pokazuju da su šume obične jele ugrožene klimatskim promjenama, posebice na južnim rubovima njihova rasprostranjenja gdje su negativni učinci zatopljenja izraženiji. Šume jele i crnoga graba rastu od 850 m do 1150 m nadmorske visine na kontinentalnoj padini planine Biokovo na karakterističnom vrtačastom reljefu, koji utječe na mozaični raspored golih stijena, tla, vegetacije i šumske prostirke. Cilj ovoga istraživanja je, po prvi puta, za termofilne i najjužnije šume jele i crnoga graba u Hrvatskoj utvrditi fiziografske značajke šumske prostirke i tla te sadržaj teških metala u površinskom sloju tla, pa usporediti dobivene podatke za šumsku prostirku i tlo s podacima za ostale jelove zajednice Hrvatske. Terenskim opažanjima u nizu vrtača utvrđeno je da ljeti (sušno i toplo razdoblje) iz jamskih otvora i pukotina struji hladan zrak, stvarajući u vrtačama specifične mikroklimatske uvjete koji pogoduju jeli i mogu potencijalno biti važan čimbenik njenog opstanka. U šumi jele i crnoga graba utvrđene su značajne količine šumske prostirke i zalihe ugljika, koje su u rasponu od 2,86 kg m⁻² do 11,59 kg m⁻², odnosno od 1,13 kg m⁻² do 4,89 kg m⁻² uz izrazitu prostornu varijabilnost. Po fiziografskim značajkama površinskog sloja tla šume jele i crnoga graba grupiraju se uz bukovo-jelove šume sjevernog Velebita i Gorskog kotara, što upućuje na dominantan pedogenetski utjecaj (karbonatnog) matičnog supstrata. Osnovni limitirajući čimbenik tla šuma jele i crnoga graba njegova je mala dubina. U površinskom sloju tla utvrđen je povišen do vrlo visok sadržaj teških metala Cu, Pb, Zn, Ni i Cd.

Ključne riječi: obična jela; tlo; šumska prostirka; crni grab; klimatske promjene

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.31298/sl.147.7-8.2>

Područje rada forvardera – modeliranjem do podrške operativnoj primjeni

| Tomislav Poršinsky¹, Zdravko Pandur¹, Andreja Đuka¹
Zoran Bumber²

¹Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu

²Hrvatske šume, UŠP Zagreb

Sažetak

Na osnovi poznavanja dimenzijskih i masenih značajki forvardera, razvijen je model raspodjele osovinskih opterećenja te procjene kretnosti forvardera pri izvoženju drva uz i niz nagib terena. Model je zasnovan na poznavanju položaja točke težišta forvardera, deklariranoj nosivosti forvardera i duljini utovarene oblovine,

graničnom nagibu kretnosti forvardera temeljem vučne značajke vozila pri izvoženju drva uz nagib terena te graničnom nagibu terena pri izvoženju drva niz nagib, kod kojega obodna sila poprima vrijednost nula, uz poštivanje ograničenja proisteklih iz prethodnih istraživanja.

Simulacijsko modeliranje procjene kretnosti pri izvoženju drva uz i niz nagib terena prikazano je na primjeru osmokotačnoga forvardera Komatsu 875, deklarirane nosivosti 16.000 kg, opremljenoga pneumaticima 710/45-26.5 za koji je metodom podizanja osovine određen položaj točke težišta.

Rezultati raspodjele adhezijskog opterećenja prednje i stražnje osovine forvardera ukazali su da pri izvoženju drva tvrdih listača mase 16.000 kg te duljine 4,82 m, uz i niz nagib terena u granicama $\pm 70\%$ ne dolazi do prekoračenja zbroja dopuštenih opterećenja guma kotača po osovinama te dopuštenog opterećenja prednje i stražnje bogi osovine. Pri izvoženju drva uz nagib terena, do rasterećenja prednje bogi osovine dolazi kod nagiba terena $> 68\%$. Za navedeni raspon uzdužnih nagiba terena, najmanji konusni indeks od 950 kPa za primjerni forvarder predstavlja mjeru okolišne pogodnosti, a izračunat je na osnovi nominalnog tlaka na podlogu referentnih (opterećenijih) kotača stražnje bogi osovine vozila.

Granični nagib kretnosti nominalno natovarenoga forvardera uz nagib terena značajno ovisi o nosivosti šumskog tla iskazanoga konusnim indeksom, ali i o klizanju kotača vozila. Za iste vrijednosti konusnoga indeksa tla, pri vrijednostima klizanja kotača (10 – 15 %) koje odgovaraju najvećoj vučnoj korisnosti, granični nagib kretnosti forvardera ima niže vrijednosti, u odnosu na klizanje kotača (20 – 25 %) koje odgovara okolišnom ograničenju, odnosno početku erozionih procesa na nagnutim terenima.

Granični nagib terena pri izvoženju drva forvarderom niz nagib terena kod kojeg obodna sila poprima vrijednost nula, značajno ovisi samo o nosivosti šumskog tla te se nije pokazao kao dobar pokazatelj ograničenja izvoženja drva. Određivanje ograničenja kretnosti forvardera pri izvoženju drva niz nagib terena u budućnosti će predstavljati istraživački izazov.

Ključne riječi: forvarder; težište vozila; opterećenje osovine

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.31298/sl.147.7-8.3>

Biološko-ekološka obilježja posebnog rezervata šumske vegetacije Koče - otok Korčula

Željko Španjol¹

Boris Dorbić²

Ivana Gašparović (Zagreb), Marko Vučetić (Hvar), Dunja Zbiljski, Milan Vojinović (Korčula), Vedran Sušilović, Ivan Ljubić, Katarina Korov

¹Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu

²Veleučilište „Marko Marulić“ u Kninu

Sažetak

Prirodni fenomen, Koče, 1962. godine proglašen je posebnim rezervatom šumske vegetacije, dok je njegov glavni fenomen šuma stogodišnjih stabala hrasta crnike (*Quercus ilex* L.). Rezervat je sjemenskog postanka s ponekom panjačom. Osim s vegetacijskog gledišta, Koče je specifično i zbog niza geomorfoloških oblika. Šumu ovog rezervata se može svrstati u šumu hrasta crnike i crnog jasena. U radu su dani rezultati opsežnih istraživanja koja su provedena u prvoj polovici 2015. godine, a uključivala su strukturna, vegetacijska i mikroklimatska mjerenja. Strukturna izmjera stabala provedena je na području cijelog rezervata, a vegetacijska i mikroklimatološka istraživanja su obuhvatila 7 pokusnih ploha.

Rezultati su pokazali da inventarizirana stabala hrasta crnike (140) pokazuju konstantno opadanje vitaliteta, što je sasvim razumljivo i vezano na njihovu stoljetnu dob. Ustanovljeno je i da su najbrojnije vrste u fazi ponika i pomladka: *Laurus nobilis* L. i *Viburnum tinus* L., dok hrast crnika prevladava u nadstojnoj etaži. S obzirom na strukturne tablice sastojina na pokusnim plohama 1.-7. kao i na ukupne iznose drvne zalihe, došlo se do spoznaje da se sklopljeni dio šume rezervata i dalje nalazi u stadiju visoke crnikove šume.

Iz fitocenoloških snimki (tablica 12) također uočavamo tu heterogenost staničnih uvjeta budući osim tipičnih vrsta asocijacije *Fraxino orni-Quercetum ilicis* Horvatić (1956.) 1958. (Šuma hrasta crnike i crnog jasena) ovisno o geološko-morfološkim, hidrološkim, pedološkim i mikroklimatskim prilikama pridolaze vrste koje

nisu tipične za šumsku vegetaciju. Ponajprije paprati, vegetacija stijena, mahovina i sl. Pokrovnost vegetacije u rezervatu Kočje nije jednolična. Središnji dio gdje prevladavaju stara stabla crnike pokrovnost sloja drveća je 90-95 % (100 %), grmlje pokriva 30-100 %. Pokrovnost sloja prizemnog rašća je također različita i ovisi o pokrovnosti sloja grmlja i drveća, tako da je od 5-80 %. Isto tako u rezervatu nalazimo gusti sloj nerazgrađenog listinca najčešće od 2 do 5 cm, a u „džepovima“, škrapama između stijena 10 do 15 cm. Tu ga najviše nanosi voda za jakih kiša.

Mikroklimatskim istraživanjima je potvrđeno da kolebanja mikroklimatskih elemenata (temperatura i količina svjetla) ovise o stupnju sklopljenosti sastojine u sloju drveća i grmlja te geomorfološkim situacijama na plohama.

Ključne riječi: Kočje; posebni rezervat šumske vegetacije; hrast crnika; vegetacija; izmjere

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.31298/sl.147.7-8.4>

Procjena šumskih resursa na temelju Sentinel-2 snimki – studija slučaja Derventa, BiH (Katastarska općina Brezici)

Dragana Skorup¹, Miroslav Vujasinović¹

Goran Marinković²

Ilija Grgić³

Boban Miletić⁴

¹Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet, Banja Luka, BiH

²Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Srbija

³Državna geodetska uprava, Zagreb

⁴Poljoprivredni fakultet, Istočno Sarajevo, BiH

Sažetak

Gospodarenje šumskim resurima otežano je u uvjetima potpune neažurnosti i neuređenosti desetljećima starog sustava evidencije i izmjere. U svrhu poboljšanja postojećih evidencijskih sustava i stvaranja jasnijeg uvida u stanje šumskog bogatstva koriste se nekonvencionalni, suvremeni sustavi praćenja. Korištenje daljinskog istraživanja za procjenu šumskog bogatstva je važno, jer se inženjeri šumarstva i šumarske ustanove ne mogu pouzdati u postojeće evidencije preuzete iz katastra nekretnina kako bi utvrdili opseg šumskog bogatstva.

Za demonstraciju korištenja daljinskog istraživanja u svrhu utvrđivanja opsega šumskog bogatstva preuzete su satelitske snimke Sentinel-2 za 2017. i 2022. godinu, kao i podaci iz baze podataka katastra nekretnina k.o. (katastarske općine) Brezici, slika 1. Preuzete multispektralne Sentinel-2 slike klasificirane su na temelju Random Forest klasifikacijskog algoritma, korištenjem programskog jezika R. Tijek procesa obrade podataka prikazan je na slici 2. Nakon završenih klasifikacija, točnost klasifikacije procijenjena je na temelju matrice pogrešaka i Kappa vrijednosti. Parametri točnosti za klasificirane snimke prikazani su u tablici 1. U prvom dijelu analize rezultata obavljeno je vizualno i numeričko preklapanje klasificiranih Sentinel-2 rastera iz 2017. i 2022. godine. Analiza je provedena s ciljem prikazivanja promjena koje se događaju na ograničenim područjima u kratkim vremenskim intervalima, slika 3. Drugi dio analize odnosi se na usporedbu podataka katastra nekretnina za k.o. Brezici nastalih na temelju izmjere i Sentinel-2 snimki iz 2022. godine, slika 4. i tablica 2. Cilj ovog dijela rada je pokazati razliku između stvarnog i katastarskog stanja. Na slici 5. i tablici 3. prikazane su razlike u načinu korištenja između katastra i Sentinel-2 snimki, što ukazuje na promjene nastale napuštanjem poljoprivrednog zemljišta i njegovom prenamjenom u određeni oblik šumske vegetacije. Prema bazi podataka katastra nekretnina, 26% ukupnog teritorija k.o. Brezici prekriveno je šumom, dok je zahvaljujući snimkama Sentinel-2 69% teritorija izdvojeno pod nekim oblikom visoke vegetacije, tablica 4. Analize pokazuju da se Sentinel-2 snimke mogu uspješno koristiti za utvrđivanje obuhvata šuma s ciljem boljeg i kvalitetnijeg prikaza postojećih šumskih resursa koji su nepoznati zbog zastarjelih i nepouzdatih sustava evidencije.

Ključne riječi: Sentinel-2; baza podataka katastra nekretnina; Random Forest; šume

Jesu li testovi praćenja oksidacijskog stresa dovoljni za genetički monitoring hrasta lužnjaka u malom razmjeru?

Branislav Trudić

Biljana Kiprovski¹Saša Kostić², Srđan Stojnić², Marko Kebert², Andrej Pilipović²Aleksandar Ivezić³¹Institute of Field and Vegetable Crops, National Institute of the Republic of Serbia, Novi Sad, Serbia²Institute of Lowland Forestry and Environment, University of Novi Sad, Serbia³Biosense Institute, Novi Sad, Serbia

Sažetak

Prema klimatskim scenarijima RCP-a, hrast lužnjak (*Q. robur* L.) označen je kao najteže pogođena vrsta drveća zbog stalnih, intenzivnih klimatskih promjena. Propadanje hrastovih šuma može uzrokovati velike ekonomske gubitke, budući da se hrastovi smatraju vrlo vrijednim primjercima drveća zbog duge povijesti iskorištavanja za proizvodnju drva i gradnju (Mikac i sur., 2018.). Uzimajući u obzir da uobičajeni biokemijski parametri mogu doprinijeti razumijevanju temeljnih obrambenih mehanizama biljaka protiv stresa od suše i stoga se koristiti kao pouzdani deskriptori prilagodljivosti u kontekstu klimatskih promjena, cilj ove studije bio je utvrditi postoji li neki od 7 predloženih testova praćenja oksidacijskog stresa (ukupni sadržaji bjelančevina, fenola, flavonoida i testovi hvatači slobodnih radikala – ABTS, NO, FRAP i DPPH) koji može poslužiti za dugoročni genetski monitoring dviju sorti hrasta lužnjaka (rani vs kasni). Fenološki varijeteti [rani (var. *praecox*) vs kasni (var. *tardissima*)] i fiziološka skupina (vitalne ili oštećene) bile su promatrane varijable u testiranih jedinki zbirnog radnog hrasta vitalnog (PEOV), zbirnog ranog hrasta oštećenog (PEOD), zbirnog kasnog vitalnog (PLOV) i zbirnog ranog oštećenog (PLOD). Svaka objedinjena (zbirna) skupina sadržavala je ukupno 10 ili 11 uzoraka, mjerenih u tri primjerka kako bi se postigla optimalna statistička značajnost za svaku skupinu (za više, pogledajte pododjeljak Statistika). Sakupljeno lišće odmah je označeno i stavljeno u aluminijski folij, konzervirano na suhom ledu i transportirano u Laboratorij za kemijske i biokemijske analize Instituta za nizinsko šumarstvo i okoliš (ILFE) na daljnju obradu. Dva grama hrastovog lišća homogenizirano je u ohlađenom mužaru s tučkom s 10 ml fosfatnog pufera (0,1 M KH₂PO₄, pH=7), centrifugirano 10 min na 11000 okretaja u minuti i supernatant je korišten za daljnji test praćenja oksidativnog stresa (Tablica 1), prema uputama autora. Sve analize određene su spektrofotometrijski u mikropločicama s čitačem Multiplate MultiScan GO (Thermo Scientific, Njemačka). Dobiveni rezultati biokemijskih parametara pokazali su da je lišće kasnog hrasta imalo veći sadržaj bjelančevina i fenolnih spojeva od ranog, bez obzira na fiziološku skupinu (vitalno ili oštećeno) (Tablica 2). Štoviše, radi boljeg prikaza rezultata iz Tablice 2. prikazali smo ih grafički (Graf 1. i 2.). Najveći udio ukupnih flavonoida imali su listovi PLOD i PLOV, a najmanji listovi PEOV i PEOD (Tablica 2). Što se tiče ispitivanja kapaciteta hvatanja radikala, svi testirani listovi imali su nizak kapacitet hvatanja. ABTS- i NO- testovi hvatači radikala pokazali su manje od 50% hvatanja za sve uzorke, dok je DPPH-test pokazao neznatno više od 50% hvatanja za PEOD, PEOV, PLOV listove (56,15%, 57,28% odnosno 51,58%) i 41,69 % za listove PLOD. Kasno lišće hrasta ima veću antioksidacijsku moć reduciranja željeza (203,5 odnosno 180,4 mg TE/g FW) nego rano (93,9 odnosno 85,5 mg TE/g FW), bez obzira na fiziološku skupinu (Tablica 2). Razlike između ranih i kasnih genotipova hrasta bile su značajnije u pogledu ukupnog sadržaja fenola i flavonoida, kao i antioksidativne moći reduciranja željeza (FRAP). Ovo zapažanje također je potvrđeno PCA analizom, gdje su sva tri parametra grupirana zajedno s malom razlikom u najdominantnijoj komponenti PC1 (Graf 3). Dvosmjerna ANOVA u našem slučaju pokazala je da fiziološko grupiranje nije imalo utjecaja na ukupni sadržaj fenola i naknadno na aktivnost hvatača radikala FRAP, ABTS i NO. Dobiveni rezultati mogu pomoći da se objasne razlike u biokemijskim odgovorima na abiotičke stresove stabala hrasta lužnjaka na različitim mikrolokalitetima i na razini varijeteta unutar jednog šumskog kompleksa te nam mogu pružiti vrijedne informacije o varijabilnosti unutar vrste u otpornosti na sušu (rano naspram kasno). Stoga ovo može biti važan alat za poboljšanje strategija uzgoja i planova umjetne regeneracije hrasta lužnjaka u sušnijim nizinskim regijama. S obzirom na rezultate, potrebno je dugoročno mjerenje parametara oksidacijskog stresa stabala hrasta na individualnoj i populacijskoj razini, kako bi se dobila jasnija slika o tome kakve se promjene događaju na molekularnoj razini. Ova mjerenja također mogu biti korisna u genetskom praćenju stabala hrasta postavljenih u polukontroliranim i kontroliranim uvjetima.

Na taj način bi se mogao dobiti uvid u točan genetski kapacitet vrsta drveća u pogledu njihove otpornosti na abiotički stres na pojedinim mikrolokalitetima unutar krajolika.

Ključne riječi: antioksidacijsko; bioraznolikost; ekotip; hrast lužnjak; stres

Pregledni rad

<https://doi.org/10.31298/sl.147.7-8.6>

Kako rezultati državne mature utječu na prosječnu ocjenu i trajanje prijediplomskog studija na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu?

| Anamarija Jazbec

Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu

Sažetak

Istraživanje je motivirano raspravom kako rezultati državne mature utječu na uspjeh prijediplomskog studija: prosječna ocjena i trajanje prijediplomskog studija. Na državnoj maturi su tri obvezna predmeta: matematika (MATH), hrvatski (CRO) i strani (FORL) jezik. MATH i CRO se mogu polagati na dvije razine (viša i niža). Analizirani su podaci iz upitnika među 257 diplomanata od 2016. do 2018. Višestrukom regresijom analizirano je da li i kako ocjene predmeta iz državne mature utječu na uspjeh prijediplomskog studija: prosječnu ocjenu i trajanje studija. Kako bismo povezali ove rezultate, koristili smo kanoničku korelaciju kao poveznicu višestruke regresije i korelacijske analize. Analiziran je odnos između dva skupa varijabli, ocjene mature: MATH, CRO i FORL i uspjeha na prijediplomskom studiju: trajanje i prosječna ocjena studija. Ocjena mature iz matematike je statistički značajan prediktor prosječne ocjene i trajanja prijediplomskog studija. Što je viša ocjena iz MATH to je viša prosječna ocjena studija i kraće je trajanje studija. Prva kanonička varijata za uspjeh na prijediplomskom studiju ima veću težinu prosječne ocjene od trajanja studija.

Ključne riječi: studenti šumarstva; studenti drvne tehnologije; državna matura; uspjeh na prijediplomskom studiju; višestruka regresija; kanonička korelacija

Pregledni rad

<https://doi.org/10.31298/sl.147.7-8.7>

Povijesni pregled pošumljavanja Deliblatske pješčare

| Mirjana Ćuk

Radenko Ponjarac¹, Dušan Igić¹

Miloš Ilić², Dragana Vukov²

Marius Oldja³

Andraž Čarni⁴

¹Public company "Vojvodinašume", Forest Holding "Novi Sad", Serbia

²University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Serbia

³NGO "Deliblatica", Pančevo, Serbia

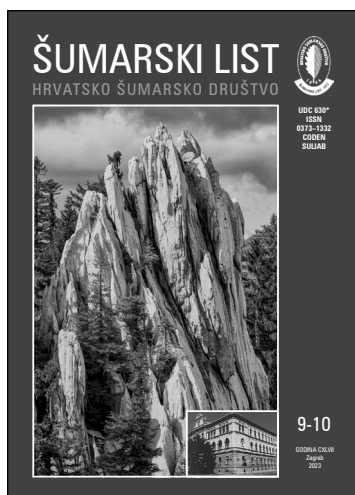
⁴Jovan Hadži Institute of Biology, Ljubljana / University of Nova Gorica, Slovenia

Sažetak

Deliblatska peščara jedna je od najvećih peščara u Europi. S obzirom da je obrastanje pijeska spor i dugotrajan proces, praćen ljudskim aktivnostima koje devastiraju biljni pokrov (ispaša, sječa šuma), površine ogoljenog pijeska na Pješčari zadržane su sve do 18. stoljeća. Rastresiti pijesak kočio je razvoj poljoprivrede u regiji cijelog južnog Banata, te je trebalo krenuti u intenzivniji proces obuzdavanja pješčane mase. Pošumljavanje ovog područja počelo je 1818. godine i još uvijek traje. U procesu pošumljavanja može se prepoznati devet

razdoblja koja se razlikuju u odnosu na tehnike pošumljavanja, izbor vrste te organizacijski ustroj šumarskih jedinica kojima je područje Pješčare povijesno pripadalo. Najznačajniji rezultati postignuti su u vezi- vanju rastresitog pijeska korištenjem sadnica bagrema (*Robinia pseudoacacia* L.) u kombinaciji s grmovima borovice (*Juniperus communis* L.) položenih među redove sadnica i uz sisanje različitih vrsta trava. Ova teh- nika primjenjuje se od IV. razdoblja pošumljavanja (1878-1898). Najveća područja pošumljena su tijekom V. razdoblja pošumljavanja (1898.-1918.), kada su dijelovi Pješčare prvi put u povijesti formalno zaštićeni kao područja značajna za očuvanje biološke raznolikosti. Vrste koje su najčešće korištene u pošumljavanju su bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.), bijeli i crni bor (*Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* J. F. Arnold), topola (*Populus* sp.), a zasađene su i neke grmolike (npr. *Juniperus virginiana* L.) i zeljaste vrste (npr. *Ammophilla arenaria* (L.) Link, *Festuca vaginata* Wild., *Leymus arenarius* (L.) Hochst., *Carex arenaria* L.). Danas je u Deliblatskoj peščari bagrem najzastupljenija vrsta, zauzima skoro trećinu cjelokupne površine.

Ključne riječi: stabilizacija pijeska; pješčarska vegetacija; kontinentalne pješčane dine; bagrem



ŠUMARSKI LIST

9-10, 2023., listopad

| Uredništvo

Treba li se brinuti za budućnost ljudskih potencijala u šumarstvu?

Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, već više godina provodi promidžbu fakulteta odlaskom u srednje škole diljem Hrvatske, kao i putem oglasa na web stranicama. Poduzete aktivnosti bile su uvjetovane smanjenim interesom za upis na jedini fakultet u državi koji obrazuje stručnjake u šumarstvu i drvnoj industriji. Popunjenost upisnih kvota posljednjih godina pokazala je opravdanost takvih radnji. U odnosu na ranija razdoblja, posebice osamdesete i devedesete godine 20. stoljeća i prvo desetljeće 21. stoljeća, kada je šumarstvo kao djelatnost bez ikakve promidžbe bilo motiv za upis na fakultet uz veći broj kandidata od potrebnog, novija vremena donijela su promjene kada se treba boriti za prepoznatljivost struke na tržištu obrazovanja i rada. Još jedna promjena vidljiva je kod novih generacija studenata kojima je privlačnije privatno poduzetništvo u šumarstvu, dok se ranije preferilo zapošljavanje u državnoj tvrtki Hrvatske šume d.o.o. Vjerojatno je bitan dio razloga u toj promjeni bila poslovna politika Hrvatskih šuma u vremenu od 2012. do 2018. godine, kada je značajno smanjen broj radnika svih profila, što je pak utjecalo na manju privlačnost obrazovanja u šumarstvu. Također i prosječna plaća u državnoj tvrtki, koja nije bitno veća od državnog prosjeka, smanjuje interes za zapošljavanjem u njoj. U zadnje vrijeme nastoji se stipendiranjem studenata privući nove kadrove i u državnu tvrtku. Prema sadašnjoj dobnoj strukturi zaposlenika Hrvatskih šuma slijedi razdoblje odlaska u mirovinu generacije koja je stasala s osnutkom tvrtke početkom 1991. godine. Da li će izgubljene godine bez pravovremenog zapošljavanja i pripremanja kadrova, posebice šumarskih inženjera/magistara i tehničara, stvoriti probleme u poslovanju državne tvrtke?

Hrvatsko šumarsko društvo bavilo se nekoliko puta temom obrazovanja i zapošljavanja u šumarstvu. Na Danima hrvatskog šumarstva održanim 1999. godine u Ogulinu i Bjelolasici, jedna od stručnih tema 103. Skupštine HŠD-a bila je „Zapošljavanje šumarskih djelatnika i razvoj poduzetništva u šumarstvu“. U sklopu 109. Skupštine HŠD-a na Danima hrvatskog šumarstva 2005. godine u Karlovcu, održano je savjetovanje na temu „Srednjoškolska i visokoškolska šumarska nastava u Hrvatskoj s posebnim osvrtom na potrebe šumarske prakse“. Uvodnik Šumarskog lista broj 9-10 iz 2012. godine za temu je imao zapošljavanje u šumarstvu. Tada je zaključeno kako „Već unatrag nekoliko godina nema zapošljavanja inženjera na neodređeno vrijeme, nego na određeno i to na kojekakve ugovore...“. Bilo je to vrijeme kada su završeni magistri šumarstva punili zavode za zapošljavanje i teško dolazili i do pripravničkog staža. Na natječaj Hrvatskih šuma d.o.o. za prijem na revirnička mjesta početkom 2015. godine javilo se 220 kandidata, a primljeno je 79 kandidata. Ni desetak godina kasnije, natječaji za pripravnički staž u tradicionalno šumarskim krajevima kao što je Slavonija, više ne privlače mlade magistre šumarstva. Uvodnik Šumarskog lista broj 7-8 iz 2011. godine donosi „...u ovome broju Šumarskoga lista iščitavamo da je upisna kvota za šk. god. 2011/2012. za zanimanje šumarski tehničar 290 učenika u 11(!) srednjih šumarskih škola, dok je istovremeno u Hrvatskom zavodu za zapošljavanje prijavljeno preko 500 nezaposlenih šumarskih tehničara.“ Očito je to bilo vrijeme neusklađenosti obrazovanja i tržišta rada ili neprepoznavanja poslodavaca o potrebi zapošljavanja mladih šumarskih tehničara koji bi trebali zamijeniti generacije na odlasku i postati nositelji operativnog šumarstva.

Osim stručnih kadrova duže vrijeme je problem i nedostatak radne snage za obavljanje terenskih poslova od uređivanja i uzgajanja šuma do radova pridobivanja drva. Moderne tehnologije su kompenzirale dio toga nedostatka, ali neki radovi se ne mogu obaviti bez ljudskog rada. Hoće li u budućnosti postati normalno ne izvršavati propise gospodarenja zbog nemogućnosti pronalaska adekvatne i obučene radne snage? O tome bi trebali promisliti i djelovati svi čimbenici unutar šumarske struke, zajedno s resornim ministarstvom, ali i Ministarstvom znanosti i obrazovanja.

Uredništvo

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.31298/sl.147.9-10.1>

Flora otoka Rivnja te vegetacija makije i drveća Rivnja i otočićâ Sestrice

Marija Pandža¹
Milenko Milović²
Vesna Krpina³
Damir Tafrâ (Omiš)

¹Primary school Murterski škôji, Murter

²Antun Vrančić Grammar school, Šibenik

³Hrvatske šume d.o.o. Zagreb

Sažetak

Prema literaturnim podacima i provedenim terenskim istraživanjima tijekom 2019. i 2020. na otoku Rivnju (3,615 km²) se navodi 346 domaćih i stranih svojti koje imaju sposobnost održavanja izvan uzgoja (309 vrsta, 36 podvrsta i varijetet). Pribrojivši i 84 svojte u uzgoju navodimo da sveukupna flora Rivnja broji 430 svojti. Svojte u uzgoju nisu obuhvaćene analizom flore. Tijekom ranijih istraživanja zabilježeno je 45 svojti, a 385 svojti se po prvi puta navodi u ovome radu. Osim inventarizacije flore, obavljena je taksonomska, ekološka i fitogeografska analiza. Rezultati su predloženi u tablicama 1 – 4 i slikom 2. U sastavu flore dominiraju kritosjemenjače u kojima su dvosupnice (73,99%) znatno zastupljenije od jednosupnica (23,99%). Brojem svojti najzastupljenije su porodice *Poaceae* (13,01%), *Asteraceae* s.l. (11,85%) i *Fabaceae* (8,96%). U spektru životnih oblika dominiraju terofiti (43,93%) i hemikriptofiti (24,28%), a u fitogeografskoj analizi biljke mediteranskoga flornoga elementa (42,77%), što ukazuje na klimatske prilike i geografski položaj otoka Rivnja. U flori su zabilježena četiri endema i četiri ugrožene svojte (*Lathyrus ochrus*, *Carex extensa*, *Orchis tridentata* i *Parapholis incurva*) te pet svojti orhideja. Po naselju u korovnoj i ruderalnoj vegetaciji zabilježeno je 11 invazivnih svojti (3,18% od ukupne samonikle i subspontane flore otoka). Predlažemo da se lokva koja nije registrirana za otok Rivanj u Popisu stanišnih tipova registrira. Mediteranske povremene lokve (Natura kod 3170) su prioritarna staništa od interesa EU. Vegetacijska istraživanja šuma i makija otoka Rivnja i otočićâ Sestrice obavljeno su tijekom 2019. i 2020. Ukupno je napravljeno 30 fitocenoloških snimaka. Snimke su rađene i analizirane po metodi Braun-Blanquet-a. Na fitocenološkim snimkama izvršena je statistička analiza i načinjen dendrogram. Rezultati su prikazani u tablicama 5-7 klasičnim prikazom fitocenoloških snimaka. Sintaksonomskom analizom iz razreda *Quercetea ilicis* utvrđene su asocijacije: *Erico arboreae-Arbutetum unedonis* Allier et Lacoste 1980 ex Foggi in Foggi et Grigioni 1999, *Myrto communis-Pistacietum lentisci* (Molinier 1954) Rivas-Martínez 1975, *Pistacio lentisci-Juniperetum turbinatae* Trinajstić 1987 ex Asensi, Díez-Garretas & Quézel 2007 i *Myrto communis-Quercetum ilicis* (Horvatić 1963) Trinajstić (1976) 1985, a iz razreda *Pinetea halepensis* asocijacija *Pistacio lentisci-Pinetum halepensis* De Marco, Veri & Caneva 1984. Najveća opasnost za autohtonu vegetaciju grmlja i drveća su sadene sastojine alepskog bora na Maloj Sestrici i male površine pod alepskim borom na otoku Rivnju. Na Rivnju sjevernozapadno od naselja je gusta i neprohodna makija. Potrebno je iskrčiti protupožarne putove i zabraniti sve aktivnosti koje bi mogle uzrokovati požar.

Ključne riječi: fitosociologija; otok Rivanj i otočići Sestrice; sjeverna Dalmacija; vaskularna flora; zadarski arhipelag

Oštećenja na šumskim cestama kao posljedica nepravilne izgradnje

Dževada Sokolović¹, Amina Karišik¹, Jelena Knežević¹, Velid Halilović¹, Jusuf Musić¹
Zerina Dupovac (Sarajevo)

¹Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, BiH

Sažetak

Šumske ceste kao trajni građevinski objekti zahtijevaju ispunjene minimalno propisane kvalitete i standarda tijekom izgradnje. Prema dostupnim podacima prosječni troškovi gradnje šumskih cesta u F BiH za 2019. godinu iznosili su 22.282,19 € po dužnom kilometru (Anon 2019a). Ovako niski troškovi gradnje nameću opravdano pitanje kvalitete novoizgrađenih šumskih cesta i potrebno mu je posvetiti odgovarajuću pozornost. Na području F BiH, zbog niza razloga, sve se više grade prilazne ili tzv. tehnološke šumske ceste, koje se zbog činjenice da se radi o vrsti šumskih cesta bez izvedene kolničke konstrukcije mogu koristiti samo po suhom vremenu te zbog toga ne ulaze u obračun klasične otvorenosti šuma. Osim toga, zbog nedostatka odvodnih jaraka i prevelikog uzdužnog nagiba nivelete na ovim cestama mogu nastati nesagledive ekološke posljedice. S obzirom da postojeća otvorenost šuma u F BiH nije na zadovoljavajućoj razini, cilj svih šumarskih poduzeća je njeno povećanje. Kako se gradnjom šumskih cesta bez izvedene kolničke konstrukcije ne utječe na povećanje otvorenosti, količina cesta koju je potrebno izgraditi za dostizanje ciljane klasične otvorenosti ostaje nepromijenjena. Kao rješenje za rješavanje navedene situacije, u praksi se u posljednje vrijeme sve više grade šumske ceste s elementima koji čine kombinaciju sporednih i prilaznih šumskih cesta. U ovom radu je izvršena analiza tehničkih i konstruktivnih elemenata za novoizgrađenu šumsku cestu „Braćinac - Doljanske stijene“ stacionaže 1,72 km. Na osnovi dobivenih rezultata, došlo se do saznanja o elementima koje na ovoj cesti treba unaprijediti kako bi se ista očuvala, odnosno kako bi se omogućilo njeno dugogodišnje korištenje. S tim u vezi evidentirana su odstupanja uzdužnog nagiba nivelete u odnosu na propisane veličine na 41% od ukupne dužine, na 26% od ukupne dužine nagibi škarpi usjeka nisu prilagođeni kategoriji materijala u kojoj su izgrađene, duž cijele šumske ceste nisu izgrađeni odvodni kanali. Navedena odstupanja daju za rezultat propadanje kolničke konstrukcije, s obzirom da su na 24% evidentirana manja, a na 9% veća oštećenja. Imajući u vidu da su mjerenja na terenu urađena samo godinu dana nakon izgradnje šumske ceste, nameće se zaključak da niska kvaliteta gradnje i nepridržavanje tehničkih propisa rezultira ubrzanim propadanjem ceste.

Ključne riječi: šumske ceste; tehnički i konstruktivni elementi; održavanje šumskih cesta

Primjenjivost različitih modela regresije za procjenu volumena krupnog drva stabala hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) u Bosni i Hercegovini

Vojislav Dukić¹, Srđan Bilić¹, Danijela Petrović¹
Goran Jović²

¹University of Banja Luka, Faculty of Forestry, Bosnia and Herzegovina

²PFE Forests of the Republic of Srpska, Sokolac, Bosnia and Herzegovina

Sažetak

U Bosni i Hercegovini za procjenu volumena stabala hrasta u visokim šumama koriste se uređajne tarife, koje su izrađene na temelju dvoulaznih volumnih tablica za hrast s područja Njemačke autora Schwappach iz 1905. godine. Postoje indicije da se primjenom navedenih tarifa u uređajnoj praksi dobivaju određene razlike u količini procijenjenog volumena krupnog drva u odnosu na stvarno stanje. Materijal za izradu volumnih tablica odnosno modela regresije predstavljali su podaci izmjere i izračuna stvarnog volumena drva 2.413

modelnih stabala u različitim stanišnim i sastojinskim uvjetima. Na osnovi raspodjele stabala po debljinskim stupnjevima možemo zaključiti da je relativno mali broj stabala koja su deblja od 70 cm, u ostalim debljinskim stupnjevima broj stabla veći je od 100, odnosno u intervalu od 111 do 316. Testirani su modeli koji imaju široku primjenu za izjednačenje volumena krupnog drva stabla kao zavisne varijable u ovisnosti o prsnom promjeru i visini stabla kao nezavisnim varijablama. Za usporedbu i analizu upotrebljivosti modela regresije korišten je veći broj kriterija (Srednja apsolutna greška, Korijen prosječne kvadratne pogreške, Koeficijent determinacije i Akaike informacijski kriterij). Uz navede kriterije, testirane su značajnosti razlika pomoću t-testa parova uzoraka između stvarnih i procijenjenih volumena krupnog drveta stabala te utvrđeni postoci odstupanja procijenjenih od stvarnih volumena, po debljinskim stupnjevima i ukupno. Modeli kao što su Schumacher-Hall i Spurr II daju zadovoljavajuću točnost, s obzirom na to da su u pitanju općeniti modeli namijenjeni za procjenu volumena stabala na području cijele Bosne i Hercegovine. Uvođenjem u model i treće varijable, promjer debla na sedam metara visine, povećava se značajno točnost procjene volumena stabala. Zbog izmjere promjera na sedam metara visine povećava se značajno i količina rada na terenu na prikupljanju potrebnih podataka, pa ovaj model nije pogodan za primjenu u operativnim inventurama šuma. Uvođenjem visine baze krošnje stabla kao treće varijable, nije se povećala točnost procjene volumena stabla u odnosu na analizirane dvoulazne modele.

Ključne riječi: hrast kitnjak; Smalianova formula; volumen krupnog drva; regresijski model; nelinearna regresija

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.31298/sl.147.9-10.4>

Utjecaj hrastove mrežaste stjenice *Corythucha arcuata* na visinu biljaka hrasta lužnjaka ovisno o načinu podmlađivanja

Milan Drekić¹, Branislav Kovačević¹, Leopold Poljaković Pajnik¹, Andrej Pilipović¹, Marina Milović¹
Vid Rađević²

¹ Institute of Lowland Forestry and Environment, University of Novi Sad, Serbia

² FE Vojvodinašume, Petrovaradin, Serbia

Sažetak

Hrastova mrežasta stjenica *Corythucha arcuata* novi je štetnik hrastova u Europi, unešena je 2000. godine iz Sjeverne Amerike. Štete uzrokuju imago i ličinke koje se hrane sišući biljne sokove s donje strane lišća. U radu je analiziran utjecaj hrastove mrežaste stjenice na rast mladih hrastovih biljaka. Pokus je postavljen u ožujku 2019. u dvije varijante, od kojih je prva bila praćenje utjecaja napada stjenice na prosječnu visinu podmlatka hrasta lužnjaka na površini sa završenom oplodnom sječom, odnosno u sjeni djela stare šume koji ostaje za dovršnu sječu, a druga je bio praćenje utjecaja napada stjenice na prosječnu visinu podmlatka koji je rastao na otvorenom prostoru (Slika 1,2). U obje varijante pokusa na četiri pokusne površine je upotrijebljen insekticid tiametoksam radi suzbijanja hrastove stjenice, a preostale četiri nisu tretirane, već su bile izložene napadu stjenice. Procjene intenziteta napada hrastove stjenice provedene su krajem lipnja, srpnja i kolovoza 2019., 2020. i 2021. godine. Mjerenje visine tretiranih i netretiranih biljaka u obje varijante pokusa obavljeno je na kraju vegetacije 2019, 2020 i 2021. godine.

Istraživanja su pokazala znatno manji intenzitet napada hrastove stjenice na podmladak hrasta koji je rastao na čistini u odnosu na podmladak ispod starih stabala hrasta lužnjaka (Slika 3). U prvoj godini nije bilo značajnih razlika u prosječnoj visini tretiranih i netretiranih mladica u sjeni, ali su značajne razlike uočene nakon dvije i tri godine, što ukazuje na kumulativni učinak napada stjenice na visinu hrastovog podmlatka (Slike 6,7,8). Tijekom trogodišnjeg istraživanja nisu utvrđene značajne razlike u prosječnoj visini biljaka između tretiranih i netretiranih pokusnih ploha na otvorenom, što je rezultat značajno slabijeg napada stjenice na čistini. Podmladak hrasta lužnjaka na čistini je puno viši od podmlatka u sjeni starih hrastova, što je izravan utjecaj svjetla na biljake. To ukazuje da je s obzirom na manji intenzitet napada hrastove stjenice i brži rast biljaka pri punoj svjetlosti, povoljnije izvršiti obnovu na čistini ili je potrebno obaviti dovršnu sječu prije pojave hrastovog podmlatka. Podmladak hrasta lužnjaka koji se razvija ispod stabala stare sastojine nakon oplodne sječe potrebno je zaštititi od stjenice dok je u sjeni.

Ključne riječi: hrastova mrežasta stjenica; štete; *Quercus robur*; obnavljanje; visina; pomladak

Komarci u Hrvatskoj, bolesti koje prenose, načini prevencije i suzbijanja

Maja Cvek¹Doris Šegota²Kaća Piletić³Gabrijela Begić⁴, Maša Knežević⁴, Dijana Tomić Linšak⁴, Marina Šantić⁴¹Nastavni zavod za javno zdravstvo Istarske županije – Istituto formativo di sanità pubblica della Regione Istriana, Pula²Klinički bolnički centar Rijeka³Državni inspektorat, Služba za sanitarnu inspekciju, Zagreb⁴Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet

Sažetak

Zaštita prirode i okoliša danas čini sastavni dio gospodarskog i šireg društvenog razvoja. Podizanjem razine svijesti, proaktivnim razmišljanjem i djelovanjem, možemo računati na 10. održivi razvoj nadolazećih generacija. Ipak, u toj namjeri promjene ekosustava posljedično utječu na brojnost pojedinih vrsta insekata. Komarci su kozmopolitske životinje iz porodice *Culicidae*. Prenosnici su mnogih patogena koji izazivaju brojne bolesti kod ljudi i životinja: denga groznica, žuta groznica, groznica Zapadnog Nila, tularemija, japanski encefalitis, malarija, zika groznica i dr. Cilj ovoga preglednog rada je sažeto objediniti trenutne znanstvene spoznaje o komarcima, njihovom životnom ciklusu, vrstama prisutnima u Republici Hrvatskoj, načinu prenošenja mikroorganizama, bolestima koje pojedine vrste komaraca na području Hrvatske prenose te prikaz najmodernijih rješenja prevencije i suzbijanja invazivne vektorske vrste komarca *Aedes albopictus* putem tehnike sterilnih mužjaka (SIT) koja se smatra među ekološki najprihvatljivijom i najrazvijenijom metodom suzbijanja štetočina kukaca.

Ključne riječi: bolesti; komarci; Hrvatska; kontrola komaraca; sterilni komarci; vektori

Određivanje sezone šumskih požara analizom klimatskih uvjeta na području sjeveroistočne Srbije

Stanimir Živanović

Emergency Management Sector of Serbia, Belgrade, Serbia

Sažetak

Teritorija Srbije je osjetljiva na šumske požare koji ugrožavaju različite sustave i igraju važnu ulogu u oblikovanju ekosustava. Ispitana je vjerojatnost nastanka i širenja šumskih požara na području sjeveroistočne Srbije, ovisno o utjecaju klimatskih uvjeta. Promjene klimatskih prilika istražuju se na godišnjoj i mjesečnoj razini vrijednosti temperature zraka, oborina i vlažnosti zraka zabilježenih na tri glavne meteorološke postaje (Zaječar, Negotin, Crni Vrh) na području sjeveroistočne Srbije. Analizirane su promjene klimatskih uvjeta u razdoblju 2009.-2022. u odnosu na razdoblje 1961.-1990., s naglaskom na 2012. i 2014. godinu. Duljina prosječne požarne sezone određena je modificiranom verzijom Thornthwaite-ovog indeksa evapotranspiracije. Požarna sezona duža je na području Negotina i Zaječara nego na području Crnog Vrh. Na temelju mjesečnih indeksa vlažnosti utvrđena je značajno duža sezona požara u 2012. u odnosu na 2014., kao i višegodišnje razdoblje 1961.-1990. Provedena je analiza vrijednosti indeksa gorenja (B) za razdoblje 2009. – 2022. te je utvrđena korelacija s podacima o broju šumskih požara. Indeks gorenja na području sjeveroistočne Srbije najveći je u srpnju, kolovozu i rujnu. Značajno veće vrijednosti indeksa gorenja su za 2012. godinu u odnosu na 2014. godinu, što je u korelaciji s pojavom šumskih požara u ovom razdoblju.

Ključne riječi: Thornthwaite-ov indeks evapotranspiracije; indeks gorenja; šumski požar; sezona požara; sjeveroistočna Srbija



| Uredništvo

Na kraju 2023. godine

Krajem godine obično se svode računi i rezimira napravljeno tijekom 12 mjeseci. Mi ćemo se ukratko osvrnuti na teme kojima se rubrika Uvodnika bavila. U broju 1-2/2023. dotaknuli smo se zakupa šumskog zemljišta koje je dosta aktualno posljednjih godina, a u svrhu povećanja površina za tu namjenu radilo se više izmjena i dopuna propisa, ranije Pravilnika o uređivanju šuma, a ove godine i Zakona o šumama. Olakšavanjem pomaganjem stočarstvu nastali su problemi šumarstvu i drugim korisnicima prostora, što će trebati uskladiti u budućem razdoblju. U uvodniku broja 3-4/2023. osvrnuli smo se na aktualan datum u to vrijeme, a to je 21. ožujka, Međunarodni dan šuma. Šume postaju sve važnije, i to ne samo kao prirodni resurs, već i zbog drugih vrijednosti. Tako je ovogodišnja tema Međunarodnog dana šuma bila „Zdrave šume za zdrave ljude“, s naglaskom na zdravstvenu funkciju šuma. Međutim zdravlje šuma u svijetu, a tako i kod nas, postaje sve veći izazov s kojim će se hrvatski šumari sve više susretati. Uvodna tema broja 5-6/2023. bila je posvećena Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu, kao nositelju obrazovanja u šumarskoj i drvnotehnološkoj struci. Osnovan 1898. godine kao Šumarska akademija, kroz 125 godina djelovanja razvio se u modernu visokoškolsku ustanovu, spremnu na usklađivanje s potrebama vremena. Kratkotrajno ovogodišnje srpanjsko nevrijeme pamtit će se kao stoljetna katastrofa po šume, a posebice za najvrijednije sastojine Spačvanskog bazena, što je zabilježeno u broju 7-8/2023. Tadašnje prve procjene šumskih šteta govorile su o 1,5 milijuna m³ drvne zalihe, da bi do kraja godine te procjene narasle na 3,5 milijuna m³. Posljedice nevremena sanirat će se godinama s velikim teškoćama u obnovi tih sastojina. U broju 9-10/2023. zapitali smo se treba li se brinuti za budućnost ljudskih potencijala u šumarstvu. Atraktivnost obrazovanja i zapošljavanja u šumarstvu u Hrvatskoj, uz negativne demografske trendove, sve više opada. Uz spomenute probleme sa zdravljem hrvatskih šuma i budućnost rada u tim šumama ne nudi nažalost previše optimizma.

Nije svrha uvodnika pronalaziti samo teške teme u šumarstvu, već se osvrtima žele potaknuti promjene nabolje i to na svim poljima društva i države. Završimo ipak u vedrijem tonu 147. godinu izlaženja Šumarskog lista. Za tri godine obilježiti će se impresivnih 150 godina neprekinutog izlaženja znanstveno-stručnog i staleškog glasila Hrvatskoga šumarskog društva, koje ga svrstava među 10 najstarijih šumarskih časopisa u svijetu. Svim članovima HŠD-a i njihovim najmilijima te čitateljima Šumarskog lista, sa željom da i sami sudjeluju svojim radovima u stvaranju novih godišta, sretan Božić i sretna nova 2024. godina, puno zdravlja, privatnih i poslovnih uspjeha.

Uredništvo

Usporedba vitaliteta i laboratorijske klijavosti žira hrasta crnike (*Quercus ilex* L.)

| Damir Drvodelić, Milan Oršanić, Damir Ugarković, Mario Šango

Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb

Sažetak

Šume hrasta crnike u Hrvatskoj nalaze u raznim degradacijskim stadijima, a jedan od njih je i makija koja je nepovoljniji stadij za klijanje sjemenki hrasta crnike u usporedbi sa crnikovim panjačama ili sastojinama visokog uzgojnog oblika. Crnika je kserofitna vrsta šumskog drveća. Geološku podlogu na kojoj dolazi crnika čine vapnenci i dolomiti koji su i najzastupljeniji na našem sredozemnom području. Crnika počinje cvjetati u osmoj godini života, rodi sjemenom u dobi 12. do 15. godine, a puni urod je svake 4. do 6. godine. Urod žira hrasta crnike je varijabilan, gdje su u osmogodišnjem periodu zabilježena tri obilna uroda žira. Puni urod hrasta crnike ovisi o klimatskim prilikama, ali se značajno razlikuje i između različitih staništa, posebice s obzirom na geološku podlogu i tip tla. Za laboratorijske analize, žir hrasta crnike sakupljen je na području G.J. „Kamenjak“ na otoku Rabu. Navedenom G.J. upravljaju „Hrvatske šume d.o.o.“. Sjeme je sakupljeno u odjelima 15a, 16a, 26a i 27a u periodu od 01. 12. 2020. do 10. 01. 2021. Sakupljanje je obavljeno metodom stresanja žira sa stabala na postavljene prostirke ispod krošanja i metodom sakupljanja otpalog žira s tla. Procjena vitaliteta sjemena metodom tetrazola i laboratorijske klijavosti napravljena je prema ISTA pravilima za hrast crniku. Postotak laboratorijske klijavosti utvrđen je prema postotku pravilnih klijanaca koji su normalno proklijali nakon 35. dana ispitivanja. Ukupni vitalitet žira hrasta crnike bio je visok i iznosio je 90,25 %, dok su ostatak od 9,75 % činile nevitale sjemenke. Od vitalnog sjemena najveći postotak (79,50 %) čini sjeme kojemu je potpuno obojen embrij i kotiledoni. Žira s kotiledonima koji ima nekroze do 1/3 na distalnom dijelu, a nisu povezane sa embrionalnom šupljinom bilo je 10,75 %. U prvih sedam dana nije proklijao niti jedan žir pa je energija klijavosti iznosila 0,00 %. U prvih 14 dana laboratorijska klijavost je iznosila je 30,50 %, nakon 21. dana 76,50 %, nakon 28. dana 83,75 % te nakon 35. dana 88,50 %. Razlika između procjene vitaliteta žira i ukupne laboratorijske klijavosti iznosila je svega 1,75 %. Metoda procjene vitaliteta je brža i jeftinija od ispitivanja klijavosti. Rezultate procjene vitaliteta dobivamo za 18 sati, dok klijavost ispitujemo 28 ili 35 dana. Za praksu se može na osnovu rezultata ovih istraživanja predložiti ispitivanje vitaliteta žira hrasta crnike, a ne laboratorijske klijavosti kako preporučuju ISTA pravila (1993). Prosječno vrijeme klijanja (MGT) iznosilo je 19,91 dana. Pravilnih klijanaca bilo je 74,25 %, a nepravilnih 14,25 %. Na kraju ispitivanja utvrđeno je 8,50 % okularno zdravog žira koji nije proklijao dok je gnjilog žira bilo 3,00 %. Najčešća nepravilnost u iznosu od 56,14 % utvrđena je za kategoriju dva spojena klijanca, slijedi nekroza primarnih listova (12,28 %) i zakržljao primarni korijen (10,53 %). Ostale nepravilnosti pojavljuju se u manje od 10 % slučajeva.

Ključne riječi: otok Rab, island of Rab, tetrazole method, tetrazol metoda, ISTA pravila, ISTA rules, normal seedlings, pravilni klijanci, nepravilni klijanci, abnormal seedlings

Količine goriva u šumskoj prostirci sastojina hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) i hrasta medunca (*Quercus pubescens* Willd.)

| Nera Bakšić (Zagreb)

| Darko Bakšić

Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma, Svetošimunska cesta 23, 10000 Zagreb

Sažetak

Primjena novijih metoda daljinskih istraživanja, kao što su zračno i terestričko skeniranje lidarom te primjena „Structure-from-motion“ (SfM) fotogrametrije nadopunila je terensko prikupljanje podataka i omogućila

3D kartiranje slojeva šumskih goriva čime se značajno pojednostavnila i unaprijedila njihova karakterizacija. Ove metode, međutim, nisu uporabive za kvantificiranje značajki šumske prostirke za koju se podatci i dalje trebaju prikupljati klasičnim terenskim metodama pri čemu se određuje prisutnost podhorizonta i njihova debljina dok se značajke prostirke: gustoća, količina, udjel i zaliha ugljika određuju u laboratoriju. Stoga je i dalje standardna praksa izrada regresijskih jednadžbi koje operativcima omogućuju da na temelju debljine šumske prostirke koja je lako mjerljiva varijabla, odrede količine raspoloživog goriva te zalihe ugljika u njoj, odnosno da na temelju debljina i gustoća pojedinih podhorizonta šumske prostirke odrede količine po podhorizontima i ukupno. Informacije o šumskoj prostirci koriste se u modelima za predikciju ponašanja i širenja šumskih požara, modelima učinka požara, zatim kod planiranja i praćenja mehaničke redukcije goriva, kvantificiranja potrošenog goriva i emisije dima, kvantificiranja zaliha ugljika, za opisivanje staništa i njegove produktivnosti te planiranje pripravnosti. S obzirom na to da sastojine hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) i hrasta medunca (*Quercus pubescens* Willd.) pridolaze u mediteranskom dijelu Hrvatske gdje je opasnost od šumskih požara najveća, a podatci koji su o šumskoj prostirci do sada publicirani nisu prikladni za navedene modele glavni ciljevi istraživanja bili su utvrditi debljine, gustoće i količine pojedinih podhorizonta šumske prostirke te izraditi regresijske jednadžbe koje omogućuju procjenu količine raspoloživog goriva u šumskoj prostirci temeljem njene debljine. Uzorkovanje šumske prostirke u sastojinama hrasta crnike (starosti 60, 90 i 100 god.) obavljeno je na otocima Lastovu i Mljetu, dok je uzorkovanje u sastojinama hrasta medunca (starosti 53 i 90 god.) obavljeno u okolici Dugopolja i Biograda na Moru. Količina šumske prostirke i zaliha OC u starim sastojinama hrasta crnike i hrasta medunca dvostruko je manja u odnosu na stare sastojine alepskog bora i dalmatinskog crnog bora. Na osnovu toga može se reći da borove sastojine imaju značajno veću količinu potencijalno raspoloživog goriva u šumskoj prostirci te su zbog toga potencijalno ugroženije požarima, ali i da pohranjuju dvostruko više ugljika u šumskoj prostirci. U ovoj su studiji za sastojine hrasta crnike i hrasta medunca, po prvi puta za Hrvatsku, određene gustoće pojedinih podhorizonta šumske prostirke te su izrađene regresijske jednadžbe koje omogućuju procjenu količine raspoloživog goriva u šumskoj prostirci temeljem njene debljine po podhorizontima i ukupno. Rezultati ovog istraživanja imaju praktičnu vrijednost u jednostavnijem kvantificiranju količina goriva, što je važno u operativnoj primjeni modela za predikciju ponašanja i širenja šumskih požara, ali se mogu koristiti i u ostalim, prethodno spomenutim modelima.

Ključne riječi: hrast crnika, holm oak, pubescent oak, hrast medunac, šumska prostirka, forest floor, forest floor fuel loads, količine goriva, zalihe ugljika, carbon stocks

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.3>

Međudnos svojstava rasta i kvalitete drva na pokusnoj plohi ariša

| Mirzeta Memišević Hodžić, Sulejman Sinanović, Dalibor Ballian

Šumarski fakultet Sarajevo, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Sažetak

Europski ariš (*Larix decidua* Mill.) pokazao je vrlo dobar rast i prilagodljivost ekološkim uvjetima u Bosni i Hercegovini. Cilj istraživanja je utvrditi varijabilnost morfoloških svojstava ariša na pokusnoj površini kod Kaknja, te varijabilnosti u početku osržavanja, kao i postojanje korelacija između ovih svojstava.

U sjemenskoj sastojini ariša, osnovanoj sadnicama starosti 2+0 1979. godine, napravljena je trajna pokusna površina od 0,45 hektara i na njoj mjerene su visine i promjeri stabala 2002. i 2020. godine, te izračunate temeljnica i volumen. Stabla su 2020. godine bušena na prsnoj visini Preslerovim svrdlom kako bi se odredio udio osrženosti. Izračunate su prosječne vrijednosti svih svojstava. Zatim je odabrano po deset, pet i jedno najbolje stablo po svojstvima promjera, visine, temeljnice, volumena i izračunate razlike između prosječnih vrijednosti za deset stabala i ukupnog prosjeka, prosjeka za pet stabala i ukupnog prosjeka, te razlike između maksimalnih i prosječnih vrijednosti za istraživana svojstva. Također je izračunavat Pearsonov koeficijent korelacije između svih istraživanih svojstava.

Prosječan promjer stabala starih 41 godinu bio je 24,6 cm, prosječna visina 21,8 m. Rezultati istraživanja osrženosti su pokazali da ariš prosječno počinje osrživati pri starosti od 14 godina. Pearsonov koeficijent korela-

cije za 2020. godinu pokazuje da postoji negativna korelacija između početka osržavanja prema svim ostalim svojstvima, odnosno stabla koja ranije osržavaju imaju veće vrijednosti svojstava rasta.

Rezultati će biti korišteni u procesima individualne selekcije ariša sa dobrim visinskim i debljinskim prirastom i ranim osržavanjem.

Ključne riječi: evropski ariš, European larch, morfološka svojstva, morphological properties, osržavanje, core formation, selekcija, selection

Izvorni znanstveni članak

<https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.4>

Utjecaj ekspozicije krošnje na morfološka svojstva iglica devet četinjača

Biljana M. Nikolić¹, Katarina Mladenović¹, Ljubinko Rakonjac¹, Marija S. Marković¹
Slobodan Milanović², Srdjan Bojović²

¹Institute of Forestry, Kneza Višeslava 3, Belgrade, Serbia

²University of Belgrade, Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, Belgrade, Serbia

Sažetak

Analizirano je 66 stabala devet vrsta četinjača: atlaskog cedra, crnog bora, bodljikave smreke, duglazije, obične smreke, šumske tise, Pančičeve omorike, koloradske jele i obične jele, iz šest beogradskih parkova. Analizirano je pet iglica sa svake od četiri glavne ekspozicije krošnje. Ispitivana je duljina, širina, površina i opseg iglica. Vrste, parkovi u kojima su pronađene, kao i ekspozicije njihovih kruna, razlikovali su se po duljini i širini iglica. Korelacije između izmjerenih svojstava iglica određene su linearnom regresijskom analizom. Utvrđene su jake pozitivne korelacije između duljine, opsega i površine iglica. Razlike među vrstama u zahtjevima za svjetlom određuju vrste za pojedinačnu sadnju kao vrste koje vole svjetlo ili polusjenu (atlaske cedar, obična smreka, Pančičeva omorika, bodljikava smreka, crni bor i duglazija) ili za grupnu sadnju kao sjenoljubne vrste (obična jela, dugoigličava jela i šumska tisa).

Ključne riječi: četinjače, conifers, correlations, korelacije, izloženost, exposure, needle morphology, morfologija iglica, parkovi, parks

Prethodno priopćenje

<https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.5>

Utjecaj tehnologije proizvodnje na preživljavanje i rast jednogodišnjih sadnica *Quercus pubescens* na rubu Panonskog bazena

Jovana Devetaković¹, Ivona Kerkez Janković¹
Milutin Đilas²

¹University of Belgrade - Faculty of Forestry, Serbia

²Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Serbia

Sažetak

Quercus pubescens ima relativno široku rasprostranjenost u Europi, ali dominantne šume su prilično česte u južnoj Europi, dok su ograničene na tople mikroklimatske uvjete u srednjoj Europi. Na rubu Panonskog bazena, *Q. pubescens* uglavnom se nalazi na rubu svog autohtonog areala, u izoliranim populacijama koje imaju važnu ulogu u ispitivanju adaptivnog potencijala, posebno imajući u vidu da se predviđa da će šumsko-stepska i submediteranska klima biti dominantna klima u nekim regijama srednje Europe u budućnosti. Postoji vrlo ograničeno znanje o uspostavljanju i obnovi šuma *Q. pubescens* u današnjoj kontinentalnoj klimi. Velik broj istra-

živanja o obnovi šuma s ovom vrstom rađen je na području Mediterana, u uvjetima potpuno drugačije klime u usporedbi s kontinentalnom klimom koja je danas karakteristična za središnje dijelove Balkana. Ovo istraživanje pruža informacije o učinku tehnologije proizvodnje na uspjeh sadnica nakon sadnje na terenu u vrlo konkurentnim uvjetima i u uvjetima kontinentalne klime (Beograd, Srbija), a nakon sadnje na prostoru koji je u blizini sastojine iz koje potiče sjeme iz kojeg su proizvedene sadnice. Iako su sadnice golog korijena bile veće visine u rasadniku, kontejnerske sadnice bolje su preživjele i rasle na terenu. Ovo istraživanje je potvrdilo da visina sadnica ne mora nužno imati pozitivan utjecaj na preživljavanje i rast sadnica nakon sadnje u uvjetima intenzivne konkurencije korova. Bolji rast i preživljavanje sadnica nakon sadnje na terenu u korist kontejnerskih sadnica potvrđuje da sadnice s obloženim korijenom lakše podnose presadnju. Općenito, niska stopa preživljavanja za obje vrste sadnica (prosječno preživljavanje 47.60 %; kontejnerske sadnice 55.41 %; sadnice golog korijena 41.41 %) može se ocijeniti kao posljedica nekonkurentnih sadnica i nedostatka kontrole korovske vegetacije.

Ključne riječi: tehnologija proizvodnje sadnica, stocktype, survival, preživljavanje, rast, growth, lack of vegetation control, izostanak suzbijanja korova, restauracija, restoration

Pregledni rad

<https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.6>

Proizvodnja šumskog sadnog materijala bjelogorice u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2017. do 2021. godine

Martina Đodan¹, Robert Bogdanić¹, Marija Gradečki Poštenjak¹
Sanja Perić²

¹Zavod za uzgajanje šuma, Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, Hrvatska

²Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, Hrvatska

Sažetak

Analiza kretanja rasadničke proizvodnje šumskog sadnog materijala doprinosi kvalitetnijem planiranju proizvodnog programa kao i radova u uzgajanju šuma. Dostupnost sadnog materijala ključna je za mnoge dionike šumarskog sektora kako u šumarskoj znanosti tako i u šumarskoj praksi. Hrvatski šumarski institut tijekom stručnog nadzora rasadničke proizvodnje, stavljanja na tržište i/ili kakvoće šumskog sadnog materijala sakuplja podatke o kretanju proizvodnje svih rasadnika u Republici Hrvatskoj. To je omogućilo statističku analizu proizvedenog šumskog sadnog materijala prema rasadnicima, vlasništvu i vrstama šumskog drveća u aktualnom petogodišnjem razdoblju. Cjelokupni pregledi i analize rasadničke proizvodnje tek su u manjoj mjeri dostupni posljednja tri desetljeća, a uočava se i nedostatak recentnih znanstvenih publikacija i aktivnije znanstveno-istraživačke djelatnosti. Ciljevi rada su: (I) dati pregled proizvodnje prema vrstama, vlasništvu te rasadniku; (II) utvrditi je li količinom i programom proizvodnja bjelogorice usklađena s rastućim potrebama u šumarskoj praksi i recentnim međunarodnim znanstvenim kretanjima; (III) dati opće preporuke za planiranje proizvodnog programa za bjelogorične vrste u Republici Hrvatskoj. Provedena analiza ukazuje na mali broj vrsta u proizvodnom programu (hrast kitnjak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), hrast lužnjak (*Quercus robur* L.), obična bukva (*Fagus sylvatica* L.), poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl.)), što ukazuje na sve veće oslanjanje prirodne obnove šuma na rasadničku proizvodnju, dok je neznatan udio ostalih vrsta u proizvodnji (manje od 5 %). Udio voćkarica, alohtonih vrsta (pa čak i onih visoko produktivnih i otpornijih prema različitim ugrozama u usporedbi s domaćim vrstama) te pionirskih vrsta koje se koriste za rastuće potrebe biološke sanacije je nizak. Ističe se i važnost kvalitetnog šumskog sjemena kao preduvjeta za uspješnu rasadničku proizvodnju, kao i odabira optimalnih vrsta, provenijencija i karakteristika sadnog materijala. Potrebno je uskladiti proizvodni program s novim izazovima i ugrozama koji stoje pred šumarskim sektorom i šumama u Republici Hrvatskoj. Program treba uskladiti i s međunarodnim, znanstvenim i stručnim kretanjima i politikama Europske Unije, kao i bolje osigurati šumski sadni materijal za druge grane privrede. Karakter suvremenih šumskouzgojnih rješenja mora odražavati brzinu i učinkovitost provođenja zahvata, jer sve učestalije i intenzivnije prirodne nepogode, imaju odlučujući utjecaj na uspjeh sadnje tj. potrebu ponavljanja ovoga skupog i zahtjevnog procesa. Iako su teško predvidive, ugroze su neminovne, pa je pored kvalitetnog proizvodnog programa, kvalitetan, višegodišnji proizvodni plan potrebniji nego ikad. Plan je utoliko kvalitetniji što prepoznae trenutne i predstojeće obveze i međunarodna kretanja, recentne znan-

stvene spoznaje, višegodišnje potrebe praktičnog šumarstva i ostalih grana privrede, predviđanja predstojećih ugroza i pomaka areala vrsta te suvremenih rješenja prilagodbe šuma na predstojeće ugroze i izazove.

Ključne riječi: rasadnička proizvodnja, nursery production, šumski sadni materijal, forest reproductive material, bjelogorica, broadleaf, proizvodni program, production programme

Stručni rad

<https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.7>

O korištenju inozemnog šumskog reprodukcijskog materijala za obnovu domaćih sastojina hrasta lužnjaka iz perspektive genetičara

| Saša Bogdan, Ida Katičić Bogdan, Martina Temunović

Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije. Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku

Sažetak

Uslijed kronične nestašice žira domaćeg podrijetla, na tržištu je tijekom 2023. godine nabavljena velika količina šumskog reprodukcijskog materijala (ŠRM-a) iz inozemstva, a njegovo korištenje za obnovu sastojina hrastalužnjaka u Republici Hrvatskoj (RH) je u tijeku. U neslužbenim su se komunikacijama kao izvori uvoznog ŠRM-a spominjale provenijencije iz Mađarske, Rumunjske ili Francuske. U konačnici su, koliko nam je poznato, nabavljene sadnice i žir iz Mađarske. Međutim, stvarno podrijetlo uvezenog ŠRM-a nije niti važno jer jeovo priopćenje uglavnom načelnog karaktera i može poslužiti kao uputa za odlučivanje o njegovoj prikladnosti, neovisno o podrijetlu ili vrsti šumskog drveća. Potrebno je naglasiti da je postupak premještanja ŠRM-a (unutar EU) odnosno njegovog uvoza (iz trećih država), te korištenja u RH, reguliran Zakonom o šumskom reprodukcijskom materijalu (Narodne novine 75/09, 61/11, 56/13, 14/14, 32/19, 98/19). Navedeni zakon zadovoljavajuće dobro određuje okvir za postupak odlučivanja o tome kakve provenijencije mogu biti prikladne kao izvor ŠRM-a i gdje ih koristiti, u slučaju potrebe. Nažalost, smatramo da postupak odlučivanja o nabavi i korištenju ŠRM-a, primijenjen ove godine, nije odgovarao nekim temeljnim stručnim postavkama. Primijenjena praksa predstavlja visoki rizik za očuvanje jedinstvenosti, bioraznolikosti i produktivnosti naših sastojina hrasta lužnjaka. Cilj je ovog priopćenja ukazati naneke propuste, pojasniti rizike takve prakse, pružiti savjetodavni doprinos iz perspektive naše specijalnosti – genetike šumskog drveća, i time pomoći da se u budućnosti za obnovu naših sastojina koristi prikladan ŠRM.

Ključne riječi: šumski reprodukcijski materijal, hrast lužnjak



ŽELJEZNICE 21

3/2023

Mjesec izlaska iz tiska: rujan 2023.

Stručni rad

Analiza kvarova - parametri pouzdanosti i sigurnosti željezničkih signalno-sigurnosnih uređaja

| Želimir Delač

Agencija za sigurnost željezničkog prometa

Sažetak

Sigurnost i izbjegavanje kvarova kod suvremenih elektroničkih signalno-sigurnosnih uređaja postiže se najučinkovitije kada se parametri RAMS-a kontinuirano kontroliraju kroz sve faze životnog ciklusa uređaja – od projekta, proizvodnje, ugradnje, tijekom održavanja – sve do izgradnje.

Kvarovi utječu na pouzdanost, raspoloživost, mogućnost održavanja i sigurnost sustava, pri čemu je razina tog utjecaja određena funkcionalnošću i dizajnom primijenjenog sustava. Rizik povezan s RAMS-om može se smanjiti poduzimanjem kombinacije mjera za smanjenje kvarova - smanjenjem učestalosti događaja koji rezultiraju kvarovima i smanjenjem njihove ozbiljnosti.

U praksi ne možemo izbjeći kvarove tehničkog sustava već radi osiguranja tražene (visoke) sigurnosti, sustavi se moraju dizajnirati tako da u slučaju kvara sustav odlazi u stanje „zaštićeno od kvara“ (eng. „fail-safe“), a što se danas uglavnom rješava tako da se dodaju redundantni sklopovi (zalihost s više kanala).

Proračun sigurnosnih parametara pokazuje da redundantni višekanalni SS uređaji imaju veću raspoloživost i time se značajno smanjuje pojava opasnog kvara koji može ugroziti sigurnost – izazvati velike materijalne štete i smrtno posljedice.

Primjenom suvremenih elektroničkih (mikroprocesorskih) redundantnih struktura u signalnim uređajima (sa najvećom sigurnosnom razinom SIL 4) osiguravaju se najveći sigurnosni normativi s kojima se značajno smanjuje vjerojatnost pojave opasnog kvara tehničkog sustava.

Ključne riječi: Sigurnost, signalni uređaji, kvarovi, održavanje sustava

Istraživanje koncepta otpornosti i njegove primjene na željezničkome tržištu

Tihomir Subotić¹

Branislav Bošković²

¹Univerzitet u Istočnom Sarajevu – Saobraćajni fakultet

²Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet

Sažetak

U suvremenim poslovnim sustavima velika pozornost posvećuje se održavanju optimalnog funkcioniranja u uvjetima poremećaja. Potreba za održavanjem sustava tijekom poremećaja na pozitivno funkcionalnoj razini izrodila je relativno nov koncept pod nazivom otpornost (resilience).

Koncept otpornosti uz rame s tradicionalnim konceptom upravljanja rizikom bit će neizostavan dio funkcionalnog okvira svakog inženjerskog, organizacijskog i ekonomskog sustava.

Rad je posvećen istraživanju koncepta otpornosti i njegovoj primjeni na željeznici s posebnim osvrtom na mogućnost njegove primjene kod željezničkog prijevoznika u uvjetima otvorenoga prijevoznog tržišta. Rezultati istraživanja ogledaju se u prikazu teorijske osnove koncepta otpornosti iz različitih područja, u predstavljanju glavnih razlika koncepta otpornosti u odnosu na koncept rizika i kvantitativnih modela za iskazivanje otpornosti u različitim područjima te u istraživanju primjene koncepta na željeznici i mogućnosti njegove primjene u uvjetima otvorenoga željezničkog prijevoznog tržišta.

Ključne riječi: otpornost; željeznica; tržište; restrukturiranje; kvantifikacija; rizik; liberalizacija

Od pijuka do bezemisije mehanizacije za održavanje kolosijeka

Marc Demml¹

Christian Koczwar²

Samir Omerović³

¹Produktmanager Stopfmaschinen, Schotterpflüge und Stabilisatoren, Plasser & Theurer, Linz/Wien

²R&D Scientist, Abt. Research und Simulation, Plasser & Theurer, Linz

³Simulationsingenieur, Abt. Research und Simulation, Plasser & Theurer, Linz

Sažetak

Rast opsega željezničke industrije izravno utječe na razvoj i proizvodnju modernih građevinskih željezničkih strojeva. Tako su se za održavanje kolosijeka provodila istraživanja u cilju stvaranja automatiziranih strojeva koji omogućuju brzo i kvalitetno održavanje pruge uz što kraće prekide željezničkog prometa i uz, naravno, što nižu cijenu održavanja. S obzirom na to da se željeznički promet smatra zelenim, ekološkim, osviještenom vrstom prometa, važno je razvijati i zelene oblike održavanja željezničkih sustava. Tako je i nastala ekološka mehanizacija za održavanje kolosijeka bez emisija štetnih za okoliš.

Ključne riječi: kolosijek; strojevi; održavanje; zaštita okoliša

Važnost utjecaja na okoliš kod željezničkih infrastrukturnih projekata

| Snježana Krznarić

HŽ Infrastruktura, d.o.o.

Sažetak

Europska komisija, kao što je to i utvrđeno u Europskome zelenom planu, u svojem predloženom paketu mjera za povećanje učinkovitosti i održivosti prijevoza tereta u EU-u zadala je cilj smanjenja emisija iz prometa za 90 posto do 2050. godine. Mjere u sklopu paketa uključuju poboljšanje upravljanja željezničkom infrastrukturom, pružanje novih poticaja za vozila s niskom razinom emisija i zajedničku metodologiju za izračun emisija stakleničkih plinova za poduzeća u sektoru teretnog prijevoza.

Kroz regulativu definirano je provođenje postupaka procjene utjecaja na okoliš zahvata na željezničkoj pruzi, utjecaja na okoliš i utjecaja na ekološku mrežu (Natura 2000).

Navedeno osim ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš (screening) obuhvaća i utjecaj okoliša na zahvat. S druge strane, s obzirom na sveprisutne klimatske promjene, sadašnje i buduće posljedice klimatskih promjena potrebno je sagledati kao važne negativne utjecaje na infrastrukturu, pa tako i na onu željezničku, s obzirom na njezin dug projektirani životni vijek.

U nacionalnu regulativu već su uvrštene sve smjernice i preporuke Europske komisije te se primjenjuju već u samome početku pripreme željezničkih projekata. Važno je istaknuti dobru praksu da se klimatski utjecaju uvrste u najranijoj fazi utvrđivanja obuhvata te da se zaštita okoliša uključi i u upravljanje projektnim ciklusom od samog početka projekta kako navedeni infrastrukturni projekt ne bi imao negativan utjecaj na okoliš te kako bi bio ocijenjen kao klimatski otporan projekt, što u svjetlu sadašnji i budućih klimatskih promjena svakako nije zanemarivo.

Ključne riječi: zaštita okoliša; klimatske promjene; željeznička infrastruktura; Natura 2000; mjere zaštite okoliša; klimatska otpornost



ŽELJEZNICE 21

4/2023

Mjesec izlaska iz tiska: prosinac 2023.

Stručni rad

Informacijski sustav prostornog uređenja

| Ljiljana Berc

HŽ Infrastruktura

Sažetak

Razvojem ISPU sustava nastoji se doprinijeti optimizaciji i digitalizaciji upravljanja prostorom u cilju dostupnosti građanima i jednostavnosti usluga. Smanjenjem troškova i skraćivanjem vremena postiže se veća učinkovitost i pogodnost za ulaganje.

Ključne riječi: digitalizacija postupaka; jednoznačnost; povezanost procesa; dostupnost podataka i akata; racionalnost i učinkovitost; praćenje stanja u prostoru

Stručni rad

Izrada mobilne android aplikacije za poslovne potrebe

| Sara Baraba

HŽ Infrastruktura d.o.o.

Sažetak

Razvijanje modernih i učinkovitih mobilnih aplikacija postaje vrlo važna značajka u širenju djelokruga poslovanja tvrtki i pojednostavljivanju komunikacije s klijentima. U ovome radu prikazana je aplikacija CroRailApp izrađena za Android operativni sustav mobilnog uređaja koja zaposlenicima omogućava dobivanje pojedinih informacija i usluga dostupnih preko internog portala tvrtke. Aplikacija je izrađena korištenjem softvera Android Studio i pisana je programskim jezikom Java.

Proces izrade aplikacije uključuje planiranje, dizajniranje grafičkog sučelja aplikacije, programiranje algoritama, otklanjanje pogrešaka sintakse kôda i višestruko testiranje aplikacije, puštanje u rad i održavanje. Među najvažnijim značajkama koje aplikacija nudi nalazi se telefonski imenik preko kojega korisnik može obaviti pretragu i odabrati željeni unos te obaviti izravan telefonski poziv iz aplikacije.

Aplikacija nudi i mogućnost ocjenjivanja i ostavljanja komentara tako da korisnici mogu predlagati ideje za potrebe buduće nadogradnje i ažuriranja aplikacije.

Ključne riječi: Android aplikacija; Android Studio; programski jezik Java; CroRailApp

Pravna regulativa važna za izvršne radnike i strojovođe u željezničkome prometu

| Sandra Debeljak¹

| Davorin Jurković²

¹Veučilište u Rijeci

²HŽ Infrastruktura d.o.o.

Sažetak

Izvršni radnici važan su dio osiguranja sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava. Na njih se primjenjuje cijeli niz željezničkih propisa koje s jedne strane donosi država kroz svoja tijela državne vlasti, a s druge strane poslodavac kroz svoje opće akte odnosno individualne ugovore o radu.

Treba istaknuti i prava, obveze i odgovornosti iz rada i na temelju rada koji za te radnike proizlaze iz njihova relevantnoga kolektivnog ugovora. Pravila za izvršne radnike svoje ishodište nalaze i u pravu EU-a kroz izravnu primjenjivost pravnih akata EU-a kao i kroz ostvarenje ciljeva koji su postavljeni kroz direktive EU-a i ostale propise Europske unije.

Autori u ovome radu prikazuju pravna pravila koja se odnose na izvršne radnike te razrađuju odredbe koje se odnose na uvjete za izvršne radnike, njihovu zdravstvenu sposobnost, stručno usavršavanje, radno vrijeme i drugo.

Ključne riječi: željeznički promet; izvršni radnici u željezničkome prometu; strojovođe; pravna regulativa.

Viseća željeznica u Wuppertalu

| Borna Abramović

Fakultet prometnih znanosti

Sažetak

Viseća željeznica u Wuppertalu izuzetno je fascinantna inženjerski poduhvat i arhitektonski dragulj koji je oblikovao karakter grada na nezaboravan način. Analiza njezina povijesnoga značaja, tehničkih inovacija i utjecaja na lokalnu zajednicu otkrila je bogatu priču o povezivanju tradicije i modernosti. Viseća željeznica u Wuppertalu uspješno funkcionira već dulje od 120 godina. Tijekom godina izvodile su se različite modifikacije i modernizacije pruga, vozila, stajališta i kvalitete usluga.

Danas u prosjeku preveze 82 000 putnika na dan. Koristi se ETCS sustav razine 2+ koji omogućava najkraći interval između vozila od nevjerojatne tri minute s maksimalnom brzinom od 60 km/h.

Ključne riječi: željeznica; putnički prijevoz; viseća željeznica; Wuppertal

Kratica	Naziv članice HIS-a	Internetska stranica
CIGRE	Hrvatski ogranak međunarodnog vijeća za velike elektroenergetske sustave	www.hro-cigre.hr
CROLAB	Hrvatski laboratoriji	www.crolab.hr
DIT OIG	Društvo inženjera i tehničara Otok Ivanić Grada Ivanić-Grada	
EDZ	Elektrotehničko društvo Zagreb	www.edz.hr
GOMA	Hrvatsko društvo za goriva i maziva	www.goma.hr
HAD	Hrvatsko agronomsko društvo	www.agronomsko.hr
HDB	Hrvatsko društvo za biotehnologiju	http://www.hdb1.pbf.hr
HDGK	Hrvatsko društvo građevinskih konstruktora	http://secon-hdgk.hr
HDK	Hrvatsko društvo za kvalitetu	www.hdkvaliteta.hr
HDKBR	Hrvatsko društvo za kontrolu bez razaranja	www.hdkbr.hr
HDKI	Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa	www.hdk.hr
HDKO	Hrvatsko društvo kožara i obučara	http://www.hdko.hr
HDM	Hrvatsko društvo za mehaniku	www.csm.hr
HDO	Hrvatsko društvo održavatelja	www.hdo.hr
HDZaMa	Hrvatsko društvo za zaštitu materijala	www.hdzama.hr
HDŽI	Hrvatsko društvo željezničkih inženjera	www.hdzi.hr
HGD	Hrvatsko geodetsko društvo	www.hgd1952.hr
HGD-CGS	Hrvatsko geotehničko društvo; Croatian Geotechnical Society	www.hgd-cgs.hr
HIS/EYE-HR	Udruga mladih inženjera; European Young Engineers Croatia	http://www.his-hr.hr
HIS/UIHD	Udruga inženjera hrvatske dijaspor	http://www.his-hr.hr
HIST	Hrvatski inženjerski savez tekstilaca	www.hist.hr
HMD	Hrvatsko mjeriteljsko društvo	www.hmd.hr
HSGI	Hrvatski savez građevinskih inženjera	www.hsgi.org
HSZG	Hrvatski savjet za zelenu gradnju	http://www.gbccroatia.org
HŠD	Hrvatsko šumarsko društvo	www.sumari.hr
HUEC	Hrvatska udruga energetske certifikatora	http://www.huec.hr
HUICT	Hrvatska udruga za infracrvenu termografiju	www.huict.hr
HUITOPZ	Hrvatska udruga inženjera i tehničara za osiguravanje plovidbe zrakoplova	http://www.huitopz.hr
HUNIG	Hrvatska udruga naftnih inženjera i geologa	www.hunig.hr
HUSZPO	Hrvatska udruga stručnjaka zaštite prirode i okoliša	www.huszpo.hr
HVD	Hrvatsko vakuumsko društvo	www.cro-vacuum.hr
UHA	Udruženje hrvatskih arhitekata	www.uha.hr
UHRI	Udruga hrvatskih rudarskih inženjera	www.uhri.hr
UPZ	Udruga za promicanje zaštite	www.upz.hr
ZGUG	Zagrebačka udruga geodeta	
ZUIS	Zajednica udruga inženjera Split	
HSUP	Hrvatska udruga za plin	www.hsup.hr
PBF	Prehrambeno-biotehnoški fakultet, Sveučilište u Zagrebu	www.pbf.unizg.hr

