

reaktor IDEJA 8

službeno glasilo Studentske sekcije HDKI-ja | vol 7

lipani 2023.

Od samoga početka, ljudi su imali razne ideje, filozofije, vjerovanja, provodili su pokuse i istraživanja kako bi mitove približili stvarnosti. Ljudi su kroz znanost proučili i otkrili mnoge stvari koje su nam poznate, ali koje nismo znali. Ljudi su otkrili da postoji zbog uspjeha i neuspjeha, ali i zbog interesa. Ljudi su otkrili da postoji zbog uspjeha i neuspjeha, ali i zbog interesa. Ljudi su otkrili da postoji zbog uspjeha i neuspjeha, ali i zbog interesa.

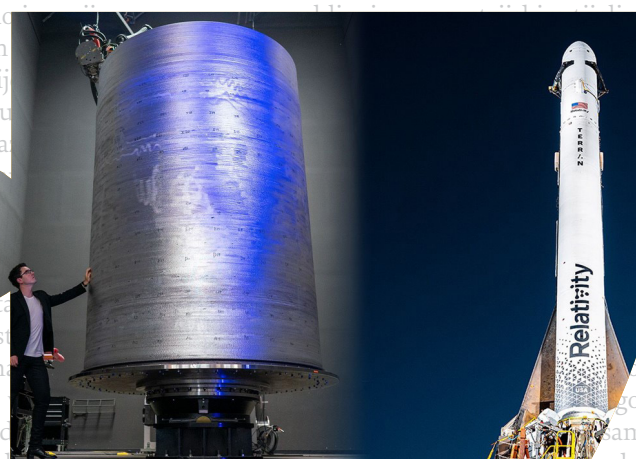


ERUPCIJA VULKANA OMETA SATELITSKE SIGNALE?

STR. 1

ADITIVNA PROIZVODNJA METALNIH PREDMETA

STR. 7



DETOKSIKACIJA AZBESTA MORSKIM BAKTERIJAMA

STR. 19

ISSN 2584-6884
e-ISSN 2459-9247
Zagreb



Želite li svaki mjesec znati što se događa
na području kemijskog inženjerstva i općenito STEM području?

I uz to učiniti našu struku sjajnom?

To i mi želimo, ali smo tek studenti i zato to ne možemo učiniti sami.

Da bismo Vam svaki mjesec približili svježe informacije,
treba nam velika pomoć!

Podržite rad Studentske sekcije donacijom

Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa,
Berislavićeva 6/I, 10000 Zagreb.
OIB: 22189855239
IBAN: HR5323600001101367680,
Zagrebačka banka

Molimo da u opisu plaćanja navedete da je donacija namijenjena Studentskoj sekciji.
Hvala!

Reaktor ideja – više od studentskog časopisa.



MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA

www.mzo.hr



STUDENT
SKI ZBOR
SVEUČILIŠTA
U ZAGREBU



Uredništvo Reaktora ideja

Dragi čitatelji,

predstavljamo Vam osmi, ujedno i zadnji, broj *Reaktora ideja* u ovoj akademskoj godini!

Reaktor nikad do sada nije imao ovoliko novinara, članaka, stranica, a ponosno mogu reći da kvantiteta nije išla na cijenu kvalitete. Prije svega želim zahvaliti urednicama rubrika, jer je svaka od njih dala svoj jedinstven doprinos. Zahvaljujem svim aktivnim novinarima koji su iz mjeseca u mjesec imali inspiraciju za pisanje. Zahvaljujem svim sponzorima na financijskoj pomoći jer bez njih realizacija ovog projekta ne bi bila moguća. Zahvaljujem i uredniku Zdenku koji je strpljivo uvažavao sve naše prijedloge i ideje.

Od iduće akademske godine, *Reaktor* će voditi Dora Ljubičić. Dora je s nama kao urednica rubrike već dvije godine, a ove godine vodila je i podrubriku „Na kavi s asistentom”. Ne sumnjam da će kvaliteta časopisa i dalje rasti i želim joj svu sreću u radu.

Uživajte u čitanju!

Samanta Tomičić,
glavna urednica

IMPRESSUM

Reaktor ideja

Uredništvo:

Berislavićeva ul. 6/I,
10 001 Zagreb
Tel: +385 95 827 9310
Faks: +385 1 487 2490
e-pošta: studenti@hdki.hr

Glavna urednica:

Samanta Tomičić
(stomicic@fkit.hr)

Urednici rubrika:

Jurja Vukovinski
Jelena Barač
Dora Ljubičić
Lea Raos

Grafička priprema:

Samanta Tomičić
Jurja Vukovinski
Jelena Barač
Dora Ljubičić
Lea Raos

ISSN 2584-6884

e-ISSN 2459-9247

Vol. 7 Br. 8, Str. 1–24

Izlazi mjesečno (kroz akademsku godinu)

Časopis sufinancira Ministarstvo znanosti i obrazovanja
Republike Hrvatske, Zagreb

Zagreb,
lipanj, 2023.

SADRŽAJ

Kemijska posla.....	1
Znanstvenik.....	5
Boje inženjerstva.....	11
Scinfluencer.....	16



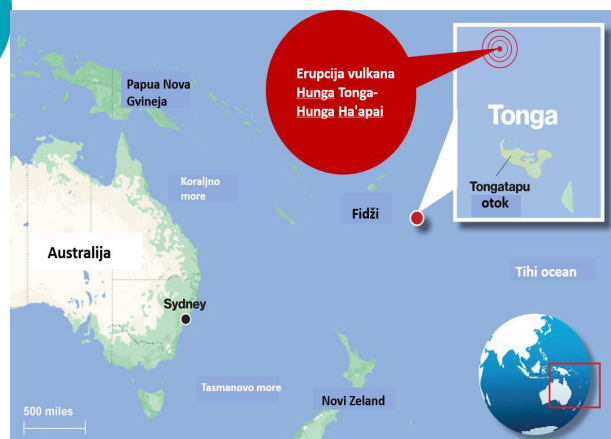
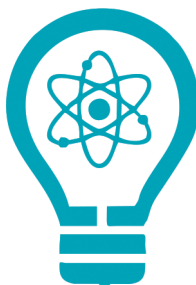


KEMIJSKA POSLA

Erupcija podmorskog vulkana u Tongi ometa satelitske signale u pola svijeta?

Adriana Tičić (FKIT)

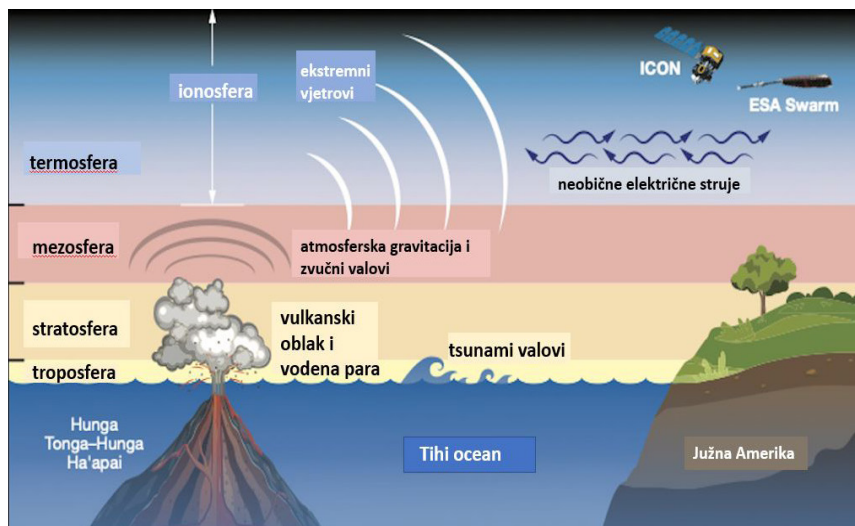
Iako je široj javnosti možda manje poznata erupcija vulkana koja je izbila 15. siječnja 2022. u Tongi, ona je bila toliko snažna da se osjetila gotovo diljem Planeta. Danas se zna da to nije bila bilo kakva erupcija, već erupcija podmorskog Hunga Tonga-Hunga Ha'apai vulkana čija se magnituda može usporediti s najsnažnijom nuklearnom detonacijom. Erupcija je uključivala 5 eksplozija, a posljednja od njih je oslobodila energiju ekvivalentnu 15 megatona TNT-a, što pokazuje da je erupcija bila 1000 puta jača nego nuklearna bomba bačena na Hiroshimu 1945. godine. Eksplozija vulkana u tonganskom arhipelagu u Tihom oceanu, udaljenog 65 km od glavnog otoka ove zemlje, uzrokovala je izbacivanje velikih količina vulkanskih oblaka u stratosferu te eksploziju pare nakon koje je uslijedio snažan zvučni udar, a zatim i tsunami.¹



Slika 1 – Lokacija vulkana Hunga Tonga-Hunga Ha'apai

Potaknut ovom erupcijom, internacionalni tim znanstvenika je proveo satelitska i zemaljska ispitivanja ionosfere kako bi potvrdili pretpostavku da je tlačni val zraka izazvan vulkanskim erupcijama mogao proizvesti ekvatorijalni mjesuric plazme (EPB) u ionosferi, ometajući satelitsku komunikaciju.²

U Zemljinoj ionosferi djelovanjem Sunčevog zračenja dolazi do ionizacije molekula i iona pri čemu nastaju pozitivno nabijeni ioni, a područje njihove najveće koncentracije se naziva F-regija i nalazi se na udaljenosti 150 – 800 km iznad površine Zemlje.



Slika 2 – Utjecaj vulkanske eksplozije na poremećaje u atmosferi

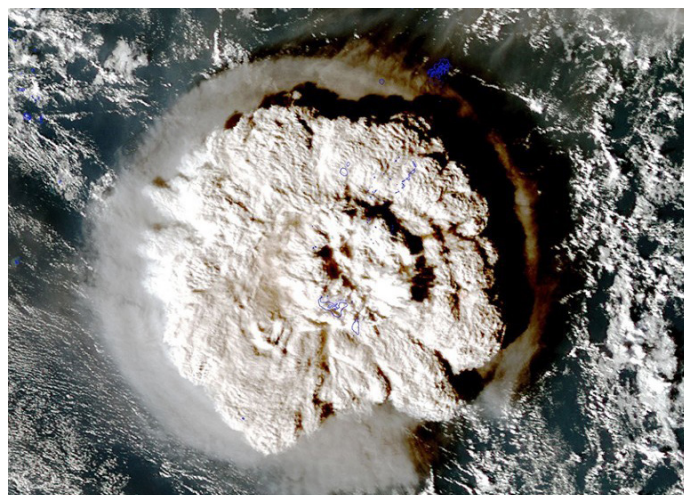
F-regija je vrlo važna jer igra ključnu ulogu u radiokomunikaciji na velike udaljenosti reflektirajući i lomeci radiovalove (koje koriste GPS i satelitski sustavi) natrag na Zemljinu površinu. Međutim, ovi prijenosi radiovalova mogu biti poremećeni zbog raznih nepravilnosti u F-području.²

Tijekom dana, djelovanjem Sunčeva zračenja, ionosfera se ionizira stvarajući gradijent gustoće elektrona s najvećom gustoćom u blizini ekvatora. Poremećaji u tome, poput kretanja plazme, električnih polja i neutralnih vjetrova, mogu uzrokovati stvaranje lokalizirane nepravilnosti povećane gustoće plazme. To područje može rasti stvarajući strukturu sličnu mjehurićima koja se naziva ekvatorijalni mjehurić plazme (EPB). EPB može dogoditi radio valove i pogoršati performanse GPS-a. S obzirom na to da na ove gradijente gustoće mogu utjecati atmosferski valovi pretpostavljalo se da je vulkanska aktivnost jedan od događaja koji ih formira.²

S ciljem ispitivanja pretpostavke da vulkanska aktivnost uzrokuje atmosferske valove koji utječu na stvaranje EPB-a formiran je tim znanstvenika na čelu s docentom Atsuki Shinborijem i profesorom Yoshizumi Miyoshijem s Instituta za istraživanje okoliša svemira i Zemlje, Sveučilišta u Nagoyi. Erupcija vulkana u Tongi im je poslužila za ispitivanje te pretpostavke korištenjem satelita Arase za otkrivanje pojava EPB-a, zatim satelita Himawari-8 za provjeru početnog dolaska valova tlaka zraka i zemaljskih promatranja ionosfere. Uočili su nepravilnu strukturu gustoće elektrona preko ekvatora koja se dogodila nakon dolaska tlačnih valova generiranih vulkanskom erupcijom.²

Također, po prvi put su pokazali da ionske fluktuacije počinju nekoliko minuta do nekoliko sati ranije od valova atmosferskog tlaka uključenih u stvaranje mjehurića plazme. To bi moglo imati važne implikacije jer sugerira da bi dugotrajni model sprege geosfere, atmosfere i kozmosfere, koji kaže da se ionsferski poremećaji događaju tek nakon erupcije, trebalo revidirati. Osim toga, pokazali su da se stvaranje mjehurića plazme može odvijati na visinama dalje od predviđenih standardnim modelima što ovo čini vrlo neobičnim fenomenom.

Otkrili su da je EPB nastao ovom erupcijom mogao dosegnuti svemir čak i izvan ionosfere, što sugerira da bismo trebali obratiti pozornost na vezu između ionosfere i kozmosfere, pogotovo u situacijama prirodnih ekstrema kao što je ovaj u Tongi.²



Slika 3 – Erupcija vulkana u Tongi

Rezultati ovog istraživanja su značajni ne samo sa znanstvenog gledišta, već i s gledišta svemirskog vremena i prevencije katastrofa. U slučaju događaja velikih razmjera kao što je erupcija vulkana u Tongi, ispitivanja su pokazala da se rupa u ionosferi može formirati čak i pod uvjetima za koje se smatralo da je malo vjerojatno da će se dogoditi u normalnim okolnostima. Takvi slučajevi nisu uključeni u modele svemirske vremenske prognoze. Ova će studija sasvim sigurno pridonijeti sprječavanju kvarova satelitskog emitiranja i komunikacije povezanih s ionskim poremećajima uzrokovanim potresima, vulkanskim erupcijama i drugim događajima.²

Literatura

- <https://www.theguardian.com/world/2023/apr/14/tonga-volcano-explosion-equalled-most-powerful-ever-us-nuclear-test> (pristup 14.6.2023.)
- <https://www.sciencedaily.com/releases/2023/05/230522131339.htm> (pristup 15.6.2023.)



Nosivi flaster koji može bezbolno isporučiti lijekove kroz kožu

Ana Boltek (FKIT)

Koža je najveći tjelesni organ koji pokriva cijelo tijelo. Služi kao zaštitni štiti od topline, svjetlosti, ozljeda i infekcija. Koža nam također regulira tjelesnu temperaturu, pohranjuje vodu i mast, sprječava gubitak vode, itd. Ljudska koža ima nisku propusnost, odnosno većina stranih tvari ne može prodrijeti i difundirati kroz kožu. Najudaljeniji sloj kože, tzv. *stratum corneum*, učinkovita je prepreka za većinu anorganskih čestica nano veličine. Tako je tijelo zaštićeno od vanjskih čestica kao što su toksini koji zbog toga ne dolaze u kontakt s unutarnjim tkivima. U nekim slučajevima ipak je poželjno omogućiti česticama da uđu u tijelo preko kože.

Potencijalne medicinske primjene takvog prijenosa čestica potaknule su razvoj nanomedicine i biologije s ciljem postizanja veće propusnosti kože. Većina lijekova se isporučuje oralno ili intravenozno, ali koža je put koji nudi pristupačniju metodu isporuke lijekova za određene primjene. Vodeća prednost kod kože je mogućnost zaobilaznja gastrointestinalnog trakta u potpunosti. Oralnom primjenom lijeka potrebno je isporučiti puno veću dozu kako bi nadomjestili gubitak u želučanom sustavu. Provedena istraživanja pokušavaju ponuditi alternativne načine isporuke lijekova.

Flaster nalik zavoj, tzv. transdermalni flaster, ispušta lijek u tijelo kroz kožu. Lijek zatim polako i ravnomjerno ulazi u krv. Transdermalni flasteri su polimerni filmovi aplicirani izravno na kožu. Polimeri su većinom materijali koji se ponašaju kao PSA (engl. *pressure sensitive adhesives*), ostvarujući mekan i čvrst kontakt s kožom. Lijepe se na kožu laganim pritiskom, a mogu se ukloniti ne ostavljajući vidljive ostatke na koži. Različiti polimeri, kao što su celulozni derivati, polivinil-alkohol (PVA), poli(vinilpirolidon) (PVP), kitozan i poliakrilati se koriste u razvoju transdermalnih flastera.

Razvijen je niz terapijskih sustava koji osiguravaju sistemsku apsorpciju lijeka. Istraživači MIT-a razvili su nosivi flaster koji primjenjuje bezbolne ultrazvučne valove na kožu, stvarajući malene kanale kroz koje lijekovi mogu proći. Uređaj koji su dizajnirali sastoji se od zakrpe s nekoliko piezoelektričnih pretvarača u obliku diska, koji mogu pretvoriti električnu struju u mehaničku energiju. Svaki disk je ugrađen u polimernu šupljinu koja sadrži molekule lijeka otopljene u tekućoj otopini. Kada se električna struja primijeni na piezoelektrične elemente, oni generiraju tlačne valove u tekućini, stvarajući mjehuriće koji pucaju na koži. Ti mjehurići koji pucaju proizvode mikromlazeve tekućine koji mogu prodrijeti kroz čvrsti vanjski sloj kože.



Slika 1 – Prikaz flastera koji primjenjuje bezbolne ultrazvučne valove na kožu

Flaster je izrađen od PDMS-a, polimera na bazi silikona koji se može zalijepiti za kožu bez trake. U ovom istraživanju istraživači su testirali uređaj isporukom vitamina B, sastojka brojnih hidratantnih krema i krema za sunčanje. U testovima u kojima je korištena svinjska koža, istraživači su pokazali da kada su isporučili vitamin B pomoću ultrazvučnog flastera, količina lijeka koja je prodrila u kožu bila je čak 26 puta veća od količine koja je mogla proći kroz kožu bez pomoći ultrazvuka.

Također uspoređeni su rezultati novog uređaja s tzv. *microneedlingom*, tehnikom koja se ponekad koristi za transdermalno davanje lijeka, a koja uključuje probadanje kože minijaturnim iglama. Istraživači su otkrili da njihov flaster može isporučiti istu količinu niacinamida u 30 minuta, koja se inače isporučuje mikroiglicama tijekom 6 sati. S trenutnom verzijom uređaja, lijekovi mogu prodrijeti nekoliko milimetara u kožu, što ovaj pristup čini potencijalno korisnim za lijekove koji djeluju lokalno unutar kože. To može uključivati vitamin B, vitamin C ili lokalne lijekove koji se koriste za liječenje opekline. S daljnjim modifikacijama za povećanje dubine prodiranja, ova bi se tehnika mogla koristiti i za lijekove koji trebaju dospjeti u krvotok, poput kofeina, fentanila ili lidokaina.

Razvoj flastera je multidisciplinarna aktivnost koja obuhvaća nekoliko istraživanja, počevši od odabira prikladne djelatne tvari do demonstracije transdermalne apsorpcije lijeka. Za vrijeme razvoja transdermalnog sustava obraća se pažnja na fizičko-kemijska svojstva i stabilnost lijeka, ugodnost primjene, estetiku, proizvodnost, uvećanje proizvodnje na industrijske razmjere i troškove. Lokalni lijekovi primijenjeni izravno na kožu mogu uzrokovati neželjene nuspojave, kao što su svrbež, ljuštenje, peckanje, osip, iritacije, promjena boje kože, oštećenje kože, alergije ili kontaktni dermatitis. Stoga je od iznimne važnosti razvoj preciznih sustava za isporuku lijekova koji mogu ograničiti isporuku lijekova samo na područje zahvaćeno stanjem kože kako bi se smanjio rizik od nuspojava na okolnu zdravu kožu.

Literatura

1. <https://www.sciencedaily.com/releases/2023/04/230420135336.htm>(pristup 12.6.2023.)
2. Jundong Shao, Jing Zhang, Nicolo Antonio Villasis, Xingxing Li, Guojing Chen, Guojun Chen, Jicheng Yu, Yuqi Zhang, Jinqiang Wang, Yi Gao, Jing Lin, Peng Huang, Zhen Gu, Printable personalized drug delivery patch for the topical therapy of skin diseases, Matter, Volume 6, Issue 1, 2023, Pages 158-174



Osvrt na rad Studentske sekcije HDKI-ja

Antonia Škarica (FKIT)

Još jedna akademska godina se približava kraju. Dok se spremamo za ispite, obrane završnih i diplomskih radova, prisjetimo se rada Studentske sekcije HDKI-ja u ovoj akademskoj godini.

Studentska sekcija je s početkom ove akademske godine brojila šezdeset i šest članova. Za ulazak novih članova bilo je potrebno napisati motivacijsko pismo, pri čemu mogu reći da smo dobili izrazito ambiciozne nove kolege koji već godinama prate rad naše Sekcije. Da zaista žele više od samog studiranja, pokazali su aktivnim sudjelovanjem u ovogodišnjim projektima, gdje su, uz mentorstvo starijih kolega, razvijali svoje novinarske, komunikacijske te prezentacijske vještine, naučili organizirati projekte te raditi u timu.

Uz već poznate cjelogodišnje projekte; „Reaktor ideja“ i „Boje inženjerstva“, ove godine smo organizirali edukaciju o financijskoj pismenosti i digitalnim vještima. Također, nakon dvije godine pandemije, „Eko globus“ je ponovo započeo s radionicama za osnovnoškolske uzraste. Održali smo i projekte „Nanotehnologija – Danas i sutra!“ te „Studentski kongres o održivoj kemiji

i inženjerstvu“, koji su imali veliki odaziv, pri čemu bih posebno istaknula „Studentski kongres o održivoj kemiji i inženjerstvu“, najveći projekt kojeg je Studentska sekcija HDKI-ja organizirala do sada. Posljednji veći projekt ove akademske godine bio je „Business Week“ s izrazito zanimljivim predavanjima koja će pomoći svim prisutnim u procesu traženja posla. Također, osim projekata isključivo u našoj organizaciji, Studentska sekcija HDKI-ja sudjelovala je u organizaciji 7. Simpozija studenata kemičara te u organizaciji 4. Međunarodnog ZORH susreta.

Ponosni smo i na naše glasilo „Reaktor ideja“ na svim iznimno kvalitetnim brojevima u ovoj akademskoj godini. Valja istaknuti da je ove godine izdan najveći broj, što daje do znanja da je sve više mladih kolega prepoznalo važnost istraživanja te proširivanja vidika u strukama koje su odabrali, kao i razvijanja novinarskih vještina koje će im uvelike značiti u budućnosti.

Zahvalila bih sponzorima „Xellia d.o.o.“, „Ru-Ve d.o.o.“ te „Pliva Hrvatska d.o.o.“ što su prepoznali rad naše Sekcije i omogućili provedbu projekata. Također, zahvaljujem i svim donatorima koji su omogućili da svaki naš projekt bude besprijekoran.

Nadalje, kao predsjednica naše Sekcije, pohvalila bih sve članove te im zahvalila na aktivnom sudjelovanju. S početkom iduće godine, dužnost predsjednice Studentske sekcije HDKI-ja preuzima Lea Raos. Njoj i svim članovima želim mnogo sreće u radu!



ZNANSTVENIK

Elektrokemija oko nas – jučer, danas, sutra

zn. sur. dr. sc. Dijana Jadreško

Procesi prijenosa elektrona između dva ili više sudionika, te unutar iste ili između različitih faza, privlačile su zanimanje znanstvenika ali i šire javnosti tijekom više stoljeća ljudske povijesti. Od temelja funkcioniranja životno-važnih biokemijskih procesa preko primjene u bio-senzorici do središta funkcioniranja osobnih računala, mobitela, automobila itd., elektrokemija i njena primjena doprinose kreiranju mnogih aspekata naše stvarnosti. Od samih početaka elektrokemijske povijesti bilo je jasno da je elektricitet jedna od glavnih pokretačkih energija u živim stanicama. Navedenu pojavu prvi je uočio talijanski liječnik i fizičar Luigi Galvani, a kasnije je istu pravilno objasnio fizičar Alessandro Volta, još u 18. stoljeću. Kasnije, u 19. stoljeću, britanski fizičar William R. Grove konstruirao je prvi gorivi članak, uređaj u kojemu se uslijed elektrokemijskih reakcija na elektrodama, toplinska energija pretvara u električnu struju.¹

S obzirom na navedeno, može se reći da elektrokemija okupira umove pojedinaca već više od

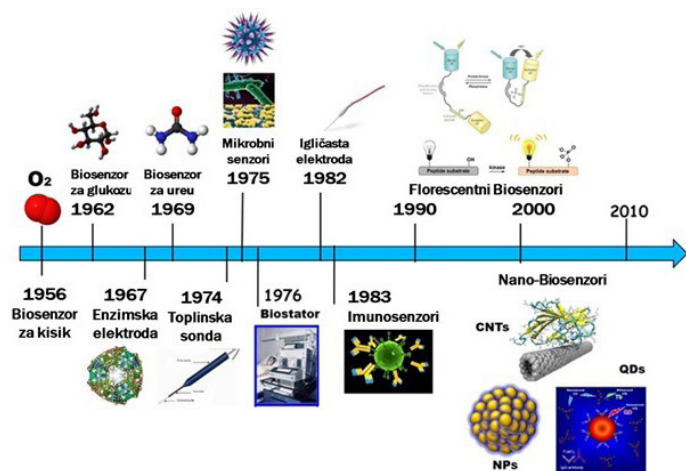


dva stoljeća. S druge strane, njena svestranost i važnost u svakodnevnom životu ostaje nevidljiva običnom čovjeku. Od bioelektriciteta i prijenosa impulsa u živčanim i mišićnim stanicama preko primjene u elektronici, biomedicini i aeronautici do makroskopskih manifestacija „električnih organa“ kod pojedinih organizama (pr. drhtulja šarulja i električna jegulja), sveprisutnost elektrokemijskih procesa oblikuju našu „unutarnju“ i vanjsku stvarnost. Na molekularnoj razini, može se reći da je sam život rezultat složenih i usklađenih metaboličkih (bio-sintetskih i razradnih) procesa, u kojima dolazi do pohrane ili oslobađanja energije. U samoj srži tih procesa su i reakcije prijenosa elektrona, temeljne elektrokemijske reakcije.

Osim životno-važnih biokemijskih procesa, važnost elektrokemije u industriji, od samih početaka, očituje se u postupcima dobivanja pročišćenih metala iz prirodnih legura i zaštiti metala od korozije, te kao izvor električne energije. Primjerice, elektrokemijska zaštita (katodna, anodna i galvanizacija) metalnih predmeta od utjecaja „agresivne okoline“ jedan je od najprihvatljivijih načina zaštite metala (npr. dijelova brodova, čeličnih cjevovoda i sl.) u smislu ekonomičnosti, učinkovitosti i ekološke prihvatljivosti. Također, jedan od trenutno najprisutnijih i najkorištenijih uređaja temeljenih na reakcijama prijenosa elektrona je galvanski članak, kolokvijalnog naziva „baterija“, čija je osnovna svrha „skladište električne energije“.

Sadašnji život gotovo je nezamisliv bez njezine primjene, od pametnih satova, tableta, prijenosnih računala, mobitela, pacemakera pa sve do svemirskih vozila.

Nadalje, potreba za razvojem novih tehnologija, sredinom prošloga stoljeća, dovodi do početka „nove ere“ biosenzora, temeljenih na pretvorbi biološkog odgovora u električni signal. Ideja za razvoj prvih senzora preuzeta je iz prirode, proučavanjem i imitiranjem funkcioniranja bioelektriciteta, koji označava prijenos i procesuiranje impulsa, u živim organizmima. Prvi biosenzor koristio se za mjerenje koncentracije kisika u krvi, a temeljio se na elektrokemijskoj reakciji molekularnog kisika s glukozom. Ovisno o njihovoj primjeni, biosenzori su poznati i kao imunosenzori, optrode, rezonantna zrcala, kemijski kanarinci, biočipovi, glukometri ili bioračunala. Shematski prikaz razvoja biosenzora dan je na slici 1.²



Slika 1– Shematski prikaz razvoja biosenzora

Nastavno na bogatu povijest razvoja elektrokemije do 20. stoljeća, u novije vrijeme, razvojem nanomaterijala i potrebom za minijaturizacijom mjernih instrumenata dolazi do sve većeg interesa za primjenu i proizvodnju elektrokemijskih senzora. Primjerice, za detekciju štetnih plinova u okolišu, alkohola u krvi, malignih oštećenja makromolekula na staničnoj razini, mjerenje količine glukoze u krvi te identifikaciju i detekciju virusa u biomedicini. Prvi „bezbolni“ uređaj za mjerenje koncentracije glukoze u krvi u primjeni je od 2000. godine. Nekoliko godina kasnije (2008. god) razvijen je i implementiran elektrokemijski senzor za kontinuirano praćenje razine glukoze u krvi.³ Njegova prednost je mala dimenzija, vodootpornost, ne zahtijevanje redovitih uboda u jagodicu prsta, te alarm za „visoki“ ili „niski“ šećer. Razvojem glukometra i njegovom primjenom, kvaliteta života ljudi s dijabetesom znatno je porasla. Dodatna prednost glukometra novijih generacija (od 2018. godine na dalje) jest mogućnost spajanja s pametnim telefonom, što omogućuje virtualnu i kontinuiranu vezu s dijabetologom.

Nadalje, opće je poznato da ljudska aktivnost u svojoj „dobroj namjeri“, ali neznanju, može biti uzrok (mikro) zagađivala otpadnih voda (primjerice, pretjeranom konzumacijom različitih farmaceutika ili proizvoda za osobnu njegu i slično), te kao takva biti izvor zagađenja živog i ne živog svijeta na globalnoj razini.

U tom smislu, javlja se sve veća potreba za širenjem područja primjene elektrokemije i u svrhu zaštite okoliša. Međutim, do njene praktične primjene na makroskali, potrebna su iscrpna laboratorijska istraživanja potencijalne primjene elektrokemijskih reakcija u razgradnji različitih zagađivala/onečišćenja. Pozitivno je to, što su takva istraživanja poznata i već provediva.^{4,5} Točnije, već 80-ih godina prošloga stoljeća dolazi do razvoja metoda pročišćavanja otpadnih voda temeljenih na elektrokemijskim procesima in situ stvaranja visoko reaktivnih kisikovih vrsta (hidroksilnih, i superoksidnih radikala, te vodikovog peroksida). Prednost ovakvih naprednih metoda je mogućnost uklanjanja spojeva koji nisu biorazgradivi na ekološki prihvatljiv način. Nadalje, kao začetnik primjene elektrokemije u okolišnoj kemiji, s posebnim fokusom na istraživanje kemije mora, smatra se hrvatski kemičar Marko Branica. Njegov doprinos očituje se u razvoju i primjeni elektrokemijskih tehnika, u drugoj polovici 20. stoljeća, u analizi tragova metala u svim odjeljcima prirode (voda, zrak, organizmi, tlo i sediment), te određivanju specijacije (FUSNOTAI) metalnih iona prisutnih u vrlo niskim koncentracijama. Osim navedenog, njegovo naslijeđe očituje se i u formiranju (uz ostale eminentne znanstvenike) Zavoda za istraživanje mora i okoliša na Institutu Ruđer Bošković, te poslijediplomskog studija Oceanologije, na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu.

Vratimo se na početak priče o „temeljnoj elektrokemiji“. Važnost elektrokemijskih procesa u samoj svojoj biti jasno se očituje i u prirodi, u svim živim organizmima. Prijenos elektrona unutar stanice kao i između stanica iste ili različitih vrsta, može se zamisliti kao vatromet/eksplozija pri čemu dolazi do promjene kemijske energije u mehaničku, toplinsku, električnu i slično. Osim toga, različiti metabolički procesi i procesi staničnog disanja, kao i osnovni proces fotosinteze kojim biljke sudjeluju u stvaranju i održavanju života, temelje se na procesima primanja i otpuštanja elektrona, osnovnim elektrokemijskim reakcijama. Dakle, gledajući na mikro skali život na Zemlji temelji se na sofisticiranim i savršeno usklađenim elektrokemijskim procesima, poput preciznog mehanizma kod kojega svaki kotačić pokreće sljedeći u savršenom skladu, gotovo melodično, kreirajući savršeni svijet oko nas (slika 2).



Slika 2– Sofisticirani i savršeno usklađeni elektrokemijski procesi, poput preciznog mehanizma kod kojega svaki kotačić pokreće sljedeći u savršenom skladu.



Na kraju, uzevši u obzir bogatu prošlost razvoja i primjene elektrokemije u svoj svojoj biti, nije teško zamisliti sav sjaj koji joj slijedi, važno je samo prepoznati i dobro iskoristiti njen postojeći kao i neiskorišteni potencijal. Jedan od svijetlih primjera trenutne primjene elektrokemijskih procesa, u sklopu baterijskih izvora

struje, su električni automobili, kao ekološki prihvatljiviji od automobila na fosilna goriva, i kao takvi predstavljaju budućnost cestovnog prometa. Osim toga, u bliskoj budućnosti očekuje se razvoj vodikovih gorivih članaka i njihova komercijalna primjena u željezničkom i zračnom prometu.

Literatura

1. K. Kordesch, W. Taucher-Mautner, *Encycl. Electrochem. Power Sources* (2009) 555.
2. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fchem.2015.00059/full> (20. ožujka 2023.)
3. A. Heller, B. Feldman, *Acc. Chem. Res.* 43 (2010) 963.
4. G. Bampos, A. Petala, *Z. Frontistis, Environments* 8 (2021) 85.

5. R. Y. Krishnan, S. Manikandan, R. Subbaiya, M. Biruntha, M. Govarthanan, N. Karmegam, *Environ. Technol. Innovat.* 23 (2021) 101757.

FUSNOTA

Fusnota 1 oksidacijska stanja i kemijski oblici u kojima se metalni ion nalazi u uzorku



Aditivna proizvodnja metalnih predmeta „Directed Energy Deposition“

Josip Vinčić (Politecnico di Torino)

1. Uvod

Kao što smo već istaknuli u prethodnom broju, aditivna proizvodnja (engl. *additive manufacturing* – AM) jedan je od načina obrade materijala. AM se definira kao proces spajanja materijala za izradu objekata pomoću podataka iz 3D modela, obično sloj po sloj. Tehnike AM-a su podijeljene u sedam skupina, koje standard ISO/ASTM 52900:2021 definira kao: raspršivanje veziva (engl. *binder jetting* – BJT), taloženje usmjerenom energijom (engl. *directed energy deposition* – DED), ekstrudiranje materijala (engl. *material extrusion* – MEX), raspršivanje materijala (engl. *material jetting* – MJT), stapanje naslage praha (engl. *powder bed fusion* – PBF), laminiranje (engl. *sheet lamination* – SHL) i fotopolimerizacija u kadi (engl. *vat photopolymerization* – VPP).¹ Od navedenih tehnika, samo PBF i DED su tehnologije koje omogućuju taljenje metala pri procesiranju proizvoda od metala. U prethodnom broju predstavljena je PBF tehnika, a u ovom broju DED tehnika aditivne proizvodnje, uz navođenje sažetog povijesnog razvoja i opise različitih tehnoloških načela te prikaz nekih zanimljivim primjena ove tehnologije.

2. Pregled razvoja

Povijest DED tehnologije može se pratiti do 1990-ih kada je postala obećavajuća tehnologija za popravak ili dodavanje materijala postojećim komponentama. Početno se DED koristio uglavnom za popravak i obnovu dijelova visoke vrijednosti u industrijama poput zrakoplovnim i sl. gdje je zamjena komponenti bila skupa i dugotrajna. 1998. godine tvrtka Optomec je predstavila

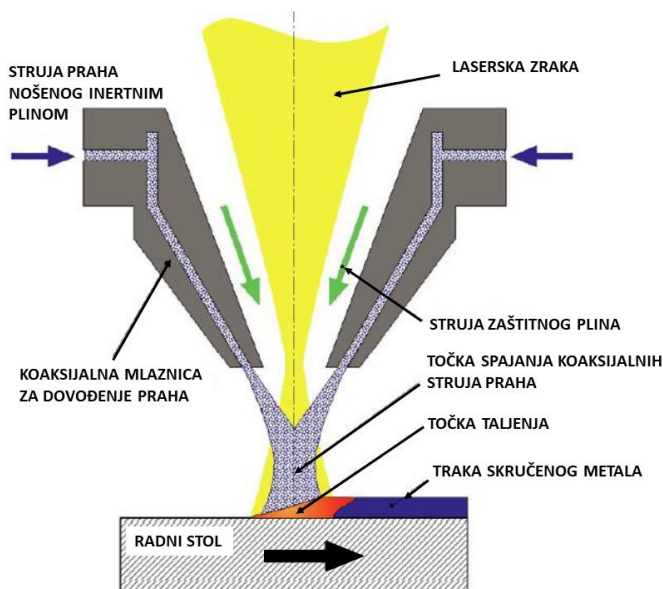
tehnologiju laserskog taloženja metala do gotovih oblika, engl. *Laser-Engineered Net Shaping* (LENS) koja je imala značajnu ulogu u ranom razvoju DED-a. LENS je koristio laser za taljenje i spajanje metalnih prašaka, omogućujući popravak i izradu složenih komponenti. Tijekom vremena, proširena je primjena DED za izravnu izradu trodimenzionalnih proizvoda. Taj pomak olakšali su napreci u tehnologijama lasera i elektronskog snopa te poboljšanja u kontroli procesa i razvoju materijala.^{2,3}

Početakom 2000-ih godina širi se primjena DED-a u raznim industrijskim granama, primjenjuje u zrakoplovnoj, automobilskoj, energetske, obrambenoj (vojnoj) industriji i dr. Karakteristika brze izrade velikih, prilagođenih metalnih dijelova s izvrsnim mehaničkim svojstvima ove tehnike čini je vrijednim alatom u sektoru proizvodnje. Oko 2003. godine, tvrtka Trumpf predstavila je tehnologiju laserskog taloženja metala, engl. *Laser Metal Deposition* (LMD) koja je koristila laser za taljenje metalnih prašaka i njihovo nanošenje na podlogu. LMD je omogućavao izradu složenih metalnih dijelova s visokom preciznošću i pomogao proširiti primjene DED-a.² Još jedan značajan događaj u povijesti DED tehnike bilo je uvođenje početnog materijala u obliku žice – engl. *Wire Arc Additive Manufacturing* (WAAM) tehnologije. Godine 2008. na Sveučilištu Cranfield u Ujedinjenom Kraljevstvu razvijena je WAAM tehnologiju koja je koristila električni luk za taljenje žice i nanosila je sloj po sloj, što je omogućilo poboljšanje učinkovitosti nanosa u smislu veće iskoristivosti materijala, veće brzine nanosa. Nadalje, otvorila se i mogućnost rada s različitim metalima koji nisu dostupni u praškastom obliku.⁴

3. Tehnologija

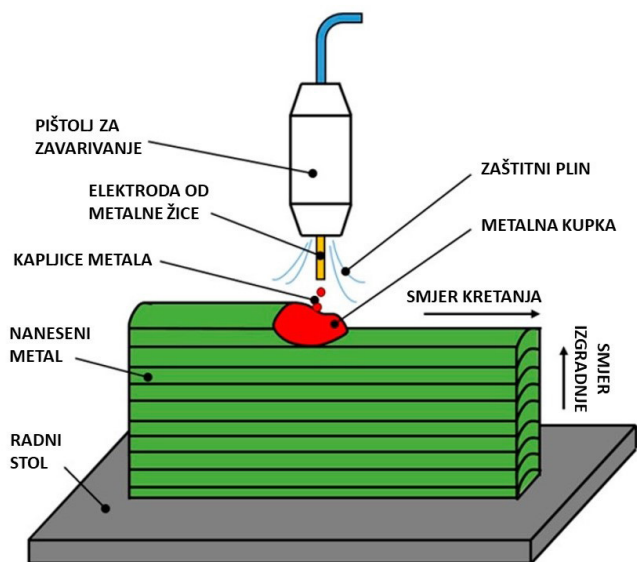
U DED sustavima, materijal u obliku praha ili žice tali se pomoću usmjerene toplinske energije. Kada se glava za nanošenje s izvorom topline pomakne, rastaljeni metal se hladi i skrutnjava. DED sustavi koji koriste prah koriste laserski snop kao izvor topline, dok DED sustavi koji koriste žicu koriste električne ili plazma lukove, lasere ili elektronske snopove.⁵⁻⁷ U tipičnom DED stroju, glava za nanošenje i radni stol upravljaju se višesmjernim CNC sustavima, što omogućuje precizno nanošenje materijala te omogućuje nanošenje gornjih slojeva bez potpornih struktura.⁸

Za razliku od PBF-a, DED ne zahtijeva sloj praša i može se koristiti ne samo za izradu trodimenzionalnih proizvoda već i za popravak ili dodavanje dodatnog materijala na postojeće objekte.⁹ Kao što je već navedeno, postoje mnoge konfiguracije DED sustava, a u ovom članku će se objasniti načela najčešće korištenih konfiguracija. Jedna od njih je sustav s laserom i prašom (engl. *Laser Powder DED – LP-DED*), dok je druga sustav sa žicom i elektronskim lukom, poznat kao WAAM.



Slika 1 – Shematski prikaz LP-DED sustava¹⁰

U LP-DED sustavu (slika 1), metalni prašak obično se dovodi strujom inertnog plina, najčešće argona, iz uređaja za doziranje praša do mlaznica koje se nalaze na glavi za nanošenje. Veličine čestica praša variraju od 50 do 150 μm . Postoji nekoliko različitih izvedbi, no najčešća je izvedba s četiri koaksijalne mlaznice koje usmjeravaju metalni prašak izravno u laserski snop koji prolazi kroz središte glave za nanošenje. Kada se materijal rastali, glava za nanošenje se pomakne, a rastaljeni materijal izlazi iz fokusa lasera te se postupno hladi i skrućuje. Također, bitno je napomenuti korištenje zaštitnog plina kako bi se spriječilo oksidiranje rastaljenog metala. To omogućuje precizno nanošenje materijala sloj po sloj te rezultira visokokvalitetnim proizvodima.^{2,3}

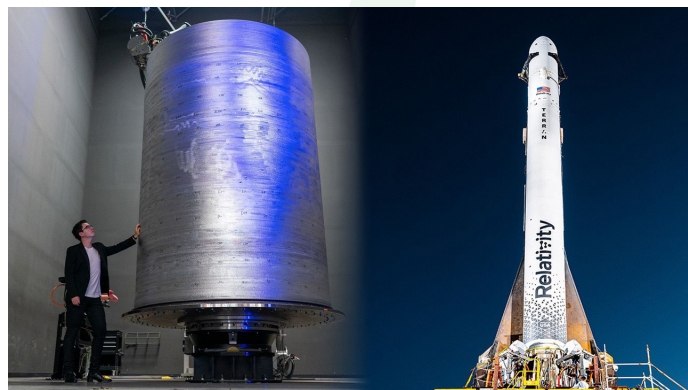


Slika 2 – Shematski prikaz WAAM sustava¹¹

S druge strane, WAAM tehnologija (slika 2) koristi metalnu žicu kao materijal, što smanjuje trošak početnog materijala. Nadalje, sustav za dodavanje materijala je jeftiniji jer nema potrebe za upotrebom inertnog plina za dovoz praša, već se koristi valjkasti sustav za doziranje materijala koji su jednostavni, jeftini i pouzdani. Izvori toplinske energije kod WAAM-a mogu biti je električni luk koji se generira između elektrode od metalne žice i radnog tijela. Tijekom procesa, žica se tali, a kako proces napreduje, rastaljeni materijal se taloži na radnoj površini te se skrućuje, ostavljajući metalnu traku iza sebe. Kao i kod LP-DED tehnologije, korištenje zaštitnog plina je uobičajena praksa kod WAAM-a radi sprječavanja oksidacije i osiguranja najviše kvalitete konačnog proizvoda. Brzine nanošenja u ovoj tehnologiji su visoke u usporedbi s drugim AM tehnologijama, ali preciznost je nešto manja, što može zahtijevati dodatne operacije naknadne obrade poput brušenja ili završne površinske obrade kako bi se postigao željeni oblik konačnog proizvoda.^{3,4}

4. Primjena PBF tehnologije

DED tehnologija je pronašla zanimljive primjene u različitim područjima. Jedna od najčešćih primjena DED-a je u zrakoplovnoj industriji, gdje se obnavljaju i popravljaju visokovrijedni dijelovi poput turbinskih lopatica, dijelovi motora i konstrukcija zrakoplova. U automobilskoj industriji koristi se za izradu prototipova kao i za popravak dijelova pod visokim opterećenjem poput blokova motora, ispušnih kolektora i komponenti ovjesa. U energetskom sektoru ima veliku primjenu u proizvodnji dijelova plinskih turbina, izmjenjivača topline i komponenti kotlova. Izuzetno je zanimljiva zbog mogućnosti izrade velikih komponenti s kompleksnim geometrijama od otpornih materijala potrebnih u zahtjevnim uvjetima u energetskom sektoru. Mnogi drugi primjeri mogu se pronaći u različitim industrijama, poput obrane i vojne industrije, industrije alata i kalupa te naftne i plinske industrije.^{5,12} Nedavno se dogodila primjena ove tehnologije u nesvakidašnjem izrazito zahtjevnom i inovativnom projektu tvrtke Relativity Space koja je proizvela čitavu raketu koristeći AM tehnologiju, većinom DED. Vrijeme potrebno za izgradnju cijele rakete od sirovih materijala iznosi svega 60 dana! Tvrtka je osnovana 2015. godine, a prvu raketu su lansirali već 23. ožujka 2023. godine!¹³ (slika 3)



Slika 3 – Relativity Space raketa¹⁴



Za kraj, DED tehnologija već je pokazala prednosti svoje uporabe. Možda nije najpreciznija tehnologija aditivne proizvodnje, no činjenica da ima mogućnost izrade (proizvodnje) velikih komponenti i popravaka alata visokih vrijednosti čini je iznimno zanimljivom. Fleksibilnost koju pruža mogućnost korištenja i praha i žice kao materijala za dodavanje je važna.

Neke tvrtke danas razvijaju hibridne sustave koji mogu koristiti obje vrste materijala. Nadalje, mogućnost rada s različitim materijalima omogućuje proizvodnju materijala s funkcionalno gradiranim svojstvima. I konačno, prema određenim kretanjima na tržištu, neki stručnjaci su istaknuli DED tehnologiju temeljenu na žici s laserom kao izvorom energije kao sljedeću zvijezdu u usponu.

Literatura

1. ISO/ASTM 52900:2021 Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary. 2021.
2. O. Abdulhameed, A. Al-Ahmari, W. Ameen, and S. H. Mian, "Additive manufacturing: Challenges, trends, and applications," *Advances in Mechanical Engineering*
3. I. Gibson, D. Rosen, B. Stucker, and M. Khorasani, "Additive Manufacturing Technologies."
4. T. A. Rodrigues, V. Duarte, R. M. Miranda, T. G. Santos, and J. P. Oliveira, "Current Status and Perspectives on Wire and Arc Additive Manufacturing (WAAM)," *Materials*
5. D. G. Ahn, "Directed Energy Deposition (DED) Process: State of the Art," *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing - Green Technology*
6. S. L. Sing, C. F. Tey, J. H. K. Tan, S. Huang, and W. Y. Yeong, "3D printing of metals in rapid prototyping of biomaterials: Techniques in additive manufacturing," in *Rapid Prototyping of Biomaterials*
7. C.-J. Bae, A. B. Diggs, and A. Ramachandran, "Quantification and certification of additive manufacturing materials and processes," in *Additive Manufacturing*
8. N. Shamsaei, A. Yadollahi, L. Bian, and S. M. Thompson, "An overview of Direct Laser Deposition for additive manufacturing; Part II: Mechanical behavior, process parameter optimization and control," *Addit Manuf*
9. E. M. Palmero and A. Bollero, "3D and 4D Printing of Functional and Smart Composite Materials," in *Encyclopedia of Materials: Composites*
10. <https://www.primaadditive.com/en>; pristup dana: 27.06.2023.
11. D. Ding, Z. Pan, S. van Duin, H. Li, and C. Shen, "Fabricating Superior NiAl Bronze Components through Wire Arc Additive Manufacturing," *Materials*
12. D. Svetlizky et al., "Directed energy deposition (DED) additive manufacturing: Physical characteristics, defects, challenges and applications," *Materials Today*
13. <https://www.relativityspace.com/>; pristup dana: 27.06.2023.
14. <https://www.wsj.com/>; pristup dana: 27.06.2023.

I LSD kao lijek?

Katarina Marija Drmić
(mag. ing. cheming)

Dietilamid lizergične kiseline (LSD) je kemijski sintetizirana kemikalija dobivena iz gljive *Claviceps Purpurea*. LSD je prvi sintetizirao dr. Albert Hofmann 1938. godine. Postoji nekoliko izomera ove kemikalije, iako se samo d-izomer smatra aktivnim. Hofmann je također sintetizirao dietilamid (+)-2-bromolizergične kiseline (2-Br-LSD). LSD je zabranjen 1966. i trenutno je dostupan samo ilegalno. Nedavno je fokus na proučavanju upotrebe LSD-a zbog njegove predložene potencijalne koristi u liječenju otpornih psihijatrijskih stanja, uključujući upotrebu putem mikrodoziranja.^{1,2}

Trenutne farmakoterapije za velike depresivne poremećaje i anksiozne poremećaje, imaju nedostatke, uključujući odgođeni terapijski početak, potrebu za kroničnim doziranjem i veliki broj pacijenata otpornih na liječenje. U posljednje vrijeme raste interes za psihodelike kao lijekove za niz psihijatrijskih poremećaja. Psihodelici poput psilocibina, N,N-dimetiltriptamin (DMT) i dietilamid (+)-lizerginske kiseline (LSD) mogu izazvati mistična stanja i duboke promjene svijesti. U više dvostruko slijepih, placebo kontroliranih ispitivanja, psilocibin, DMT i LSD proizveli su dugotrajna smanjenja depresije i anksioznosti nakon samo jedne ili dvije doze. Međutim, terapijska uporaba psihodelika ima ograničenja, uključujući njihove intenzivne halucinogene učinke, koji zahtijevaju pomni klinički nadzor, kao i tjeskobu i zbunjenost kod nekih pacijenata.^{1,2}

LSD umjereno povećava krvni tlak, broj otkucaja srca, tjelesnu temperaturu i veličinu zjenica. Akutni štetni učinci 10 – 24 sata nakon primjene LSD-a uključivali su poteškoće s koncentracijom, glavobolju, vrtoglavicu, nedostatak apetita, suha usta, mučninu, neravnotežu i osjećaj iscrpljenosti. Glavobolje i iscrpljenost mogu trajati do 72 sata. U suvremenim studijama o LSD-u nisu zabilježene ozbiljne nuspojave. To je u skladu sa stajalištem da je LSD relativno siguran kada se koristi u medicinskim ustanovama i prema sigurnosnim smjernicama.³

LSD je fizički netoksičan, ali postoje psihički rizici, posebno kada se koristi u nenadziranim okruženjima. Osim toga, važno je napomenuti da se mnogi novi halucinogeni koriste i čak se mogu prodavati kao

LSD, ali imaju drugačiju farmakologiju i mogući profil rizika od LSD-a. Za LSD se obično navodi da uzrokuje povratne misli. Povratne misli nakon LSD-a mogu se definirati kao epizodne i kratke (sekunde ili minute) replikacije elemenata prethodnih iskustava povezanih sa supstancama. Klinički značaja iskustva s povratnim mislima također se definiraju kao halucinogeni trajni poremećaj percepcije. Ovaj se poremećaj smatra rijetkim i javlja se gotovo isključivo u kontekstu nedopuštene rekreacijske uporabe i/ili kod pacijenata s anksioznim poremećajima i obično će imati ograničeni tijek od mjeseci do godinu dana.³

LSD je oslabio prepoznavanje tužnih i uplašanih lica, i pojačao emocionalnu empatiju, slično psilocibinu i MDMA-u. Ovi se učinci LSD-a na obradu emocija mogu smatrati korisnima u psihoterapiji potpomognutoj LSD-om. Međutim, LSD je također ošteti identifikaciju složenih emocija.³

Rane studije iz 1950-ih do 1970-ih ukazale su da LSD može imati antidepresivna i anksiolitička svojstva. Psihoterapija potpomognuta LSD-om često se provodila kod pacijenata s anksioznošću i rakom te kod pacijenata s depresijom ili srodnim poremećajima.

Ove rane prakse i studije bile su relativno slabo metodološki dokumentirane, pa je potrebno ponavljanje u modernim studijama. Pojedinačne ili nekoliko doza LSD-a također su navodno smanjile klaster glavobolju i potaknule remisiju učinkovitije od konvencionalnih lijekova.³

Nekoliko pojedinačnih davanja LSD-a ili srodnih tvari unutar terapijskog okruženja može biti korisno za pacijente s anksioznošću povezanom s teškom bolešću, depresijom ili ovisnošću. Potrebno je više metodološki utemeljenih istraživanja psiholoških i bioloških mehanizama i terapijskog potencijala LSD-a u psihijatriji.

Literatura

1. Lewis, V., Bonniwell, E. M., Lanham, J. K., Halberstadt, A., Aguilar-Valles, A. McCorvy, J., A non-hallucinogenic LSD analog with therapeutic potential for mood disorders, 2023.
2. Turkia, M., Self-treatment of psychosis and complex post-traumatic stress disorder with LSD and DMT—A retrospective case study, 2022.
3. <https://www.nature.com/articles/npp201786> (pristup: 30.6.2023.)



BOJE INŽENJERSTVA

Intervju „Na kavi s asistentima“ – Ivana Šoić, mag. appl. chem.

Dora Ljubičić (FKIT)

Za početak, molim Vas da nam kažete nešto o sebi i Vaš put do FKIT-a.

Najprije, zahvaljujem na pozivu. Čitam Reaktor ideja otkad je počeo izlaziti i izuzetno mi se sviđa i koncept i sadržaj. Moj put do FKIT-a je zapravo pomalo neobičan. Kao odlična učenica, umjesto gimnazije, upisala sam srednju veterinarsku školu kao svoju veliku ljubav, te mi je najprije bio cilj nastaviti školovanje u istom smjeru. Zbog tadašnjih okolnosti, nije bilo moguće nastaviti školovanje u inozemstvu, pa sam odlučila upisati FKIT i smjer Primijenjena kemija jer mi se činilo vrlo zanimljivo i puno potencijala za budućnost. Nisam požalila jer me studij doveo do suradnje s mentoricom i partnericom prof. Sanjom Martinez. Trenutno radim na Zavodu za elektrokemiju kao asistent, dovršavam doktorat i suvlasnica sam Spin-off tvrtke FKIT-a – ReCorrTech d.o.o.



Slika 1 – Ivana Šoić, mag. appl. chem.

Molim predstavite nam Vaš Zavod, čime se bavite na Fakultetu i koja je tema Vašeg doktorata?

Zavod za elektrokemiju je najbolji zavod na fakultetu, najbolja ekipa i uvijek ima nešto za jesti. Svi smo vrlo složni i uvijek spremni pomoći jedni drugima. Na Zavodu postoje dva općenita područja istraživanja: korozija i baterije/gorivni članci. Oba područja su iznimno zanimljiva i od velikog praktičnog značaja te se s njima susrećemo u svakodnevnom životu. Moji interesi su vezani za koroziju i razvijanje i unaprjeđenje tehnika baziranih na elektrokemijskom impedancijskoj spektroskopiji kojima bi se moglo uočiti slabljenje zaštitnog sloja na metalu i na taj način djelovati prije pojave same korozije i smanjenja integriteta konstrukcija. Tema mog doktorata je u skladu s time: Istraživanje i razvoj sustava za impedancijska mjerenja korozijske otpornosti *in situ*.

Kako ste se odlučili za elektrokemiju? Smatrate li da je ona budućnost kemijskih istraživanja?

Put prema elektrokemiji počeo je na trećoj godini preddiplomskog studija kada smo dobili taj kolegij i prvi put se susreli malo dublje s njom. Zainteresirala me i odlučila sam završni rad raditi na temu korozije kod prof. Martinez. Oduševilo me je što sam dobila priliku sama se izboriti sa problemom i imati mogućnost samostalno istraživati i doći do rješenja. Put se nastavio i na diplomskom radu, a prof. Martinez je kolegici i meni omogućila odlazak u Ameriku na stažiranje u Cortec-u, jednoj od najvećih tvrtki na svijetu koja se bavi tehnikama zaštite od korozije.

Jedna od budućnosti definitivno je, jer je korozija izvor velikih problema i nesreća te velikih novčanih gubitaka u gotovo svim industrijama, dok baterije i gorivni članci imaju potencijal zamijeniti dosadašnje neobnovljive izvore energije.

Jeste li zadovoljni što se odabrali studij Primijenjena kemija, a ne možda neki drugi studij s našeg fakulteta?

Drago mi je što sam odabrala upravo ovaj studij, jer daje vrlo široko znanje o mnogim područjima, i prirodnim i tehničkim, te kasnije imate podlogu za snaći se sa bilo kojim problemom koji je pred vama. Naravno, uvijek je potrebno nastaviti se educirati, pogotovo u nekom užem području specijalizacije.

Koji Vam je bio najizazovniji dio studiranja?

Najizazovniji dio studiranja mi je bio prijelaz s druge na treću godinu preddiplomskog studija kada je intenzitet gradiva i vježbi bio vrlo zahtjevan i nije bilo lako kvalitetno pratiti sve, pogotovo uz posao. Naravno, kao svaki dobar student, malo sam produžila studiranje.

Suradujete li s industrijom, ako da u kojem obliku ili na kojem projektu? Sviđa li Vam se više rad u znanosti ili u industriji?

Na dnevnoj bazi surađujemo sa industrijom, manjim dijelom kroz projekte, a više sa direktnim kontaktom kada imaju korozijski problem koji ne mogu riješiti. Tada zovu nas, a mi raznim ispitivanjima i istraživanjima saznajemo u čemu je problem te predložimo moguća rješenja. Definitivno sam više poslovni tip nego znanstveni, međutim, nekad zna biti iznimno naporno uz redovan posao, doktorat i obitelj imati i privatnu firmu.

Volite li raditi sa studentima te koji je najteži dio tog posla?

Volim raditi sa studentima, pogotovo onima koji se ne srame pitati i žele diskutirati. Zanimljivo mi je proučavati različite načine razmišljanja i prilagođavati način podučavanja. Najteži dio posla je ispravljanje referata jer odnosi puno vremena, a posebno me uzruja kad su neuredni pa mi se kolege na Zavodu smiju. Najdraže mi je kad vidim da sam ih uspjela zainteresirati za elektrokemiju i naučiti nešto.

Kako biste studentima približili elektrokemiju?

Kod objašnjavanja gradiva volim biti što jednostavnija i pokušati im sve objasniti kroz praktične primjere. Elektrokemija je svuda oko nas, samo što često nismo ni svjesni toga.

Jeste li oduvijek htjeli biti inženjerka, ako ne što ste htjeli biti tijekom odrastanja?

Zanimljivo je da primijenjeni kemičari jedini na FKIT-u nisu inženjeri. Kao što sam već spomenula, životna želja mi je bila veterina, ali mi nije žao, niti smatram da sam pogriješila odabirom ovog fakulteta.

Koji su Vam hobiji izvan posla?

Izvan posla se bavim karateom već preko 20 godina, obožavam životinje i prirodu te s obitelji često idem na izlete u prirodu.

Vaša poruka za kraj našim čitateljima.

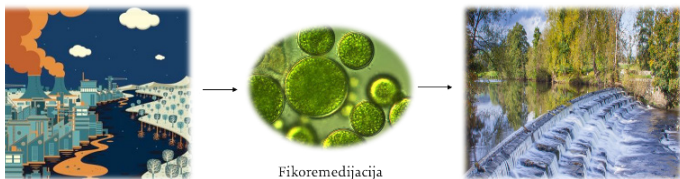
Za kraj, u nekim trenucima se studij, a i općenito život, čini težak i praktički nemoguć. Međutim, sve što si zamislite je moguće ako ste dovoljno uporni i ne odustajete. Potrebno je samo imati vjere u sebe.

Dobivanje biognojiva iz biomase mikroalgi

Iva Ćurić, mag. ing. cheming. (FKIT)

Porastom svjetske populacije dolazi do pada resursa hrane i područja za proizvodnju usjeva. Time se povećala globalna zabrinutost za okoliš i upotreba biognojiva za rast i razvoj usjeva predstavlja jedno od rješenja zaštite okoliša. Na taj način bi se održao poljoprivredni ekosustav u svrhu učinkovitijeg korištenja hranjivih tvari. Fikoremedijacija otpadnih voda za potrebe navodnjavanja usjeva omogućava zadovoljavanje u svrhu zahtjeva održivosti vodnih resursa i sustava poljoprivredne proizvodnje. Pojam fikoremedijacije (slika 1) podrazumijeva upotrebu mikroalgi u postupcima obrade komunalnih i industrijskih otpadnih voda koja se pokazuje kao ekološki i ekonomski obećavajuća strategija.^{1 2 3}

Otpadne vode, iz bilo kojeg izvora, sadrže onečišćivala poput antibiotika, analgetika, bojila, i sl. te se ne mogu se koristiti direktno u svrhe navodnjavanja iako su bogata dušikom, fosforom i kalijem koji je pogodan za rast i razvoj biljaka. Takva neobrađena otpadna voda ispuštanjem na usjeve može promijeniti fizikalno – kemijska i mikrobiološka svojstva tla.¹



Slika 1 – Fikoremedijacija

Neke od dostupnih tehnologija za obradu otpadnih voda su koagulacija, flokulacija, adsorpcija, biološke obrade s aktivnim muljem i sl., no većina ovih tehnologija nije isplativa i ima problem sa stvaranjem velike količine mulja za kojeg je potrebna obrada i zbrinjavanje da se smanji negativan utjecaj na okoliš. Jedna od prihvatljivih tehnologija koja je održiva, učinkovita i ekološki prihvatljiva su upravo mikroalge, jer se hranjive tvari iz otpadnih voda asimiliraju u biomasu. Također uz hranjive tvari, mikroalge koriste i ugljikov dioksid (CO_2) iz zraka. Pokazano je da su mikroalge fotosintetski učinkovitije od kopnenih biljaka u vezanju CO_2 čak do 50 puta što doprinosi smanjenju stakleničkih plinova. Ugljik je 45 – 50 % sadržan u stanicama mikroalgi i upravo je to ključna uloga CO_2 .²

BIOMASA

Biomasa mikroalgi (slika 2) sadrži velike količine ugljikohidrata, lipida, proteina, minerala, vitamina, flavonoida i dr. Prema navedenom, mogu se koristiti u raznim industrijama, primjerice proizvodnja hrane, pića, kozmetike i kemikalija. Neke od mikroalgi koje se koriste u industriji su: *Arthrospira plantensis*, *Chlorella sp.*, *Heamatococcus pluvialis*, *Dunaliella salina*, *Nostoc spp.*, *Anabaena sp.*, *Scenedesmus sp.*, *Nannochloropsis sp.*, *Phaedodactylum tricornutum*.⁴ Procijenjeno je da će do 2028. godine tržište proizvoda na bazi mikroalgi porasti na 2.811,10 milijuna američkih dolara u odnosu na 2020. godinu kad je bilo 1.547,23 američkih dolara.⁵



Slika 2 – Biomasa mikroalgi

Ugljikohidrati iz biomase dobiveni procesom fotosinteze nalaze se u staničnoj stijenci kao strukturne komponente. Mogu se koristiti za razvoj i proizvodnju biogoriva (biometan, biovodik, biobutanol) koji se dalje koriste za pokretanje motora s niskim emisijama. Celuloza je također sastavni dio stanične stijenke mikroalgi i ima je u većoj količini nego u biljkama. Korištenje celuloze iz biomase mikroalgi može poslužiti za proizvodnju nanomaterijala i bioplastike. Proteini iz biomase imaju izvrsnu mogućnost emulgiranja, pjenjenja i želiranja što su odlična svojstva za prehrambenu industriju. Biomasa također sadrži lipide, tj. polinezasićene masne kiseline koji mogu poslužiti za proizvodnju suplemenata, antioksidansa, kapsula za lijekove, aditiva za hranu i mnogih drugih. Pigmenti koje mikroalge imaju, tj. njihova biomasa je pogodna za proizvodnju bojila u kozmetici, hrani i dr. Biomasa osim navedenih sadrži još važnih komponenti (vitamini, silicijev dioksid) koje mogu biti također korištene u razne svrhe.⁶



Slika 1– Uzgoj biomase mikroalgi za proizvodnju biognojiva

BIOGNOJIVO

U svrhe poboljšanja rasta usjeva, neophodno je koristiti gnojiva. Najčešće su to kemijska gnojiva, tj. gnojiva dobivena kemijskim putem. No, takva gnojiva s vremenom uništavaju ekosustav i biološku raznolikost tla. Kako bi se smanjila njihova upotreba, kao dostupna alternativa, predlaže se korištenje biognojiva (slika 3).

Po definiciji, biognojiva su živi organizmi ili prirodne komponente dobivene iz mikroorganizama, poput mikroalgi, gljiva ili bakterija. Upravo takva gnojiva ne štete okolišu, poboljšavaju kvalitetu tla i osiguravaju siguran rast i razvoj usjeva.⁷

Slinksien i suradnici (2021) prikazali su u svom studiju uzgajanje *Chlorella sp.* za dobivanje biomase za proizvodnju biognojiva. Za uzgoj korištene su procjedne vode iz deponija. Utvrđeno je da je kemijski sastav biomase mikroalgi dovoljno dobar za proizvodnju granuliranog dušičnog gnojiva s bioaktivnim materijalima, jer sadrži

primarne hranjive tvari (3,49 % dušika, 2,10 % fosfora i 0,50 % kalija) zajedno sa sekundarnim hranjivim tvarima (13,42 % kalcija i 3,69 % magnezij) i 75,33 % organske tvari i elemenata u tragovima. Također, biomasa mikroalgi ne sadrži teške metale.⁸

Mikroalge proizvode osim primarnih (proteini, ugljikohidrati, lipidi) i sekundarne metabolite. U sekundarne metabolite ubrajaju se fitohormoni i polisaharidi koji u biognojivu doprinose na više načina: poboljšavaju plodnost tla, daju otpornost biljkama na abiotički stres, stimuliraju obrambeni odgovor protiv patogena i infekcija te poboljšavaju unos hranjivih tvari iz tla kao što su fosfor, kalij, dušik i minerali. Tako su Dash i suradnici (2016) pokazali da korištenjem biognojiva od modrozelenih mikroalgi na biljkama riže dovodi do smanjenja stresa koji utječu na prinos i rast i poboljšanja potreba za dušikom.⁹ Poboljšanje kvalitete usjeva rajčica korištenjem biognojiva iz mikroalge *Nannochloropsis sp.* uočili su Coppens i suradnici (2016).¹⁰

Literatura

- Sharma, G. K., Khan, S. A., Shrivastava, M., Bhattacharyya, R., Sharma, A., Gupta, D. K., ... & Gupta, N. (2021). Circular economy fertilization: Phycoremediated algal biomass as biofertilizers for sustainable crop production. *Journal of Environmental Management*, 287, 112295.
- Slinksien, R., Sendzikiene, E., Mikolaitiene, A., Makareviciene, V., Paleckiene, R., & Ragauskaitė, D. (2022). Use of microalgae biomass for production of granular nitrogen biofertilizers. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 15(2), 416-426.
- Blažina, M. (2019). Skupovi i događaji: Znanstveno-popularna radionica „Mikroalge kao biogorivo budućnosti: Prilike i izazovi“. *Kemija u industriji: Časopis kemičara i kemijskih inženjera Hrvatske*, 68(3-4), 149-150.
- Parmar P, Kumar R, Neha Y, Srivatsan V. Microalgae as next generation plant growth additives: Functions, applications, challenges and circular bioeconomy based solutions. *Front Plant Sci.* 2023 Mar 30;14:1073546. doi: 10.3389/fpls.2023.1073546.
- URL: <https://www.alliedmarketresearch.com/microalgae-market-A13419> (pristup: 07.06.2023.)
- Harini, A. B., & Rajkumar, R. (2022). Development of Sustainable Bioproducts from Microalgae Biomass: Current Status and Future Perspectives. *BioResources*, 17(4), 7285-7312
- Sani, I., Kurnia, Y. W., Sinthya, H. C., Anthony, R., Situmorang, E. C., Utomo, C., & Liwang, T. (2022). Exploring The Potency of Microalgae-Based Biofertilizer and Its Impact on Oil Palm Seedlings Growth. *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science*, 44(1), 139-151.
- Rasa Slinksien, Egle Sendzikiene, Austėja Mikolaitiene, Violeta Makareviciene, Rasa Paleckiene & Dovile Ragauskaitė (2022) Use of microalgae biomass for production of granular nitrogen biofertilizers, *Green Chemistry Letters and Reviews*
- Dash, N. P., Kumar, A., Kaushik, M. S., & Singh, P. K. (2016). Cyanobacterial (unicellular and heterocystous) biofertilization to wetland rice influenced by nitrogenous agrochemical. *Journal of Applied Phycology*, 28(6), 3343–3351. <https://doi.org/10.1007/s10811-016-0871-y>.
- Coppens, J., Grunert, O., Van Den Hende, S., Vanhoutte, I., Boon, N., Haesaert, G., & De Gelder, L. (2016). The use of microalgae as a high-value organic slow-release fertilizer results in tomatoes with increased carotenoid and sugar levels. *Journal of Applied Phycology*, 28(4), 2367–2377. <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0775-2>.

Menstrualni ulošci od vlakana banane

Lana Grlić (FKIT)

Posljednjih godina potraga za održivim i ekološki prihvatljivim alternativama konvencionalnim menstrualnim proizvodima dobila je značajan zamah. Među inovativnim rješenjima koja se istražuju je korištenje vlakana banane. Revolucija u menstrualnoj higijeni započela je 2015. godine u Indiji pokretanjem Saathija, tvrtke koju su suosnivali Kristin Kagetsu i Tarun Bothra. Zapanjujuća statistika da samo oko trećina žena u Indiji ima pristup higijenskim ulošcima nadahnula je Kagetsu i Bothra da krenu u pronalaženje rješenja koje neće pogoršati problem plastičnog otpada.

Inspiracija im je došla iz neočekivanog izvora - ogromne količine poljoprivrednog otpada koji proizvode stabla banane. Saathi prepoznaje potencijal otpada od biljke banane, napominjući da jedna biljka banane može proizvesti čak 3000 higijenskih uložaka. Budući da stabla banane donose plod samo jednom, farmeri čiste zemlju nakon svake žetve kako bi napravili mjesta za novi rast. Vlakna banane ekstrahiraju se iz stabljika biljaka banana koje se obično odbacuju nakon berbe voća. Kako bi se učinkovito iskoristio ovaj biljni otpad, Chirag Desai, znanstvenik za pseudostanice bananana Poljoprivrednom sveučilištu Nafsari, i njegov tim, u suradnji sa Saathijem, razvili su tehniku ekstrakcije vlakana iz biljaka banane. Ovaj prirodni materijal posjeduje inherentne ekološke kvalitete, jer je i obnovljiv i biorazgradiv.

Proces počinje rezanjem stabljike na pola i odvajanjem slojeva. Ti se komadi zatim unose u stroj koji proizvodi filamentna vlakna, gdje se peru i suše nakon čega su spremna za daljnju upotrebu. Saathi poljoprivrednicima nadoknađuje vlakna koja proizvedu, stvarajući im dodatni prihod. Osim toga, tekućina iz stabljika banane može se koristiti kao gnojivo. U tvornici Saathi radnici koriste strojeve za rezanje vlakana na manje komade. Sljedeći korak je transformacija ovih komadića u materijal sličan pamuku, vlastitim postupkom koji koristi Saathijevu patentiranu tehnologiju. Paperje poput pamuka sabija se u sve tanje slojeve. Taj sloj vlakna banane umeće se između slojeva drugog nepoznatog biljnog materijala, tvrdi Saathi koji štiti informacije kako bi spriječio dupliciranje proizvoda. Ulošci se zatim režu u prepoznatljiv oblik, steriliziraju UVC lampama i na kraju pakiraju. Materijali korišteni u pakiranju su 100 % biorazgradivi, što je potvrđeno laboratorijskim ispitivanjima. Zagovornici tvrde da ovi jastučići nude mekoću, sposobnost upijanja i udobnost, pružajući pouzdanu i udobnu mogućnost menstrualne higijene.

Nasuprot tome, tradicionalni higijenski ulošci većinom su plastični, a kad bi ih koristila svaka žena u Indiji koja ima menstruaciju, godišnje bi otpad bio 10 puta veći od Velikog pacifičkog smeća. Saathi tvrdi da se njihovi ulošci razlažu u roku od 6 mjeseci otvorenom. Osim toga, za svaki prodani uložak jedan je doniran.



Slika 1 – Menstrualni ulošci od vlakana banane

Tvrtka donira onima koji si higijenske uloške ne mogu priuštiti ili imaju ograničen pristup na njih. Do danas je Saathi donirao blizu 2 milijuna higijenskih uložaka, posebno u ruralnim područjima. Kroz godine mnoge druge tvrtke su osnovane koje proizvode svoje higijenske uloške od vlakana banana, kao što su: *Carmesi*, *Polipop*, *Nua Pad*, itd.

Prenamjenom ovih stabljika biljaka, proizvodnja menstrualnih uložaka od vlakana banane nudi održivu alternativu konvencionalnim ulošcima koji se često oslanjaju na sintetičke materijale. Jedna od glavnih prednosti higijenskih uložaka od vlakana banane leži u njihovom smanjenom utjecaju na okoliš. Konvencionalni higijenski ulošci za jednokratnu upotrebu često sadrže sintetičke materijale kojima je potrebno dosta vremena da se razgrade, što pridonosi odlagalištima i onečišćenju. Nasuprot tome, higijenski ulošci od vlakana banane prodaju se kao biorazgradivi, što znači da se prirodno razgrađuju tijekom vremena, smanjujući otpad i ekološku štetu. Kako se ovo područje nastavlja razvijati, stalna istraživanja i razvoj vjerojatno će poboljšati kvalitetu i učinkovitost ovih ekološki prihvatljivih proizvoda. Potrošači bi trebali biti informirani o najnovijim dostignućima i tražiti robne marke koje se pridržavaju održivih praksi. U konačnici, higijenski ulošci od vlakana banane korak su prema održivijoj budućnosti za menstrualnu higijenu, smanjujući negativan utjecaj na okoliš i pružajući pouzdanu i udobnu opciju za žene diljem svijeta.

Literatura

1. Insider Business: How plant waste is turned into sanitary pads in India/ World Wide Waste [Youtube video, 17.3.2022.] URL: <https://youtu.be/Rf4QoPZQmPM?list=LL> [pristup: 6.7.2023.]
2. Achuthan, K., Muthupalani, S., Kolil, V.K. et al. A novel banana fiber pad for menstrual hygiene in India: a feasibility and acceptability study. *BMC Women's Health* 21, 129 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12905-021-01265-w>
3. Balda, S., Sharma, A., Capalash, N. et al. Banana fibre: a natural and sustainable bioresource for eco-friendly applications. *Clean Techn Environ Policy* 23, 1389–1401 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02041-y>
4. Krishna, B. Anandhu, Hari Krishnan, K. R. , Sreerag, S. R. Sivaselvi, K. Design and Structural analysis of supporting structure for Banana fibre caking machine in sanitary pads manufacturing,



SCINFLUENCER

Spalionice kao dobra investicija?

Nikolina Karačić (FKIT)

Iako se često u zadnje vrijeme potežu priče o tome kako je planeta prenapučena i kako je naglo porastao broj stanovnika, posebice u zadnjem stoljeću, to zapravo ne predstavlja pravi problem. Pravi uzrok loših uvjeta leži u nama ljudima to jest u našem ophođenju prema planetu. Problem s kojim se neprestano suočavamo je količina otpada koja se proizvodi.¹

Većina stvari koja stiže u naše domove, radi sigurnosti ili pak očuvanja izvornih kvaliteta proizvoda, zapakirana je u gomile ambalažnog materijala. Baterije, akumulatori ili milijarde plastičnih vrećica povlače se po oceanima i onečišćuju livade ili proplanke na divljim odlagalištima otpada. Kao alternativa ovom gomilanju otpada pojavilo se rješenje u obliku spalionice otpada.¹ Ovo je s jedne strane više higijenski način rješavanja problema otpada od jednostavnog nagomilavanja na deponije na kojima tada ono trune i razgrađuje se šireći smrad i otrovne komponente.



Procesa spaljivanja predstavlja proces obrade otpada koji uključuje izgaranje organskih tvari u otpadnim materijalima. Spaljivanje i drugi visokotemperaturni tretmani za obradu otpada nazivaju se „Termička obrada“.

Može se reći da spalionice smanjuju volumen otpada za 95 – 96 %. To znači da se zamjenom odlaganja otpada sa spaljivanjem značajno smanjuje potreban volumen za odlaganje istoga. Kamioni za odvoz često imaju ugrađen kompresor pa smanjuju obujam otpada prije isporuke u spalionice. Alternativno na odlagalištima otpada, volumen nekompresiranog otpada može biti smanjen za oko 70 % pomoću statičnog čeličnog kompresora, ali sa značajnim troškovima energije.²

I dalje se vode rasprave jesu li spalionice dobra investicija, no mnogo činjenica i istraživanja pokazuju sljedeće :

Pozitivne strane :

1. Smanjenje volumena otpada: Spaljivanje otpada u spalionici smanjuje volumen otpada za oko 90 %, što doprinosi smanjenju prostora potrebnog za odlaganje na odlagalištima.³

2. Proizvodnja električne i toplinske energije: Spaljivanje otpada generira energiju u obliku električne energije i toplinske energije koja se može koristiti za grijanje ili industrijske svrhe. To pomaže u smanjenju potrebe za fosilnim gorivima i pridonosi energetskej održivosti.⁴

3. Smanjenje emisija stakleničkih plinova: Moderne spalionice opremljene su sustavima za kontrolu emisija, poput filtra za čestice i sustava za kontrolu emisija dušikovih oksida i sumpornih spojeva. To može rezultirati smanjenjem emisija stakleničkih plinova i drugih zagađivača u usporedbi s drugim metodama zbrinjavanja otpada poput odlagališta.

4. Sigurno zbrinjavanje otpada: Spaljivanje otpada može biti sigurniji način zbrinjavanja od nekontroliranih odlagališta. Visoke temperature u spalionicama uništavaju patogene mikroorganizme, a emisije se kontroliraju kako bi se smanjila opasnost za okoliš i zdravlje ljudi.⁵



Slika 1 – Spalionica u Beču

Negativne strane:

1. Emisije štetnih tvari: Spaljivanje otpada može rezultirati emisijama štetnih tvari kao što su teški metali, dioksini i furani. Unatoč naprednim sustavima kontrole emisija, postoji rizik od zagađenja zraka, iako su moderne spalionice usmjerene na minimiziranje tih emisija.⁶

2. Potencijalna opasnost za radnike: Radnici u spalionicama otpada mogu biti izloženi opasnim tvarima tijekom rukovanja otpadom ili održavanja postrojenja. Važno je provoditi odgovarajuće sigurnosne mjere i obuku kako bi se smanjio rizik od ozljeda ili izloženosti.⁷

3. Visoki troškovi izgradnje i održavanja: Spalionice otpada zahtijevaju značajna ulaganja u izgradnju i održavanje složene infrastrukture. Ovo može predstavljati financijski izazov za neke regije i komunalne vlasti.⁸

Na temelju navedenog zaključuje se da su spalionice higijensko-sanitarne jedinice. Spalionice koje su napravljene na temelju standarda i svih pravila, imaju ugrađene filtre koji odstranjuju 99 % prašine i štetnih elemenata koji nastaju procesom spaljivanja.

Napravi li se usporedba na metanu, dolazi se do sljedećih činjenica, metan koji se nađe na deponijama otpada prilikom truljenja postaje 20 puta reaktivniji kad se nađe u atmosferi te pridonosi jačanju efekta staklenika.

Spalionice tijekom svog rada proizvode određenu količinu neugodnog mirisa koji nastaje kad kamion dovozi otpad. Također, prilikom njihova rada stvara se određena buka, stoga je praksa graditi ih podalje naseljenih mjesta kako ne bi remetili gradski život.

Pored dobrih karakteristika spalionice imaju i one negativne koje su ranije navedene u ovom članku. Jedna od loših karakteristika spalionica je emitiranje stakleničkih plinova u atmosferu, no valja naglasiti da je ta količina manja od one koju bi otpad emitirao prilikom svog raspada na deponijama.

Spalionice svakako još nisu doživjele svoj vrhunac poradi velikih financijskih ulaganja, ali i mnogih drugih zahtjeva. Zasižno će spalionice u skoroj budućnosti postati sve popularnije i bolje rješenje velikim količinama otpada.



Slika 2 – Spalionica u Kopenhagenu

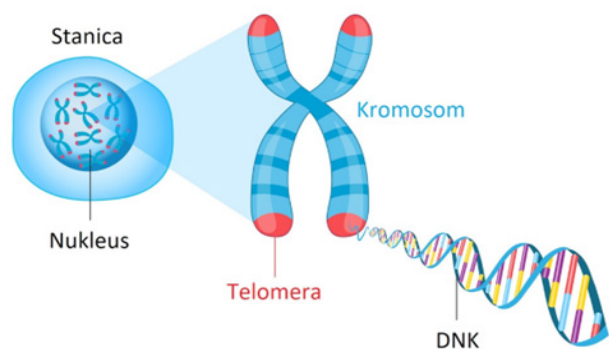
Literatura

1. Kelessidis, A., & Stasinakis, A. S. (2012). Comparative review of codigestion with sewage sludge at wastewater treatment plants. *Waste Management*, 32(10), 1789-1804
2. Grosso, M., Rigamonti, L., & Møller, J. (2019). Energy recovery from waste incineration: Assessing the environmental impacts through life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1173-1185.
3. Wang, Z., Li, X., & Xue, G. (2020). A review of waste-to-energy technologies: Recent advances and future prospects. *Waste Management*, 103, 90-105.
4. Boldrin, A., & Andersen, J. K. (2016). Waste-to-energy in Denmark: an overview of the environmental impacts and costs of landfilling and incineration. *Waste Management & Research*, 34(5), 391-399.
5. Lu, C., & Chen, Y. (2019). Environmental impact assessment of municipal solid waste incineration: A comparison of three approaches. *Waste Management*, 85, 370-378.
6. He, P., Li, Z., Li, L., Liu, J., Zhang, X., & Shen, D. (2017). Emissions of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans from municipal solid waste incinerators: A critical review. *Chemosphere*, 167, 104-116.

Duljina telomera u uskoj vezi s mnogim bolestima

Karla Radak (FKIT)

Ljudska potreba da vjeruju u vječni život ili barem da dulje izgledaju mlađe ogledaju se u najuspješnijim svjetskim religijama i na policama drogerija.¹ Starenje je i dalje obavijeno velom tajne, ali znanstveni napredak u posljednjih nekoliko desetljeća identificirao je različite biološke procese koji pomažu objasniti taj fenomen. Među znakovima starenja je trošenje telomera. Duljina ovih zaštitnih omotača na krajevima kromosoma povezana je s brojem puta koliko se stanica može podijeliti da bi napravila stanice kćeri. Prekratke telomere povezuju se s ubrzanim starenjem i bolestima poput plućne fibroze.¹



Slika 1 – Telomera - regija ponavljajućih nukleotidnih sekvenci na svakom kraju kromosoma

Neke tvrtke žele razviti tretmane za aktiviranje proizvodnje telomeraze (enzima koji popravljaju trošenje i poderotine na ovojnicama) i liječe tegobe koje se javljaju kada su telomeri prekratki. Druge tvrtke pak predlažu slične terapije za usporavanje starenja kod zdravih ljudi, a već postoje kreme na bazi telomeraze koje obećavaju uklanjanje bora. Pogled na telomerazu kao čarobni napitak protiv starenja naširoko je kritiziran. Iako prekratke telomere uzrokuju sklonost nekim bolestima, preduge telomere povezuju se s povećanim rizikom od razvoja određenih tumora.

U jednom studiju objavljenom u medicinskom časopisu *The New England Journal of Medicine* praćeno je 17 ljudi s mutacijom gena POT1.² Ova karakteristika znači da, u većini slučajeva, njihove telomere ne gube duljinu sa svakom diobom stanice, kao što je slučaj s većinom stanica, stoga su one pretjerano duge. Istraživači su primijetili da je ova karakteristika povezana s bolešću krvi, pod nazivom klonska hematopoeza, koja pogoduje proliferaciji staničnih mutacija i u nekim slučajevima raznim vrstama tumora.

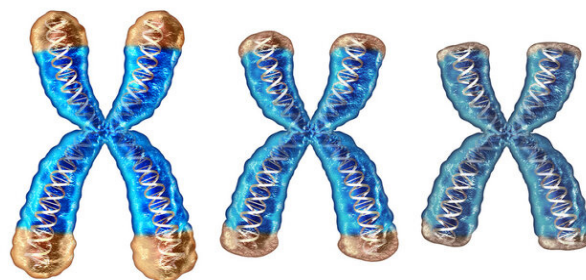
Ukupno 17 nositelja mutacije POT1 i 21 rođak koji nije nositelj bili su inicijalno uključeni u studiju. Većina nositelja mutacije POT1 imali su duge telomere te su imali su niz benignih i malignih neoplazmi koje su zahvaćale epitelnu, mezenhimalnu i neuronsku tkiva uz B-stanični i T-stanični limfom i mijeloidne karcinome. Pet od 17 nositelja mutacije POT1 imalo je T-staničnu klonalnost, a 8 od 12 (67 %) imalo je klonsku hematopoezu.¹

Predispozicija za klonsku hematopoezu imalo je autosomno dominantno nasljeđivanje, kao i penetrantnost koja se povećavala s godinama. Somatske DNMT3A i JAK2 žarišne mutacije bile su česte. Ove i druge mutacije somatskih pokretača vjerojatno su nastale u prvim desetljećima života, a njihove su loze sekundarno akumulirale veći teret mutacija karakteriziran mehanizmom sata.

Uzastopne generacije pokazale su genetsku anticipaciju to jest sve raniju pojavu bolesti. Za razliku od rođaka koji nisu nositelji, a koji su imali tipično skraćivanje telomera s godinama, nositelji mutacije POT1 zadržali su duljinu telomera tijekom 2 godine.¹

Jedan od zaključaka studija je da dugi telomeri održavaju mutacije. Duge telomere su te koje omogućuju većini mutacija da prežive dovoljno dugo da izazovu probleme. Telomeri ne objašnjavaju sve oblike starenja, već objašnjavaju samo jedan podtip, a to je tip starenja koji ima veze s mehanizmom sata, gdje se stanice dijele previše puta ili premalo puta. U slučajevima niske particije pojavile bi se bolesti pluća ili imunološkog sustava, a prekomjerna particija bi pospješila rast kancerogenih tumora. Kod ljudi su obje krajnosti loše i uzrokuju bolest, iako različitih vrsta.

Neki se pak ne slažu s tumačenjem rezultata i pripisuju povećani rizik od raka mutaciji POT1, koja pripada skupini proteina koji štite telomere. Kada taj protein nedostaje ili je neispravan, telomeri su duži, ali su nefunkcionalni što ne dopušta da se donese zaključak kako je duga telomera zapravo loša.



Slika 2 – Prikaz dugih i kratkih telomera (s lijeva na desno)

Nakon objavljivanja poveznice između mutacija POT1 i dugih telomera, bilo je puno praćenja jer nije bilo jasno jesu li mutacije POT1 jednostavno proizvele fenotip dugih telomera ili su učinile nešto drugo da potaknu rak.² Također različita studija su utvrdila kako je skraćivanje telomera dobra stvar koja nas štiti od raka.

Trenutačno nema istraživanja o aktiviranju telomeraze kako bismo imali duže telomere i živjeli duže. Interes je aktiviranje telomeraze za borbu protiv bolesti povezanih s kratkim telomerima, kao što je plućna fibroza. Primjena ovih tretmana korisna je kod ekstremno kratkih telomere jer se u tim slučajevima tkiva pojedinca mogu revitalizirati.

Složenost duljine telomera kao terapijskog cilja uočena je u studijama poput one objavljene u časopisu *Nature Genetics*.² Dakle, uočen je povećani rizik od kardiovaskularnih ili respiratornih bolesti kada su telomeri kraći te od nekoliko vrsta raka kada su duži. To je moguće zato što dugi telomeri omogućuju stanicama da se više dijele i povećava se vjerojatnost štetnih mutacija. Autori su također prepoznali da, iako su različite bolesti povezane s dužim ili kraćim telomerima, ljudi s najkraćim telomerima u prosjeku žive oko 2,5 godine kraće u usporedbi s ljudima koji puše te žive 10 godina kraće ili pak ljudi s dijabetesom koji žive 6 godina kraće.²

Uočeno koje ljudi koji su imali izuzetno duge telomere, nisu dobivali sijede vlasi i izgledali su mladoliko, ali su

istovremeno razvili rak melanocita odnosno stanica koje sprječavaju da im kosa posijedi. Produljenje telomera je moguće te će time stanice živjeti dulje, ali uz prisutnost različitih vrsta tumora. Zapravo se ne radi o tome da su dugi telomeri dobra stvar, a kratki telomeri loša stvar, dobra stvar je vjerojatno u sredini te bismo trebali prihvatiti da je evolucija stvorila ova ograničenja kako bi nas zaštitila od razvoja previše tumora kako starimo.

Literatura

1. Emily A. DeBoy, Michael G. Tassia, Kristen E. Schratz, Stephanie M. Yan, Zoe L. Cosner, Emily J. McNally, Dustin L. Gable, Zhimin Xiang, David B. Lombard, Emmanuel S. Antonarakis, Christopher D. Gocke, Rajiv C. McCoy, Familial Clonal Hematopoiesis in a Long Telomere Syndrome, <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa2300503> (Pristupljeno 8.6.2023.)
 2. Daniel Mediavilla, Why is it so difficult to create anti-aging drugs?, <https://english.elpais.com/science-tech/2023-05-25/why-is-it-so-difficult-to-create-anti-aging-drugs.html> (Pristupljeno 8.6.2023.)
- of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans from municipal solid waste incinerators: A critical review. *Chemosphere*, 167, 104-116.

Detoksikacija azbesta pomoću morskih bakterija

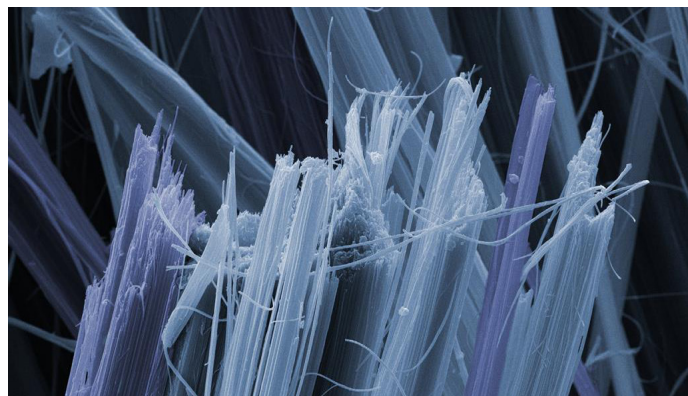
Iva Turkalj (FKIT)

Azbest je po sastavu silikat koji pokazuje jako dobra tehnološka svojstva. Sve donedavno azbest je imao brojnu primjenu pa se tako koristila žbuka s azbestom, za izolaciju cijevi, za azbestno-cementne vodovodne cijevi, pri izradi protupožarnih vrata, za azbestne brtve te brojne druge proizvode. Azbest je imao naročito široku uporabu u građevinarstvu između 1950. do sredine 80-ih godina, a bilo koja zgrada sagrađena prije 2000. godine (kuće, škole, tvornice, bolnice itd.) mogu sadržavati azbest. Ukoliko je azbest u dobrom stanju siguran je sve dok se materijal ne ošteti i u zrak dospiju azbestna vlakna. Svi tipovi azbestnih vlakana (krocidolit, amozit, antofilit, tremolit, krizotil) mogu prouzročiti ozbiljne bolesti te je njegova uporaba u Republici Hrvatskoj kao i cijeloj Europskoj uniji zabranjena.

Izloženost azbestu događa se putem inhalacije vlakana prisutnih u zraku i to najčešće u radnom okolišu, u blizini tvornica gdje se koristi azbest ili u zatvorenim prostorima koji sadrže materijale od azbesta u lošem stanju. Dugotrajna izloženost može izazvati rak pluća i druge plućne bolesti.

Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije, u svijetu je 125 milijuna ljudi izloženo azbestu na radnom mjestu. Tijekom 2004. godine rak pluća povezan s azbestom, mezoteliom i azbestoza uzrokovana

izloženošću na poslu azbestu, uzrokovali su smrt kod 107 000 ljudi, a kod 1 523 000 izloženost azbestu rezultirala je zdravstvenim posljedicama koje izazivaju prije očekivanu smrt.



Slika 1 – Azbestna vlakna

Glavne bolesti koju uzrokuje azbest su mezoteliom (uvijek smrtonosan), rak pluća (visoka smrtnost), azbestoza (ne rezultira najčešće smrtnošću, ali se radi o progresivnoj bolesti) i difuzna zadebljanja pleure (nije smrtonosno).

Ljudi su općenito u okolišu izloženi niskim razinama vlakana azbesta. Ključni faktor rizika od razvoja bolesti je ukupan broj vlakana koji se udahne. Do bolesti ne dolazi odmah, već kasnije tijekom života te je potrebno zaštititi se sada i biti svjestan gdje bi se azbest mogao naći kako bi se prevenirala pojava bolesti u budućnosti.¹

Prosjek godišnje potrošnje azbesta u Indiji iznosi 350 000 tona, a vlakna azbesta lako podliježu vremenskim uvjetima i otpuštaju se u tlo, vodu i zrak.

Budući da se azbest široko koristi u građevinarstvu, srušeni materijali se odlažu u tlo, što ga čini onečišćivačem. Mikroorganizmi prisutni u tlu poput bakterija, gljiva i lišajeva pokazali su se kao najbolji način smanjenja toksičnosti azbesta. Ti mikroorganizmi uklanjaju željezo iz azbesta i smanjuju njegovu toksičnost. Još jedan vrlo učinkovit pristup bioremedijaciji je fitoremedijacija koja se koristi za čišćenje tla. Fitoremedijacija uključuje sadnju biljnog pokrova na zagađenom tlu koji može ukloniti željezo i razgraditi azbest kao izvor anorganskih hranjiva.

Glavna prednost fitoremedijacije je ta što se može primijeniti u bilo kojem geografskom području gdje biljke mogu rasti.² Istraživanja su pokazala da ekstremofilne bakterije iz morskih okoliša visokih temperatura mogu se koristiti za smanjenje toksičnosti azbesta.

Sadržaj i morfometrija azbesta su dva glavna čimbenika povezana s njegovom toksičnošću. Znanstvenici su istraživali upotrebu mikrobnomineralnih interakcija između azbesta (i azbestu sličnih minerala) i termofilnih kemolitoautotrofnih mikroorganizama kao mogućih postupaka otapanja minerala koji ciljaju njihove toksične svojstva. Uklanjanje Fe iz krocidolita (tip azbestnih vlakana) ispitano je kroz kemolitoautotrofne aktivnosti redukcije Fe(III) pri 60 °C.

Kroz procese biosilikifikacije pri 75 °C testirana su otapanja krisotila i tremolit-aktinolit te moguće oslobađanje elemenata poput Si i Mg. Rezultati su pokazali da su kemolitoautotrofne aktivnosti redukcije Fe(III) uzrokovane *Deferrisoma palaeochoriense* podržane krocidolitom kao jedinim izvorom Fe(III) koji se koristi kao terminalni akceptor elektrona tijekom respiracije. Mikrobne aktivnosti redukcije Fe(III) rezultirale su većim stopama oslobađanja Fe iz krocidolita u usporedbi s prethodnim studijama o luženju Fe iz krocidolita putem asimilacije Fe aktivnostima tla gljiva.



Slika 2 – *Deferrisoma palaeochoriense*

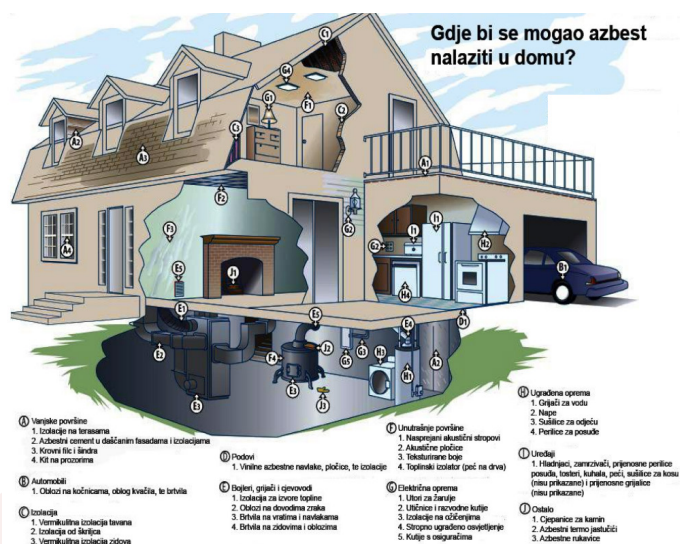
Dokazi o biosilikifikaciji u *Thermovibrio ammonificans* nisu se podudarali s povećanim oslobađanjem Si i Mg iz krisotila ili tremolit-aktinolit. Međutim, ukupno oslobađanje Si i Mg iz krisotila u eksperimentalnom mediju nadmašilo je ranije prijavljene sposobnosti oslobađanja Si i Mg iz krisotila od strane gljiva. Razlike u profilima elemenata oslobođenih iz krisotila i tremolit-

aktinolit tijekom mikrobnomineralnih eksperimenata s *T. ammonificans* ukazuju na važnost temeljnih kemijskih razlika u kristalnoj strukturi koje upravljaju otapanjem minerala i biološkom dostupnošću elemenata.

Eksperimentalna istraživanja usmjerena na interakcije između kemolitoautotrofa i azbesta (ili azbestu sličnih minerala) pružaju novi pristup mehanizmima koji stoje iza kristalno-kemijskih promjena minerala i njihovoj ulozi u razvoju prilagođenih postupaka liječenja azbesta.

Korištenje azbesta je počelo rasti nakon 1800-ih godina, rezultirajući više od tisuću proizvoda koji su ga sadržavali. Kasnija istraživanja su ukazala na nedostatke azbesta zbog nekoliko zdravstvenih rizika i onečišćenja okoliša.

Trenutno je 67 zemalja i teritorija zabranilo upotrebu azbesta, što postavlja hipotezu o budućoj upotrebi i učincima azbesta za regije koje su potpuno zabranile upotrebu azbestnih minerala: a) ostaci vlakana azbesta bit će prisutni u okolišu i morat će se remedirati, i b) učinci osoba izloženih azbestu koji pate od komplikacija. Međutim, u oba slučaja može se očekivati povećanje stope obolijevanja od azbestoze, mezotelioma itd.



Slika 3 – Primjer kuće i elemenata u kojima je azbest našao svoju primjenu

Za mjesta koja još nisu zabranila azbest, može doći do povećanja rizika za profesionalnu i neprofesionalnu izloženost povezanu s azbestom. To može također utjecati na uvjete okoliša. Dakle, to implicira da se učinci izloženosti azbestu ne mogu generalizirati, već ovise o individualnoj izloženosti i intenzitetu izloženosti.³

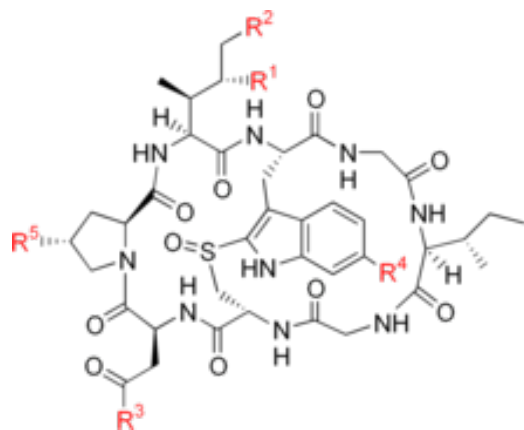
Literatura

- <https://zdravlje.gov.hr/djelokrug-1297/javnozdravstvena-zastita/kemikalije-i-biocidni-pripravci-1357/kemikalije-1785/azbest-i-opasnosti-za-zdravlje-1857/1857> (pristup 14.06.2023.)
- Gopishankar, T., et al. "Bioremediation and Detoxification of Asbestos from Soil." *Advances in Bioremediation and Phytoremediation for Sustainable Soil Management: Principles, Monitoring and Remediation*. Cham: Springer International Publishing, 2022. 211-228.
- Choi, Jessica K., et al. "Microbe-Mineral Interactions between Asbestos and Thermophilic Chemolithoautotrophic Anaerobes." *Applied and Environmental Microbiology* (2023): e02048-22.

Pronađen protuotrov za „gljive smrti“

Kristian Koštan (FKIT)

Djeca se odmalena uči ne jesti gljive za koje nisu u potpunosti sigurni da su jestive vrste. Takvo učenje ima vrlo tvrde temelje i formalno se odrađuje od osnovne škole. Razlog tome je vrlo niska doza otrova koji je odgovoran za 95 % smrti u slučajevima trovanja gljivama.¹ Amatoksin (slika 1), generalna struktura koja predstavlja smjesu supstituiranih oligopeptida, toksičan je u koncentracijama 0,1 mg/kg i nalazi se u tri roda gljiva.² Sadržaj amatoksina varira kroz tijelo gljive i nalazi ga se u rasponu 0,2 – 6 mg/g. Najtoksičniji su amatoksini alfa, beta i gama. Nerazgradiv u uvjetima visoke ili niske temperature, amatoksin se u odrasloj jedinki vrste *A. phalloides* (slika 2) mase 20 g može nalaziti u količinama 5 – 8 mg. Djeca kao predstavnici grupe koju se najviše poučava oprezu pri konzumaciji gljiva ujedno su i najostjetljivija zbog niske tjelesne mase i brzog dostizanja koncentracije amatoksina 0,1 mg/kg.³



Slika 1 – Struktura amatoksina

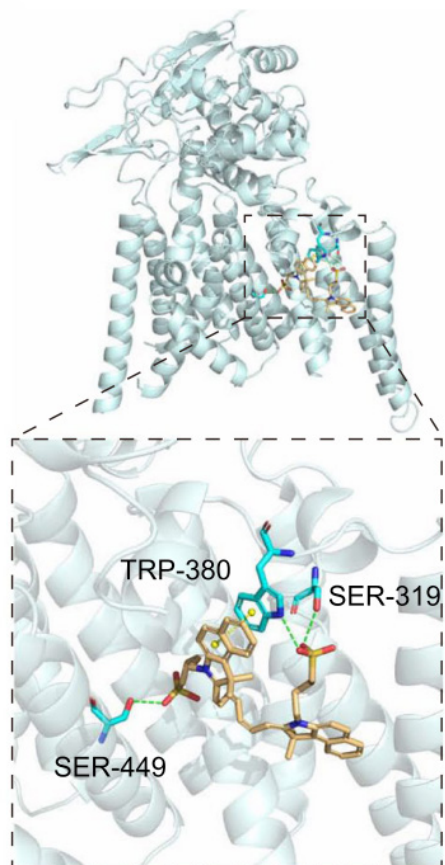
Nezbrinuto trovanje gljivama koje sadrže amatoksin dovodi do brze smrti, najčešće unutar tjedan dana. Amatoksin brzom apsorpcijom u gastrointestinalni sustav prvo se susreće s jetrom koju najviše i pogađa, a daljnjim djelovanjem oštećuje bubrege i srce. Toksin je podložan enterohepatičkom recikliranju koje drži udio u oštećenju organa. Ispiranje želuca čini korist do dva sata nakon konzumacije. Pojavom simptoma trovanja, ispiranje želuca gubi na značaju. Zbrinjavanje bolesnika vrši se simptomatskom terapijom. Eksperimentalno se pokazalo da ciklosporin A, penicilin G i silibinin preveniraju oštećenje jetre.^{3,4} Prema novom istraživanju objavljenom 16. 5. 2023., indocijanin zelena pridružuje se navedenim spojevima kao najnoviji kandidat u terapiji trovanja amatoksinom.

Kako bismo mogli shvatiti mehanizam djelovanja indocijanin zelene, valja također razumjeti mehanizam oštećenja hepatocita amatoksinom. Ulaskom u tijelo amatoksin se brzo distribuira u tkivima i njegova koncentracija u urinu naglo pada. U tkivu jetre, amatoksin je transportiran u stanicu pomoću OATP-1B3 s bazolateralne strane stanice. Unutar stanice amatoksin se veže za RNA polimerazu II formirajući kompleks. Normalna stanična funkcija narušena je inhibicijom RNA polimeraze II i posljedičnom nesposobnošću generacije mRNA kako bi se sintetizirali proteini. Stanice kod kojih je uočljiva ekspresija navedenog transportera većinske su žrtve. Sinergistički efekt amatoksina i TNF-alfa također je vidljiv. Dovoljno je smanjenje transkripcije stanice za 50 % kako bi ona postala osjetljiva na endogeni TNF-alfa. Rezultat transporta amatoksina u stanicu njena je apoptoza.⁴

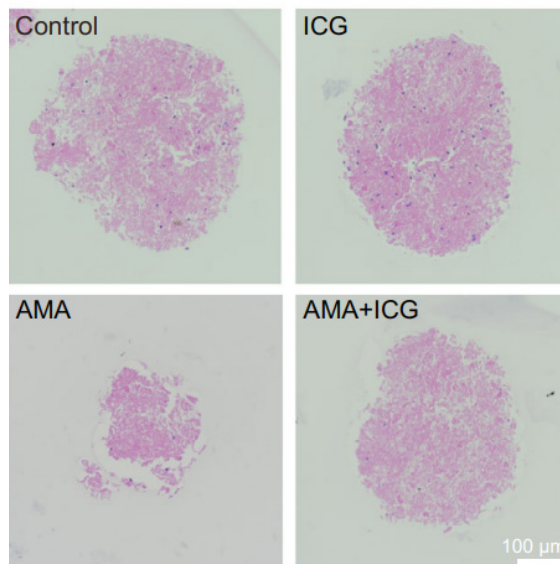


Slika 2 – *A. phalloides*⁵

Znanstvenici u radu Identifikacija indocijanin zelene kao inhibitora STT3B protiv citotoksičnosti alfa-amanitina iz gljiva⁶ pomoću računalnih i CRISPR-Cas9 metoda ustanovili su značaj puta biosinteze *N*-glikana u oštećenju hepatocita. Navedeni put ukazuje da STT3B, protein koji sudjeluje skupa s STT3A u formaciji kompleksa oligosahariltransferaze, pridonosi transportu alfa-amanitina u stanicu. Time se zaključuje da uz OATP-1B3 isto tako djeluje nepoznat transporter. OATP-1B3 i dalje je bio izražen u stanicama s izrezanim STT3B genom, ali takve su pokazale gotovo potpunu otpornost na toksin. Utišavanjem gena STT3A uz izrezan STT3B, stanice su postale potpuno otporne na toksin. Nakon ovih rezultata, znanstvenici su se okrenuli *in silico* pretraživanju STT3B inhibitora odobrenih od strane Agencije za hranu i lijekove Sjedinjenih Američkih Država. Indocijanin zelena izdvojila se od ostalih kandidata sudeći prema *in vitro* istraživanjima.



Slika 3. – Računalno modelirano vezanje indocijanin zelene unutar STT3B



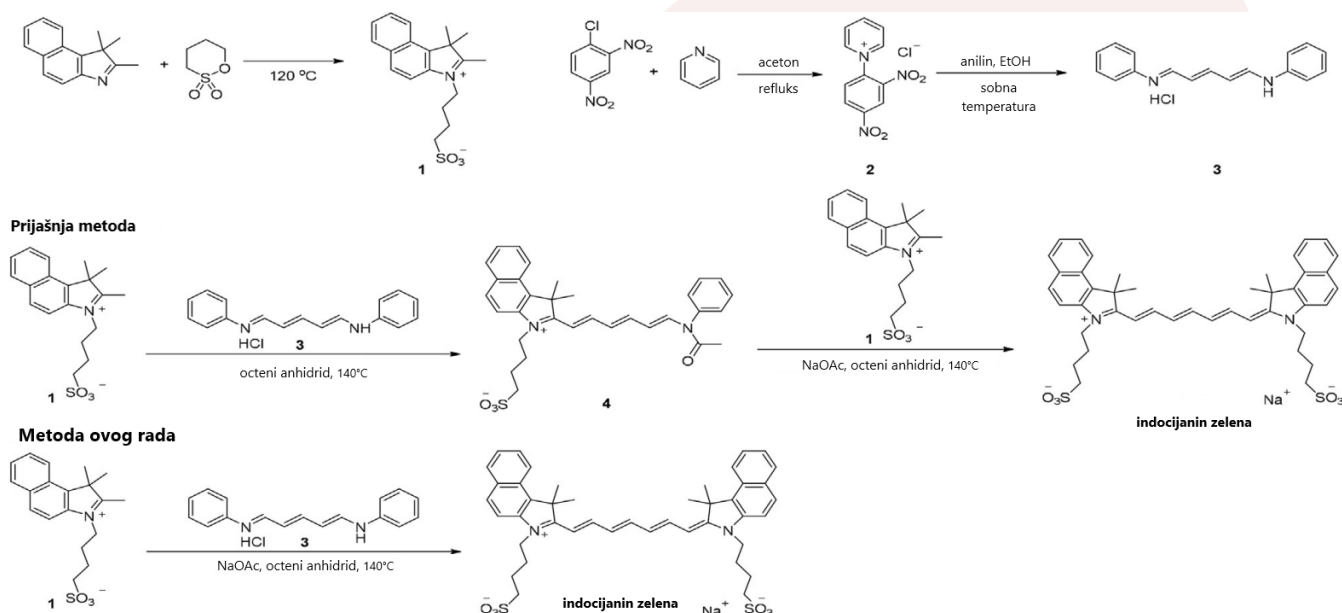
Slika 4 – Organoidi miše jetre u različitim sredinama (Control - kontrolna skupina, ICG - indocijanin zelena, AMA – alfa-amanitin)

radu, vrlo dobro ukazuju na korist indocijanin zelene (slika 4).

Sa sintetske strane, korisno je istraživanje iz kojeg je proizašla optimizacija sinteze indocijanin zelene. Klasična sinteza skraćena je za jedan korak i eliminirana je potreba za prekrizacijom te je zamijenjena ispiranjem taloga acetonom. Uz čistoću od 95 %, krajnji spoj dobiven je u iskorištenju od 92 % što je najveće dosadašnje iskorištenje u literaturi za sintezu indocijanin zelene.⁸

Boja koja se inače koristi pri ispitivanju rada srca, funkcije jetre i opširnijoj angiografiji⁷ pokazala je inhibiciju STT3B u biosintezi *N*-glikana bez citotoksičnih efekata. Takav skup karakteristika krucijalan je za daljnje ispitivanje indocijanin zelene kao terapije za trovanje amatoksinom. *In vitro* i *in vivo* testiranja razjasnila su mehanizam djelovanja protuotrova skoro u potpunosti. Organoidi miše jetre, uz ostale prikaze koji se nalaze u

Istraživanje naposljetku zaključuje da indocijanin zelena administrirana čim prije, granično s 8 – 12 h nakon ulaska amatoksina u organizam, može spasiti stanice jetre i bubrega od smrti. Znanstvenici isto tako utvrđuju da funkcionalnom karakterizacijom genoma i *in silico* modeliranjem može se vrlo brzo definirati medicinski relevantan proces.



Slika 5 – Usporedba stare i nove sinteze indocijanin zelene

Literatura

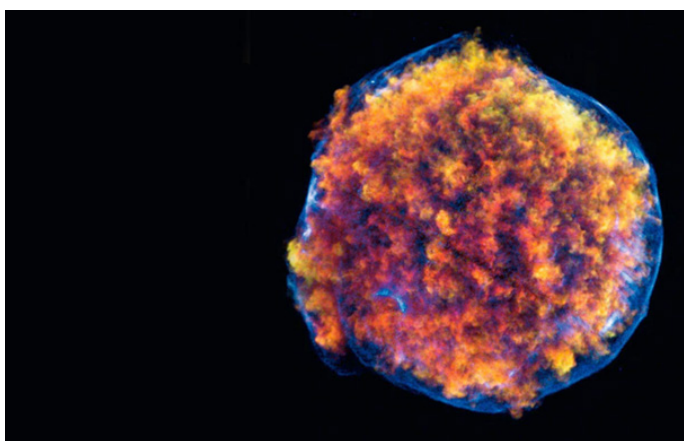
1. Horowitz BZ, Moss MJ, Amatoxin Mushroom Toxicity, StatPearls Publishing, Treasure Island (FL), 2023 Jan 15
2. James H. Diaz, Amatoxin-Containing Mushroom Poisonings: Species, Toxidromes, Treatments, and Outcomes, Wild. Environ. Med., 29 (2018)
3. François Durand, Dominique Valla, Drug-Induced Liver Disease (Third Edition), Academic Press, 2013., str.621-629.
4. D. Clarke, C. Crews, Natural Toxicants: Mushrooms and Toadstools, Encyclopedia of Food Safety vol. 2, Academic Press, 2014., str.269-276.
5. <https://www.rbg.vic.gov.au/science/herbarium/death-cap/> (pristup 13. lipnja 2023.)
6. Wang, B., Wan, A.H., Xu, Y. et al., Identification of indocyanine green as a STT3B inhibitor against mushroom α -amanitin cytotoxicity, Nat. Commun., 14 (2023)
7. <https://www.mayoclinic.org/drugs-supplements/indocyanine-green-intravenous-route/description/drg-20155722> (pristup 12. lipnja 2023.)
8. Xiangning Fang, Wenjuan Liu, Xia Wu, Wei Zhou, Jie Chen, Xiaogang Liu, Zhaochao Xu, One-step condensation synthesis and characterizations of indocyanine green, Results in Chemistry, 3 (2021)



Termonuklearne bombe u svemiru

Mateja Novak (FKIT)

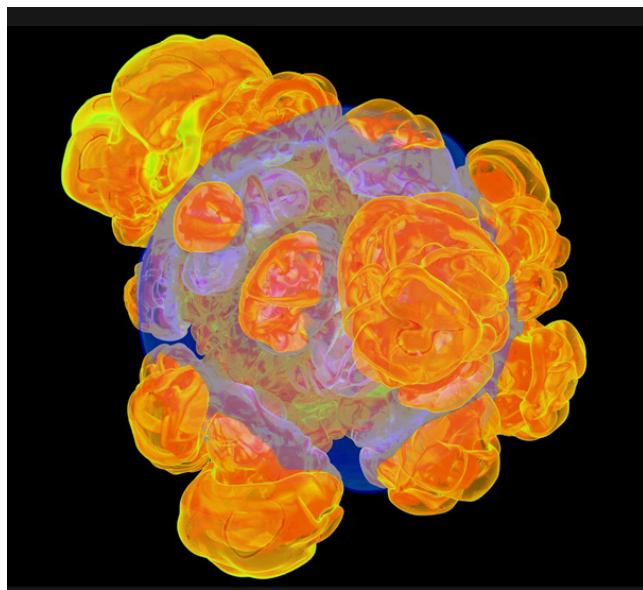
Svemir je mjesto koje raspolaže velikim količinama energije koje su daleko izvan našeg životnog iskustva. Najmanje zvijezde koje postoje su bijeli patuljci, te zvijezde mogu biti slične poput Mjeseca, a odgovorne su za najenergičnije eksplozije u svemiru, no znanstvenici i dalje ne znaju kako dolazi do njihove detonacije. U prosjeku su veličine Zemlje, ali budući da sadrže gotovo Sunčevu masu, njihova je gravitacija 10 000 puta veća. S obzirom da su malog volumena teško ih je vidjeti, ali ima ih mnogo. Važni su jer se koriste za dokazivanje tamne energije i mjerenja udaljenosti na kozmološkim ljestvicama te za određivanje kemijskog sastava asteroida. One najhladnije mogle bi biti starosti svemira, a njihove su atmosfere toliko čiste da ih se može koristiti za precizno mjerenje kemijskog sastava stijena koje padaju na njihovu površinu. Iskra može izazvati njihovu detonaciju u toliko spektakularnim eksplozijama da su vidljive čak i u dalekim galaksijama.⁵



Slika 1 – Eksplozija supernove (16.st.) snimljena od strane opservatorija Chandra (NASA)

U tim zvijezdama su gustoće više od milijardu puta veće od gustoće zraka u atmosferi. One su također jedine zvijezde koje se mogu kristalizirati. Njihova je struktura gotovo uvijek sastavljena od ugljika i kisika, a može im se povećati tlak bez povećanja temperature. Njihovu

veličinu određuje kvantna mehanika, a Heisenbergov princip neodređenosti može općenito objasniti njihovu strukturu. Elektroni su jako zbijeni, stoga je njihova varijacija položaja vrlo mala, što znači da je njihov moment (umnožak mase i brzine) vrlo velik. Budući da elektroni imaju malu masu, moraju imati vrlo veliku brzinu, što je ono što vrši pritisak koji sprječava kolaps zvijezde. Što bijeli patuljak ima veću masu, to je manji. Supernove tipa Ia najžešće su eksplozije u svemiru, otpuštaju 10^{41} KJ energije (tanjur leće sadrži oko 300 KJ) u otprilike jednoj sekundi, ovo je oko 18 redova veličine više energije od one koje emitira Sunce u sekundi.³ Na svom vrhuncu emisije svjetlosti, svjetlije su od svih zvijezda u galaksiji zajedno.

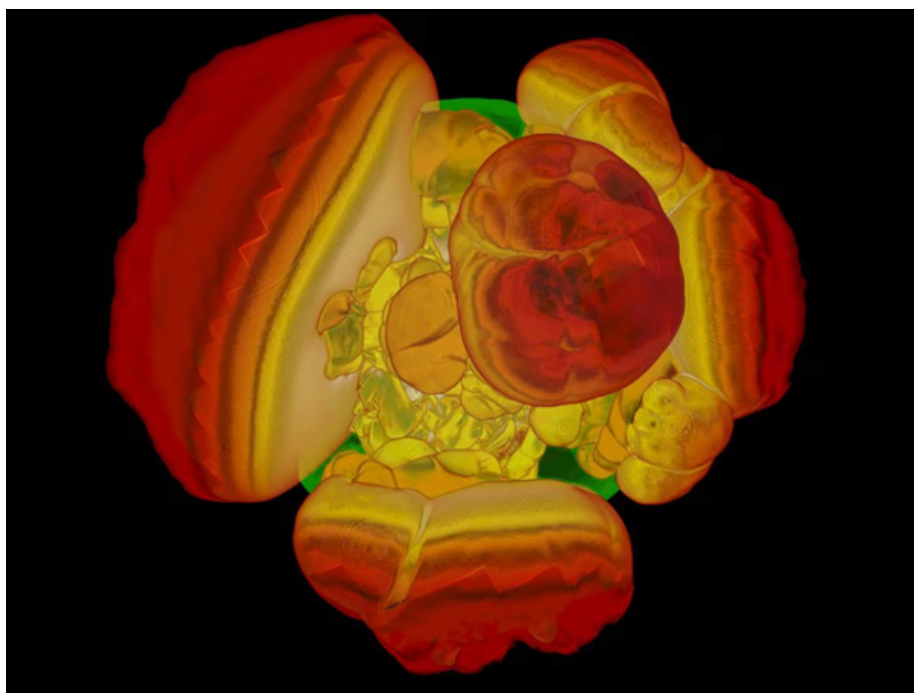


Slika 2 – Vizualizacija napravljena putem superračunala koja rekreira detonaciju supernove tipa Ia. Brad Gallagher (Sveučilište u Chicagu)

Uvjeti eksplozije su toliko ekstremni da je znanstvenicima vrlo teško razriješiti uključene fizičke procese s računalne točke gledišta, tako da je njihovo razumijevanje tih događaja još uvijek vrlo ograničeno.² Na primjer, nemaju jasnu ideju o tome što izaziva eksploziju. Dva mehanizma za koje smatraju da bi mogli biti odgovorni uključuju postojanje zvijezde pratilice: ili pratilac daje masu bijelom patuljku dok ne prijeđe granicu koja uzrokuje eksploziju, ili se dva bijela patuljka toliko približe da se na kraju spoje. Ovu iznimno snažnu

eksploziju smatraju kao početak, a ne kraj, s obzirom da proces pretvara ugljik i kisik u teže elemente i uključuje razine energije i temperature daleko iznad

našeg svakodnevnog iskustva.⁴ Upravo nikal iz čokolade i špinata proizveden je u jednom od ovih katastrofalnih događaja u ovim nevjerojatnim zvijezdama.



Slika 3 – Računalna simulacija detonacije supernove tipa Ia. Brad Gallagher (Sveučilište u Chicagu)

Kozmička praznina je dio u kojem se na kvalitativan i kvantitativan način prezentira naše znanje o svemiru. Namjera mu je objasniti važnost razumijevanja kozmosa ne samo sa znanstvenog gledišta, već i s filozofskog, društvenog i ekonomskog gledišta. Naziv „kozmički vakuum” odnosi se na činjenicu da je svemir, najvećim dijelom, prazan, s manje od jednog atoma po kubnom metru, unatoč činjenici da u našem okruženju, paradoksalno, postoje kvintilijuni atoma po metru kubičnom, To nas poziva na razmišljanje o našem postojanju i prisutnosti života u svemiru.¹

Literatura

1. Pohlhammer, José Maldifassi. „ENERGIA NUCLEAR FUNDAMENTOS.”
2. <https://elpais.com/ciencia/vacio-cosmico/2023-05-26/bombas-termonucleares-en-el-universo.html> (pristup 9.6.2023.)
3. McCracken, Garry, and Peter Stott. Fusion: the energy of the universe. Academic Press, 2012.
4. Outreach, C. M. S. The Story of the Universe. No. CMS-Brochure-2003-001-Eng (taken from). 2003.
5. Morrison, Philip. „The nuclear plateau.” Bulletin of the Atomic Scientists 38.10 (1982): 19-19.

SADRŽAJ
vol. 7, br. 8, 2023.

KEMIJSKA POSLA

Erupcija podmorskog vulkana u Tongi ometa satelitske signale u pola svijeta?	1
Nosivi flaster koji može bezbolno isporučiti lijekove kroz kožu	3
Osvrt na rad Studentske sekcije HDKI-ja	4

ZNANSTVENIK

Elektrokemija oko nas – jučer, danas, sutra	5
Aditivna proizvodnja metalnih predmeta „Directed Energy Deposition“	7
LSD kao lijek?	10

BOJE INŽENJERSTVA

Intervju „Na kavi s asistentima“ – Ivana Šoić, mag. appl. chem.	11
Dobivanje biognojiva iz biomase mikroalgi	13
Menstrualni ulošci od vlakana banane	15

SCINFLUENCER

Spalionice kao dobra investicija?	16
Duljina telomera u uskoj vezi s mnogim bolestima	18
Detoksikacija azbesta pomoću morskih bakterija	19
Pronađen protuotrov za „gljive smrti“	21
Termonuklearne bombe u svemiru	23

