

# reaktor IDEJA 4

službeno glasilo Studentske Sekcije HDKI-ja | vol 5

veljača 2021.

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 kakvog ga znamo, postoji zbog uspijeha koja je privukla njihovu pozornost u svoj posao, pomogli su im različitim izumima, učini Aristotel je bio genijal se biologijom, zoolo znanje u različitim tekstova sačuvar normu za daljn tek u zajedni znanstvenika koji su se pobili u teoriji i u praksi. Bavio se običnim, praktičnim problemima, koji su bili primjenjivani na mnogim

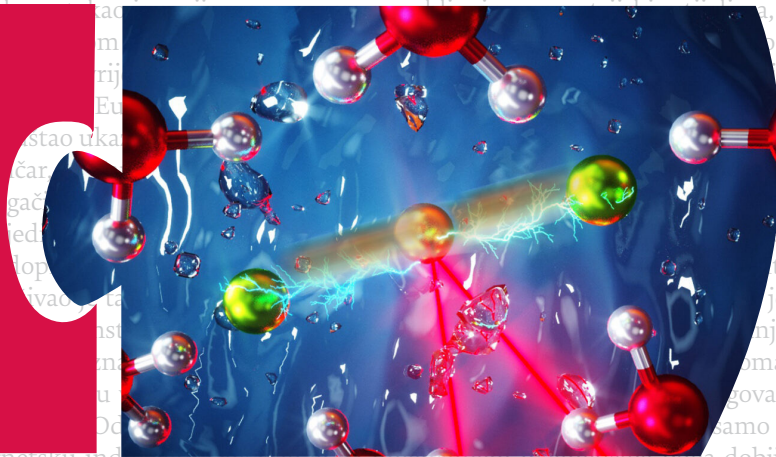


## RECIKLIRAJUĆA PLASTIKA

STR. 1

## NOVI HIBRID KOVALENTNE I VODIKOVE VEZE

STR. 11



homopolarni motor i otkrio elektromagnetsku indukciju. Dokazao je da mijenjanjem magnetskog polja dobijemo električno polje (Faradayev zakon). Konstruirao je i električni dinamo što je preteča modernog generatora. Njegovu čast, fizička jedinica za kapacitet nazvan je izumitelj i tehničar. Tesla na usavršavanju telegrafski aparat, kvadratni izum je i žarulja s niti od životnog vijeka američkom bila je poljska kemičarka, p svojom marljivošću i radnim zajedničkom radu sa svojim zvali i majkom atomske bom ratištu tijekom Prvog svjetsko je od trovanja radijacijom. Lo kao znanost i dokazao je da ve riješio problem koji je zbunjivao v vinskog talogu, dolazi do čudnog et



## ELEKTRIČNI FLASTERI

STR. 16

Ovo je otkriće impresioniralo utjecajne znanstvenike, a Pasteuru donijelo reputaciju. Na fermentaciji omogućio je Pasteuru da identificira promjene koje se događaju u određenim mikroorganizama. Ovo je bilo kulture pravih organizama za dobro pivo. pretoči u boce. Danas je taj proces poznat kao zarazne infekcije koja pogađa središnji živčan je vrlo rano pokazao i vještinu u izradi razno uživa u dječjim nepodopštinama, mali je Isaac sat koji se sam navijao, mlin kojega je pokretao gravitacije koji upravlja nebeskim tijelima te tako je promatrao Jupiterove satelite. Teleskop je izradio

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](http://www.mzo.hr)





Dragi čitatelji,

predstavljamo Vam četvrti broj *Reaktora ideja* u akademskoj godini 2020./2021.

Ispitni rokovi su završili, slobodnog vremena je više, a svakako je jedan od načina za kvalitetno provođenje tog vremena i čitanje.

Ovaj mjesec donosimo Vam mnoštvo aktualnih tema. Kao i uvijek, pisali smo raznoliko i osim kemije, dotaknuli smo se i biologije, termodinamike, elektrotehnike, računalstva i dr.

Također, donosimo Vam i priču kolega iz Osijeka s njihove Noći znanosti.

Nadam se da ćete u ovim stranicama pronaći nešto zanimljivo i korisno.

Dubravka Tavra,  
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:

Dubravka Tavra  
(dtavra@fkit.hr)

#### Urednici rubrika:

Samanta Tomičić  
Ana Vukovinski  
Aleksandra Brenko  
 Hrvoje Tašner

#### Grafička priprema:

Dubravka Tavra  
Samanta Tomičić  
Ana Vukovinski  
Aleksandra Brenko  
 Hrvoje Tašner

#### Lektorice:

Helena Bach-Rojecky  
Sofija Kresić

ISSN 2584-6884

e-ISSN 2459-9247

Vol. 5 Br. 4, Str. 1–23

Izlazi mjesečno (kroz akademsku godinu)  
Časopis sufinancira Ministarstvo znanosti i obrazovanja  
Republike Hrvatske, Zagreb

Zagreb,  
veljača, 2021.

#### SADRŽAJ

Kemijska posla.....	1
Znanstvenik.....	8
Boje inženjerstva.....	14
Scinflencer.....	18





# KEMIJSKA POSLA

## | Reciklirajuća plastika

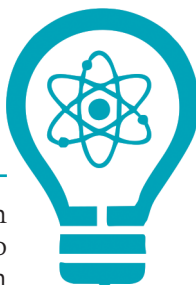
Danijela Ivandić (FKIT)

Možemo reći kako je plastika gotovo neizbježan materijal u našoj svakodnevnicu. Nije riječ samo o plastičnim vrećicama u dućanu, već o brojnim predmetima koje često koristimo kao što su odjeća, prijevozna sredstva, elektronika.<sup>1</sup> No, je li zaista plastika loša kao materijal ili je problem u neadekvatnom načinu odlaganja plastičnog otpada?

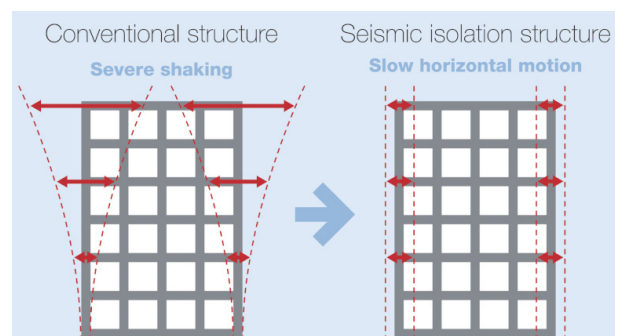
Što je zapravo plastika? Plastika je polimerni materijal koji se može oblikovati primjenom topline i tlaka. Svojstva poput male gustoće, niske električne vodljivosti, prozirnosti i žilavosti čine ju pogodnom za izradu različitih proizvoda.<sup>2</sup>



Slika 1 – Plastične boce



Razvitkom industrije i gospodarstva, pri proizvodnji i potrošnji materijalnih dobara, sve se više povećavalo onečišćenje okoliša. To je nametnulo potrebu izgradnje novog pristupa gospodarenja otpadom. Sustavi koji uključuju recikliranje krutog otpada ovise o ekonomičnosti postupka i lokalnoj infrastrukturi. Procesom recikliranja produkata moguće je postići materijalni oporavak stvari.<sup>4</sup>



Slika 2 – Životni ciklus polimernih materijala<sup>5</sup>

Životni ciklus polimernih materijala može biti opisan danom skicom (Slika 2). Sirovine se obrađuju u plastične proizvode određenim tehnikama preradbe tijekom kojih dolazi do nastajanja postindustrijskog otpada (engl. *PI waste*) koji nikada ne dolazi do potrošača. Nakon korištenja plastičnog materijala, odlažemo ga na





Slika 3 – Razdvajanje plastičnih materijala<sup>6</sup>



Slika 4 – Polibutadienska guma<sup>9</sup>

odgovarajuća mjesta te na taj način nastaje potrošački otpad (engl. *PC waste*) koji se sastoji od miješane plastike nepoznatog sastava koja je potencijalno kontaminirana ostacima hrane. Daljnji poželjan proces je recikliranje plastike mehaničkim ili kemijskim putem kako bi se smanjila količina otpada na odlagalištima i ponovo uporabila ista plastika.<sup>5</sup>

Zbog vrhunskih mehaničkih svojstava, otpornosti na otapala i toplinske stabilnosti, guma se kao materijal intenzivno koristi za izradu različitih proizvoda kao što su rukavice ili guma za automobile. U pogledu ekonomskih i ekoloških problema, prerada i recikliranje gume bez katalizatora vrlo je izazovan, ali poželjan proces kako bi se povećala ponovna uporaba istog materijala. Poliolefin, koji je od velike komercijalne potražnje, je polibutadien (PB).<sup>7</sup> Butadien je organski spoj i glavni nusprodukt razvoja fosilnih goriva te se koristi za izradu sintetskih guma i plastičnih produkata.<sup>8</sup>

Polibutadienski elastomer koji ima sposobnost recikliranja bez katalizatora može biti pripremljen uporabom iminske veze. Odnosno, aaminski dio pričvršćen je za PB oligomer preko tiol-en reakcije, a zatim su PB mreže formirane putem reakcija između aaminskih skupina i aldehidnih umreživača. Zbog toplinske reverzibilnosti iminske veze, umreženi polibutadien mogao bi se lako ukloniti pod umjerenom temperaturom (80 °C) bez upotrebe katalizatora, a istovremeno zadržati zadovoljavajuća mehanička svojstva.<sup>7</sup>

Ponovna upotreba i smanjeno korištenje jednokratnih polimernih materijala zasigurno će pridonijeti smanjenju

otpada u okolišu. Vrlo je važno razmotriti metode recikliranja i povrata energije u pogonima za proizvodnju i preradu plastike kako bi što manja količina energije i resursa bila potrebna za recikliranje, a samim time i cijeli proces učinila pristupačnijim.<sup>10</sup>

#### Literatura

- <https://www.plasticsmakeitpossible.com/about-plastics/types-of-plastics/what-are-plastics/> (pristup 16.2.2021.)
- <https://www.britannica.com/science/plastic> (pristup 16.2.2021.)
- <https://www.mccourier.com/global-plastic-bottle-market-focusing-on-trends-and-innovations-during-the-period-until-2020-2025/> (pristup 16.2.2021.)
- Hrnjak-Murgic, Z., *Gospodarenje polimernim otpadom*, Sveučilišni priručnik, [www.fkit.unizg.hr](http://www.fkit.unizg.hr), Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb, 2016.
- Ragaer, K., Delva, L., Van Geem, K., *Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste*, *Waste Management* (2017)
- [http://cityrecyclers.net/?page\\_id=336](http://cityrecyclers.net/?page_id=336) (pristup 16.2.2021.)
- Zhang, H., Wang, D., Liu, W., Li, P., Liu, J., Zhang, J., Zhao, N., Xu, J., *Recyclable Polybutadiene Elastomer Based on Dynamic Imine Bond*, *Journal of Polymer Science, Part A: Polymer Chemistry* 2017.
- Mohajder Beromi, M., Rose Kennedy, C., Younker, J. M., Carpenter, A. E., Mattler, S. J., Throckmorton, J. A., Chirik, P. J., *Iron-catalysed synthesis and chemical recycling of telechelic 1,3-enchaind oligocyclobutanes*, *Nature Chemistry*, 2021.
- <https://medium.com/@kritika.sawant24/high-cis-polybutadiene-rubber-market-growth-2019-2024-c69fa523233e> (pristup 16.2.2021.)
- Al-Salem, S. M., Lettieri, P., Baeyens, J., *Recycling and recovery routes of plastic solid waste*, *Waste Management* 29 (2009) 2625-2643



# Što su i kako nastaju aerosoli?

Renata Vičević (FKIT)

Jutarnja magla, oblaci i zalazak Sunca intenzivne boje imaju nešto zajedničko, a to je da su posljedica aerosola. No, što je zapravo aerosol?

Najjednostavnije rečeno, aerosoli su disperzni sustavi kojeg čine čvrste čestice ili kapljice raspršene u plinovitoj fazi, a postoje dvije vrste. Primarni aerosoli dolaze izravno sa Zemljine površine, a sekundarni nastaju kemijskom reakcijom iz primarnih aerosola. Mogu biti posljedica prirodnog procesa kao što je vulkanska aktivnost ili mogu nastati čovjekovom aktivnošću. Većina njihovih svojstava ovise o veličini raspršenih čestica, pošto veličina određuje brzinu kretanja čestica, njihovu interakciju sa zračenjem i utječe na zdravlje ljudi, a raspon veličina im iznosi od nekoliko nanometara do nekoliko desetaka mikrometara. Aerosoli utječu na klimu, ali je njihov točan utjecaj teško odrediti zbog njihove veoma male veličine te velike količine svakodnevnog dolaznog Sunčeva zračenja.<sup>3</sup>



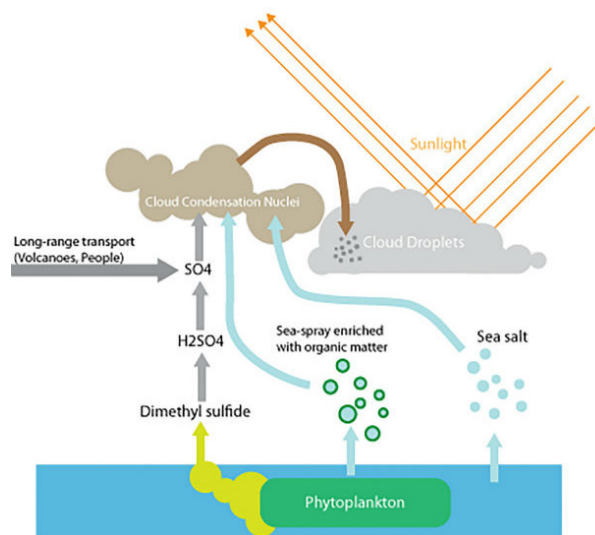
Slika 1 – Primjer aerosola

Opće je poznato je da staklenički plinovi zadržavaju toplinu u Zemljinoj atmosferi i tako uzrokuju zagrijavanje planeta. S obzirom na njihovu količinu u atmosferi zagrijavanje bi trebalo biti puno jače, ali zašto to nije tako? Znanstvenici iz Nacionalnog laboratorija Brookhaven su došli do zaključka da aerosoli ublažavaju efekte globalnog zatopljenja zahvaljujući interakciji s dolaznim Sunčevim zračenjem. Utvrdili su da dio aerosola reflektira Sunčevu dolaznu svjetlost i vraća ju u svemir. Na taj način sprječavaju da ta toplina dođe do površine Zemlje i dodatno ju zagrijava. Ostale aerosolne čestice, nastale najčešće kao posljedica industrijskih procesa, tj. „crni i smeđi ugljik“, mogu raspršiti, ali i apsorbirati Sunčevu svjetlost te je zbog ta dva suprotna procesa teško odrediti njihov točan utjecaj na klimatske promjene.<sup>2</sup> Aerosoli utječu na stvaranje i rast oblaka te su zbog toga predmet mnogih znanstvenih istraživanja s ciljem primjene u meteorologiji.

Znanstvenici s ETH Zurich proveli su eksperiment kako bi istražili početne korake u stvaranju aerosola i tako bolje razumjeli taj proces. Oblaci se sastoje od kapljica vode raspršenih u zraku, a one se stvaraju u dva koraka. U prvome koraku, nukleaciji, nastaje kondenzacijska jezgra, a potom se hlapljive molekule kondenziraju na toj jezgri i stvaraju kapljicu. Jezgre oblaka često sadrže sumpornu kiselinu i organske tvari, a vodena para se naknadno kondenzira na njima. Ovaj eksperiment je usredotočen na prvih nekoliko mikrosekundi nukleacije i u ovome slučaju znanstvenici su promatrali nukleaciju u raznim mješavinama plina koji sadrže ugljikov dioksid. Pokazali su da su hlapljive komponente bitne za stvaranje i ubrzanje navedenog procesa jer one kataliziraju nukleaciju manje hlapljivih komponenata. Oblaci također utječu na klimu sa svoja dva konkurentna učinka, oni istodobno apsorbiraju dio topline emitirane sa Zemlje i raspršuju dolaznu Sunčevu svjetlost u svemir.<sup>1</sup>

Automobili, elektrane, poljoprivredne aktivnosti i industrijski pogoni svakodnevno ispuštaju čestice u atmosferu te tako utječu na kvalitetu zraka i zdravlje ljudi. Za zdravlje su posebno opasne čestice aerodinamičkog promjera manjeg od 2,5  $\mu\text{m}$  pošto one mogu dospjeti u pluća. Količina tih čestica je čak 60 % veća nego u 19. stoljeću, a ukupna količina čestica koje lebde u atmosferi se dvostruko povećala u tome razdoblju. Sve to doprinosi povećanju srčanih i plućnih bolesti kod ljudi, posebice stanovnika urbanih područja.<sup>3</sup>

Aerosoli imaju niz utjecaja na Zemlju i njezine stanovnike, a ljudi izravno utječu na njihovu prisutnost i količinu u atmosferi. Njihova povećana prisutnost je štetna za zdravlje ljudi dok se njihov točan utjecaj na klimu i dalje detaljnije istražuje.



Slika 2 – Procesi nastajanja aerosola

## Literatura

- <https://www.sciencedaily.com/releases/2021/01/210114111910.htm> (pristup 12.02.2021.)
- <https://www.sciencedaily.com/releases/2016/04/160401145037.htm> (pristup 12.02.2021.)
- <https://www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/aerosols/> (pristup 12.01.2021.)



# Agrokultura u svemiru

Lucija Volf (FKIT)

U posljednjih 40 godina, Zemlja je izgubila trećinu obradivih površina uslijed erozije tla i zagađenja. Svjetska potražnja za hranom je sve veća, resursa je sve manje, a jedno od rješenja s kojim znanstvenici pokušavaju ukloniti problem je „svemirska poljoprivreda“.<sup>1</sup>

Pojam se odnosi na uzgoj usjeva za hranu u svemiru i na nezemaljskim objektima. Rast biljaka u svemiru nailazi na brojne izazove poput nedostatka gravitacije, svjetlosti, povećanog zračenja i manjak hranjivih tvari, kalija, dušika i fosfora neophodnih za uzgoj biljaka.<sup>2</sup>

Molekularni dušik (N<sub>2</sub>) je kemijski inertan te ga biljke ne mogu izravno uzimati iz zraka. Poljoprivrednici koriste gnojivo u kojem se nalaze potrebni ioni dušika u obliku amonija (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) i nitrata (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), a uz to su industrijski proizvedeni brojni anorganski i organski spojevi koji sadrže dušik.<sup>3</sup>



Slika 1 – Dohranjivanje (gnojenje) umjetnim urinom<sup>4</sup>

Istraživači sa Sveučilišta u Tokiju osmislili su novu elektrokemijsku tehnologiju za proizvodnju gnojiva na bazi amonijaka od uree, što je korak naprijed za osiguravanje dovoljne količine hrane i dugotrajan boravak ljudi u svemiru.<sup>4</sup> Amonijevi ioni dobiveni su elektrokemijskom oksidacijom uree dijamantnom elektrodom dopiranom borom (BDD). Uz BDD korišten je i fotokatalizator TiO<sub>2</sub> s ciljem postizanja veće količine NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Na taj način ostvareno je gotovo potpuno razlaganje uree. Naspram pojednostavljene umjetne mokraće, u planu je i eksperiment sa stvarnim uzorcima urina, koji ne samo da sadrže primarne elemente (fosfor, dušik i kalij) za prehranu biljaka, već i sekundarne elemente (sumpor, kalcij, magnezij) kao esencijalne makronutrijente također potrebne za rast biljaka.<sup>4</sup>

S druge strane, šest astronauta s internacionalne postaje prvi su uspjeli pojesti uzgojenu hranu u svemiru. Orbital Technologies udružio se sa svemirskim centrom Kennedy kako bi stvorio sustav za rast biljaka poznat kao Veggie. Svemirski vrt, Veggie, je otprilike veličine ručne prtljage i sadrži šest biljaka.

Svaka biljka raste u “jastuku” ispunjenom sredstvom za rast i gnojivom na bazi gline. Jastuci su važni za distribuciju vode, hranjivih sastojaka i zraka. LED diode, vrlo učinkovito emitiraju svjetlost iznad biljaka, ružičasto-crvenom bojom.

Do danas Veggie je uspješno uzgajao razne biljke, uključujući tri vrste salate, kineski kupus, senf mizuna, crveni ruski kelj i cvjetove cinije. Astronaut Scott Kelly je 2016. godine fotografirao buket cvijeća u kupoli svemirske postaje i podijelio fotografiju na svom Instagramu.



Slika 2 – Svemirski vrt, Veggie, ispod LED osvjetljenja<sup>5</sup>



Slika 3 – Buket cvijeća, umijeće svemirskih vrtova<sup>5</sup>

U proljeće 2018. napredno biljno stanište (APH), sačinjeno od *Arabidopsis thaliana* („Mišje uho“) i patuljaste pšenice, je imalo prvu probnu vožnju na svemirskoj stanici. Cilj ovog pothvata je odgovoriti na ključno pitanje: Koji je odnos između mikrogravitacije i lignina? Lignin ima funkciju u biljkama analogno kao kosti u ljudskom tijelu, osigurava uspravnu strukturu.

Kolonizacija svemira još uvijek djeluje kao znanstvena fantastika i mnogo je tehničkih izazova potrebno savladati kako bi uspjeli u tom naumu, a uzgoj hrane je primaran cilj za ekspanziju „zemljana“ u prostranom svemiru.

## Literatura

- <https://www.theguardian.com/environment/2015/dec/02/arable-land-soil-food-security-shortage>
- O. Monje, G.W. Stutte, G.D. Goins, D.M. Porterfield, G.E. Bingham, Farming in space: Environmental and biophysical concerns, *Advances in Space Research*, Vol. 31, Num. 1, (2003.), str. 151-167, 10.1016/S0273-1177(02)00751-2
- N. Suzuki, A. Okazaki, K. Takagi, I. Serizawa, G. Okada, C. Terashima, K. Katsumata, T. Kondo, M. Yuasac, A. Fujishimaa, Formation of ammonium ions by electrochemical oxidation of urea with a boron-doped diamond electrode, *New Journal of Chemistry*, Num. 41. (2020.)
- <https://scitechdaily.com/fertilizer-made-from-urine-could-enable-space-agriculture/>
- <https://www.nasa.gov/content/growing-plants-in-space>



# I Hodnicima FKIT-a

*Helena Bach-Rojecky*

Projekt Hodnicima FKIT-a je projekt kojim smo odlučili približiti zavode Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije studentima, kako bi se mogli upoznati s njihovim radom i lakše odabrati zavod na kojem će raditi svoj završni i/ili diplomski rad. Projekt je zamišljen tako da se snimaju intervjui asistenata sa zavoda i sami laboratoriji u kojima se izvode eksperimentalne vježbe te da se objasne trenutni i nadolazeći projekti na kojima rade.

Organizacija projekta je krenula krajem listopada i već početkom studenog smo kontaktirali zavode koje smo htjeli snimiti te čekali njihov odgovor, a sredinom studenog smo započeli sa snimanjem zavoda. Snimanje zavoda je završilo prvi tjedan prosinca, a objavljivanje videa jednom tjedno trajalo je do sredine veljače.

U projektu je sudjelovalo deset članova Studentske sekcije Hrvatskog društva kemijskih inženjera i tehnologa, od kojih je svatko kontaktirao i snimio jedan zavod te taj video i montirao. Za montiranje videa bilo je potrebno izdvojiti barem jedan cijeli dan. Zadaci

organizacijskog odbora projekta bili su: kontaktirati željeni zavod, dogovoriti termin snimanja, osmisliti pitanja na koja će asistenti odgovarati, kamerom snimiti intervju i laboratorij, dobivene snimke urediti te osmisliti opis koji će se pisati pri objavi snimke. Zadaci PR tima bili su pregledati video i osmišljeni opis te objaviti video u predviđeno vrijeme na platforme Instagram i Youtube.

Vjerujem da ste ovim projektom upoznali zavode s kojima se još niste susretali, naučili nešto više o zavodima koji su Vam već poznati i možda se zainteresirali za suradnju s njima. Ovim putem bih se još jednom zahvalila organizatorima projekta te asistentima i doktorandima koji su sudjelovali na projektu i hrabro stali pred kameru.



## 4. Noć znanosti na PTFOS-u

*Stela Jokić*

Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek nastavio je tradiciju i organizirao 4. Noć znanosti održanu 12. veljače 2021. godine u prostorijama fakulteta. Profesori i asistenti osmislili su 14 zanimljivih radionica namijenjenih učenicima završnih razreda osječkih srednjih škola, kako bi ih motivirali za istraživanje i stjecanje novih znanja, ali i pokazali da je upravo PTF poželjno mjesto za studiranje.

Noć znanosti na PTF-u nije manifestacija koja je tematski određena, već do izražaja dolazi upravo mašta i kreativnost zaposlenika fakulteta. Stoga su teme ovogodišnjih radionica bile raznolike.

S obzirom na ograničeni broj posjetitelja, radionice s ovogodišnje Noći znanosti dostupne su i online na Facebook stranici manifestacije Noć znanosti: <https://www.facebook.com/noc.znanostiPTFOS/> za sve one zainteresirane koji nisu imali priliku uživo prisustvovati na njima.



Slika 1 – Plakat događaja





Slika 2 – Sudionici i voditelji radionice prirodne kozmetike



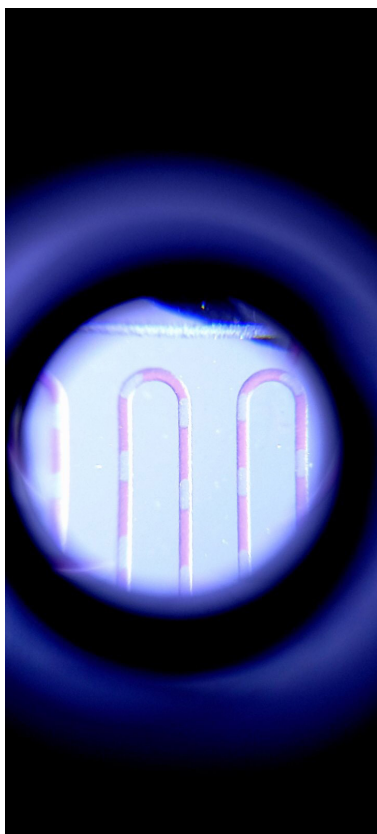
Slika 3 – All you need is natural cosmetics



Slika 4 – Čokolada iz 3D pisaa



Slika 5 – Organski otpad-šarene gljive



Slika 6 – Industrijsko postrojenje na dlanu ruke

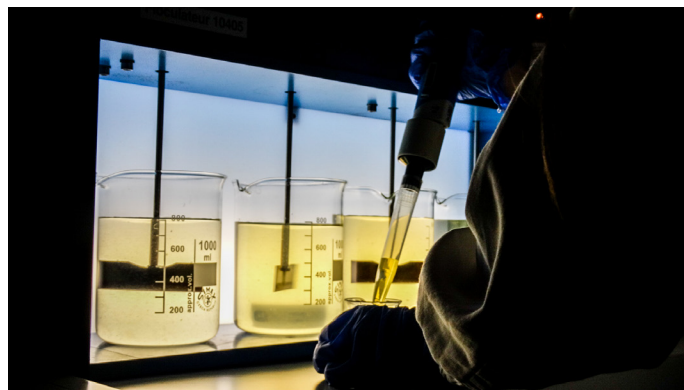


Slika 7 – Otopine soli u jažice doli





Slika 8 – Proizvodnja dezinfekcijskog sredstva



Slika 9 – Voda-od rijeke do čaše



Slika 10 – Svijet kapsula



Slika 11 – Tajni recept za voćni zalogaj

Ovogodišnja Noć znanosti dobila je financijsku potporu Ministarstava znanosti i obrazovanja za programe popularizacije znanosti u 2020. godini.

Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek nastavit će se truditi i dalje približiti znanost svim populacijama kroz ovakve i slične manifestacije koje će izvoditi zaposlenici i studenti fakulteta, ali i učenici te ostali posjetitelji.



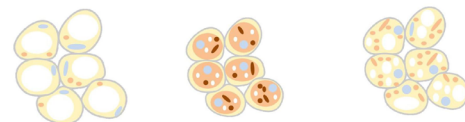
# ZNANSTVENIK

## I Smeđe masno tkivo

Antonija Karakaš (FKIT)

Masno tkivo obično povezujemo s nečim negativnim. Dolaskom toplijeg vremena, svi se želimo riješiti masnog tkiva i biti u formi. Obično se tijekom zimskog razdoblja manje krećemo, a jedemo više te dovodimo tijelo do kalorijskog suficita. Sve zalihe glukoze koje tijelo ne potroši pretvaraju se u mast. Da nisu svi tipovi masnog tkiva loši, dokazuju postojanje smeđeg masnog tkiva (engl. *brown adipose tissue*, BAT).<sup>1</sup> Što je zapravo smeđe masno tkivo? Smeđe je masno tkivo oblik tkiva koji sagorijeva kalorije u obliku topline. Stanice smeđe masti posjeduju rasprežući protein 1 (engl. *uncoupling protein 1 (UCP1)*) koji funkcionira tako da troši silu kretanja protona koji sudjeluju u sintezi ATP-a (adenozintrifosfata). Kao posljedica toga dolazi do otpuštanja energije unutar mitohondrija u obliku topline. Za razliku od bijele masti (bijelo adipozno tkivo), smeđa mast sadrži velik broj mitohondrija koji su odgovorni za njezinu drugačiju boju. Novorođenčad posjeduju veliku količinu masnog tkiva koje je smješteno u području kralježnice i ramena. Glavna uloga smeđe masti je očuvati toplinu tijela. Ovo tkivo ima iznimno važnu ulogu jer kod beba još uvijek nije razvijen centar za regulaciju

tjelesne temperature. Smeđe masno tkivo prisutno je i kod životinja. Ono im omogućava preživljavanje zimskog sna, razdoblja u kojem su izloženi niskim temperaturama bez hrane, kao što je to slučaj kod medvjeda. Kod životinja se smeđe masno tkivo nalazi u području mozga, srca i pluća. Smeđe masno tkivo prisutno je i kod odraslih osoba, samo u manjoj količini. U znanstvenom časopisu *The New England Journal of Medicine* je 2009. godine objavljeno tri rada koja su potvrdila postojanje smeđe masti i u odrasloj dobi.



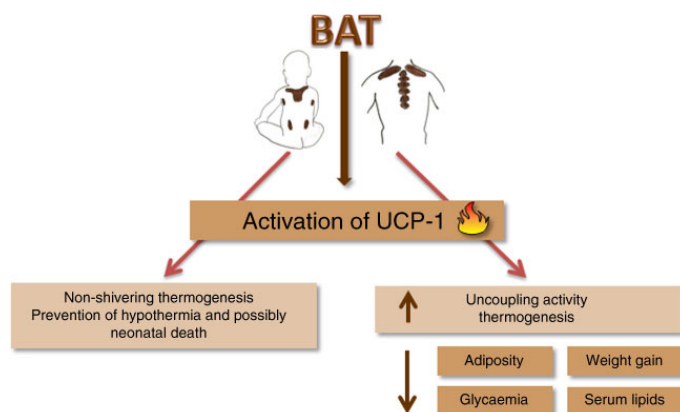
	WHITE ADIPOSE TISSUE	BROWN ADIPOSE TISSUE	BEIGE ADIPOSE TISSUE
<b>Localization</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Subcutaneous</li><li>• Intra-abdominal</li><li>• Epicardial</li><li>• Gonadal</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Interscapular</li><li>• Paravertebral</li><li>• Perirenal</li><li>• Cervical</li><li>• Supraclavicular</li></ul>	Emerges in white adipose tissue depots with appropriate stimuli
<b>Morphology</b>	Spherical	Elliptical and smaller than white	Spherical
<b>Cell composition</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Single lipid droplet</li><li>• Few mitochondria</li><li>• Flattened peripheral nucleus</li><li>• Little endoplasmic reticulum</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Multiple small lipid droplets</li><li>• Large number of mitochondria</li><li>• Oval central nucleus</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Unilocular morphology but small lipid droplets after stimulation</li><li>• Mitochondria appear after stimulation</li></ul>
<b>Function</b>	Storing energy	Expending energy and heat production (non-shivering thermogenesis)	Thermogenic potential
<b>Uncoupling protein</b>	Undetectable	Positive	Positive after stimulation

Slika 1 – Usporedba masnih tkiva<sup>1</sup>





Jedan od tih radova je i studija Virtanena i sur. (2009) koji daje usporedbu potrošnje kalorija na 5 ispitanika. Uspoređivali su potrošnju kalorija u vremenu provedenom u hladnoj prostoriji s vremenom provedenom u toploj prostoriji. Naime, otkriveno je da se potrošnja glukoze povećava u hladnijim uvjetima upravo zbog smeđe masti. Kod odraslih ljudi smeđa mast nalazi se u području vrata i ključnih kostiju, iako moguća mjesta su i područje prsa i abdomena. Ukupna količina smeđe masti u odrasle osobe može varirati od 50 do 200 g. Iako je to mala količina, smeđa mast je izrazito metabolički aktivna. Dva puta je veća vjerojatnost da ćemo smeđu mast pronaći kod žena, nego kod muškaraca. Postoji mogućnost povećanja aktivnosti smeđe masti i pretvorbe bijele masti u smeđu. Maksimalnom stimulacijom smeđe masti možemo dnevno sagorjeti i do 500 kalorija, što je 3500 kalorija tjedno. Smeđa se mast može stimulirati na nekoliko načina, a to su: boravak u hladnijim prostorijama, tjelovježba te optimalnom produkcijom melatonina. Hrana također može povoljno utjecati na aktivaciju smeđe masti. Na primjer, ursolična kiselina iz jabuka potiče smeđe masne stanice na rad. Melatonin je hormon koji regulira san, s njegovom idealnom produkcijom povećavamo kvalitetu sna te time smanjujemo količinu stresa. Stres je jedan od glavnih razloga koji dovodi do prejedanja. Određena hrana može potaknuti proizvodnju melatonina, kao što su: zobene pahuljice, orasi te rajčice. Vježbanje potiče lučenje enzima irisina koji pomaže u pretvorbi bijelih stanica u smeđe stanice. Osim toga, vježbanje i povećava aktivnost UCP1 čineći smeđu mast više aktivnom.<sup>2</sup>

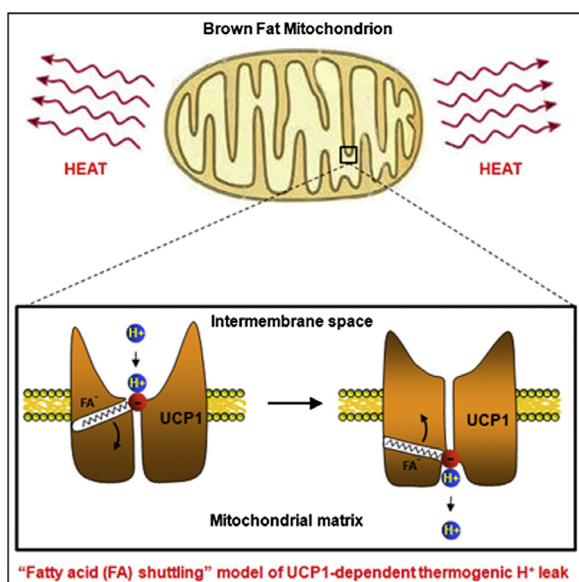


Slika 3 – Usporedba razmještaja smeđeg masnog tkiva kod novorođenčadi i odraslih<sup>5</sup>

muškarci i stariji ljudi veće tjelesne mase. Britanski znanstvenici na Sveučilištu u Nottinghamu utvrdili su da osobe koje uranjaju dijelove tijela u ledenu vodu mogu aktivirati smeđe masno tkivo u organizmu.

Istraživači sa Sveučilišta Columbia otkrili su da je moguće pretvoriti bijelo masno tkivo u smeđe masno tkivo pomoću lijekova tiazolidindiona, koji se trenutno koriste za snižavanje šećera u krvi kod dijabetesa tipa 2. Drugi znanstvenici trenutno proučavaju može li snižavanjem tjelesne temperature aktivirati smeđe masno tkivo i dovesti do mršavljenja.<sup>3</sup>

Nadalje, istraživanjem na miševima, znanstvenici su dokazali da miševi s nedostatkom ili malom količinom proteina MKK6 (engl. *mitogen-activated protein kinases*) imaju mnogo više smeđeg masnog tkiva, što ih štiti od pretilosti te pomaže u sagorijevanju viška energije. Dodatno, odstranjivanjem spomenutog proteina kod pretilih miševa došlo je do zaustavljanja rasta tjelesne mase te u konačnici i do njenog pada. Međutim, kod pretilih osoba gubi se sposobnost aktivacije smeđeg masnog tkiva ili pretvorbe bijelog u smeđe masno tkivo, zbog čega ne mogu lako gubiti na tjelesnoj masi.<sup>4</sup> U novoj studiji objavljenoj u časopisu Nature Medicine, osobe koje sadrže više smeđe masti posjeduju manji rizik dobivanja kardiometaboličkih bolesti, dijabetes tipa 2, hipertenzije te zatajenja srca.<sup>5</sup> Nova otkrića dobivena znanstvenim istraživanjima daju nam bolji uvid u funkcije smeđeg masnog tkiva.



Slika 2 – Uncoupling protein<sup>5</sup>

Konzumiranjem hladnih pića dok se vježba također se može stimulirati smeđu mast. Ljute papričice sadrže kapsaicin, koji potiče smeđe masno tkivo da sagori više kalorija. Isto vrijedi i za mlijeko, jogurt i sir.

Istraživanja su utvrdila da aktiviranjem smeđeg masnog tkiva tijelo proizvodi 300 puta više topline u usporedbi s bilo kojim drugim organom u tijelu. Žene i vitki mladi ljudi imaju više smeđeg masnog tkiva, nego

## Literatura

1. <https://nutricionizam.com/smede-masno-tkivo/> (pristup 14. veljače 2021.)
2. <https://fitnes-uciliste.hr/5-zanimljivosti-o-smedoj-masti/> (pristup 14. veljače 2021.)
3. <https://www.kvantum-tim.hr/news/index/view/?id=170> (pristup 14. veljače 2021.)
4. <https://vitamini.hr/znanost-industrija/znanost/pronaden-protein-koji-regulira-sagorijevanje-masti-13238/> (pristup 14. veljače 2021.)
5. <http://www.sci-news.com/medicine/brown-fat-metabolic-cardiovascular-diseases-09217.html> (pristup 14. veljače 2021.)

# Rekonstrukcija kostiju pomoću 3D ispisa

Jurja Vukovinski (FKIT)

Znanstvenici sa Sveučilišta New South Wales razvili su novu tehniku za 3D ispis struktura koje oponašaju kosti i koje bi mogle imati potencijalnu primjenu u provedbi koštanog tkiva, modeliranju bolesti i ispitivanju lijekova.

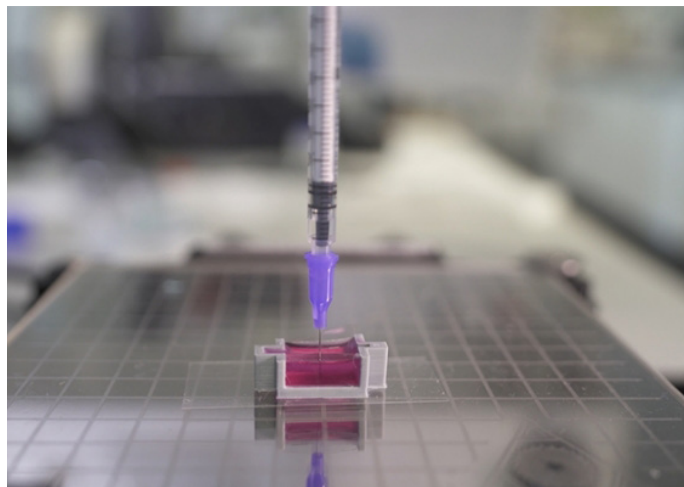
Najvažnije je da bi metoda mogla omogućiti rekonstrukciju kostiju i hrskavice, istiskivanjem tinte na bazi keramike izravno u zahvaćeno područje, što je podvig koji do sada nije postignut drugim tehnologijama. "To je jedinstvena tehnologija koja može stvoriti strukture koje savršeno oponašaju koštano tkivo", rekao je Dr. Iman Roohani. "Mogao bi se koristiti u kliničkoj primjeni tamo gdje postoji velika potražnja za *in-situ* popravkom oštećenja kostiju, poput onih uzrokovanih traumom, rakom ili na mjestima gdje se reseca velik dio tkiva."



Slika 1 – Razvijena je nova tehnika rekonstrukcije kostiju

Nova tehnika koristi 3D pisac za postavljanje nove tinte na bazi keramike sastavljene od kalcijeva fosfata kako bi se stvorile kosti slične strukturama koje se stvrdnu u nekoliko minuta kada se stave u vodu. Naime, tinta iskorištava mehanizam stvrdnjavanja putem lokalne nanokristalizacije svojih komponenata u vodenom okruženju, pretvarajući anorgansku tintu u mehanički spojene nanokristale koštanog apatita. Tinta je formulirana na takav način da je pretvorba brza, netoksična u biološkom okruženju, a započinje samo kada je tinta izložena tjelesnim tekućinama. Kada se ova tinta kombinira s tvarima kolagena koje sadrže žive stanice, omogućena je izrada kostiju sličnih tkiva. Proces se može odvijati na sobnoj temperaturi, što ga čini jedinstvenim od ostalih 3D ispisa kostiju. Uz to, činjenica da žive stanice mogu biti dio 3D tiskane strukture, a ne materijal koji se prvi put izrađuje u laboratoriju pomoću peći s visokom temperaturom i jakim kemikalijama prije

nego što im se dodaju žive stanice, čini novu metodu još posebnijom. "Možemo ući izravno u kost gdje se nalaze stanice, krvne žile i masnoća i ispisati strukturu nalik kosti koja već sadrži žive stanice. Trenutno ne postoji niti jedna druga metoda ni tehnologija koja može to izravno učiniti." – navodi Roohani.



Slika 2 – Znanstvenici su razradili postupak izrade struktura nalik kostima pomoću 3D pisaca i želatinozne "kupke" koja sadrži žive stanice

MOF-ovi specifično vežu određene ione ili nekoliko vrsta iona čime ostvaruju primjenu u kontroli kvalitete voda gdje je cilj postići koncentracije iona u vodi unutar propisanih granica. Drugim riječima, sinteza MOF-ova je krojenje organskih mreža po mjerama analita. Na taj se način koriste kao efikasna platforma za detekciju toksičnih aniona poput cijanida, fosfata, kromata i permanganta koji se otpuštaju u industrijskim postrojenjima i negativno utječu na ljudsko zdravlje. Znanstvenici predvođeni Yangom su početkom ove godine prezentirali sustav, Zr-MOF, s visokim afinitetom uklanjanja fosfata na temelju fotoluminiscencijske metode (Slika 4).<sup>3</sup> Kao luminiscencijski ligand korišten je 2-amino-1,4-benzen dikarboksilat (BDC-NH<sub>2</sub>), pri čemu se vezanjem fosfatne skupine za klaster postiže luminiscencijski efekt te olakšava detektiranje fosfatnih iona s granicom detekcije od 1,25 μM.

Prema riječima znanstvenika, brojni kirurzi i proizvođači medicinske opreme već su pokazali interes za metodu, za koju se vjeruje da bi mogla otvoriti potpuno novi način liječenja i popravljavanja koštanog tkiva. Roohani navodi kako bi se ova tehnika mogla primjenjivati i u stomatologiji za rekonstrukciju zuba. "Zamišljam dan u kojem pacijenti koji trebaju koštani graft ulaze u kliniku gdje se snimi atomska građa njihovih kosti, prevodi se na 3D pisac i izravno ispisuje u šupljinu s vlastitim stanicama." Sljedeći korak za znanstvenike je provođenje *in vivo* testova na životinjskim modelima kako bi promatrali nastavljaju li rasti žive stanice u imitirajućim strukturama kostiju nakon implantacije u koštano tkivo.

## Literatura

1. <https://3dprintingindustry.com/news/unsw-scientists-3d-print-bone-like-structures-containing-living-cells-183243/> (pristup 31. siječnja 2021.)



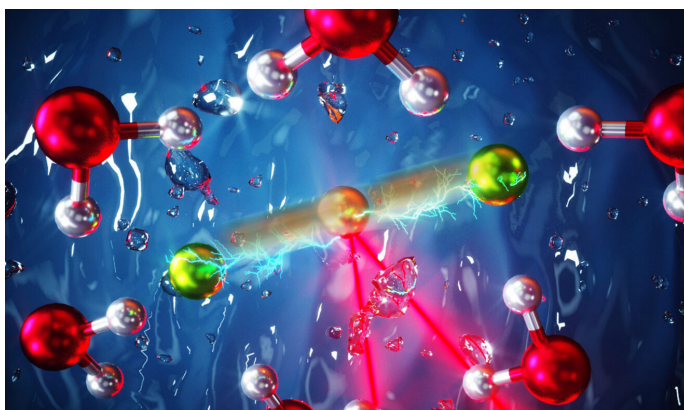


# Novi hibrid kovalentne i vodikove veze

Lea Raos (FKIT)

Kemijska veza se definira kao sila koja drži zajedno dva ili više atoma u pojedinoj tvari. Sve privlačne sile koje dovode do stvaranja kemijske veze su elektrostatske prirode. Postoje intermolekulske i intramolekulske sile. Intramolekulske sile, to jest unutarmolekulske sile su one koje omogućuju održavanje atoma stvarajući molekule. Postoje tri vrste intramolekulskih sila i to su: ionska, kovalentna i metalna veza. Intermolekulske sile, odnosno međumolekulske sile su one koje nastaju između molekula. Postojanje molekulskih kristala dokaz je sila koje mogu držati molekule u uređenom sustavu kao što je kristalno ili tekuće stanje, odnosno intermolekulske sile su te koje određuju agregacijsko stanje, talište, vrelište, topljivost, viskoznost, površinsku napetost, tlak pare i sl. Razlikuju se disperzijske sile i interakcije dipol-dipol.

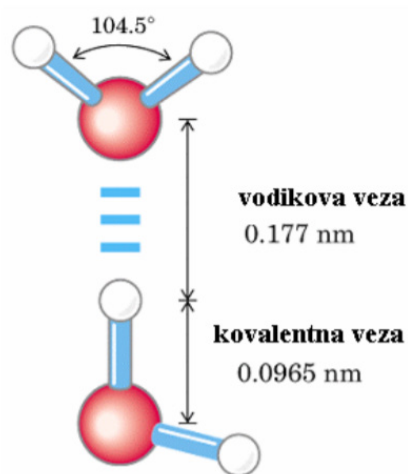
Kovalentna veza je način povezivanja atoma u molekuli do kojeg dolazi radi težnje atoma, da međusobnim povezivanjem, postignu stabilniju elektronsku konfiguraciju, odnosno konfiguraciju atoma plemenitog plina. Svaki atom daje svoj elektron i tvore zajednički elektronski par. Zajednički elektronski parovi, koji pripadaju objema jezgrama, povezuju atome odnosno čine kovalentnu vezu. Atomi postižu elektronsku konfiguraciju plemenitog plina to jest oktet, iznimka su atomi vodika gdje nastaje dublet.



**Slika 1** – Atomi fluora istiskuju atom vodika između sebe, crvene linije prikazuju infracrvenu svjetlost korištenu za proučavanje nastale kemijske veze koja djeluje poput hibrida između vodikove i kovalentne veze

Vodikova veza nastaje između molekula u kojima je vodikov atom povezan s atomom velike elektronegativnosti (F, O, N). Takva veza jača je od van der Waalsove veze, no slabija od ionske i kovalentne veze. Molekule se zbog vodikove veze asociraju ili polimeriziraju, odnosno vežu u veće molekulske vrste. Neke od posljedica djelovanja vodikovih veza su

abnormalno visoke vrijednosti tališta, vrelišta te relativne permitivnosti ili dielektrične konstante (veća od 40). Nova istraživanja otkrila su neobičnu raznolikost ovih dviju veza, odnosno vrstu veze koja djeluje poput njihova hibrida. Takva saznanja dovode do pitanja kako uopće definirati kemijsku vezu. Tim znanstvenika izvješćuje da je neobično jaka raznolikost vodikovih veza zapravo hibrid koji uključuje zajedničke elektrone, što dovodi do zamagljenja razlike između vodikove i kovalentne veze. Hibridnu vezu okarakterizirali su promatrajući skupine atoma bifluoridnog iona koji se sastoji od jednog atoma vodika smještenog između para atoma fluora u vodi. Atom vodika vezan je za jedan atom fluora kovalentnom vezom, a za drugi atom fluora vodikovom vezom. Koristili su infracrvenu svjetlost za vibraciju bifluoridnih iona te su mjerili odaziv atoma vodika, čime su ustanovili niz energijskih razina na kojima vodikovi atomi vibriraju.



**Slika 2** – Shematski prikaz vodikove i kovalentne veze

U vodikovoj vezi, uobičajeno je da se, razmak niza energijskih razina smanjuje penjanjem atoma vodika po energijskoj ljestvici. No, u ovom istraživanju rezultat je bio suprotan očekivanom, odnosno razmak se povećavao. To ponašanje vodikova atoma ukazalo je na jednaku podijeljenost atoma vodika između dva atoma fluora, a ne na ranije spomenut slučaj gdje je jedan atom fluora vezan kovalentnom vezom za vodik, a drugi atom fluora vodikovom vezom. Navedena saznanja navela su tim znanstvenika na zaključak gdje se razlika između kovalentne i vodikove veze briše i gubi smisao.

Matematički izračuni pokazuju da ovakvo ponašanje ovisi o udaljenosti između dva atoma fluora. Ti atomi međusobno se približavaju jedan drugome istiskujući vodik između sebe. Vodikova veza se pojačava sve dok sva tri atoma ne počnu dijeliti elektrone između sebe, kao u kovalentnoj vezi, tvoreći jednu kariku koju znanstvenici nazivaju kemijskom vezom posredovanu vodikom.

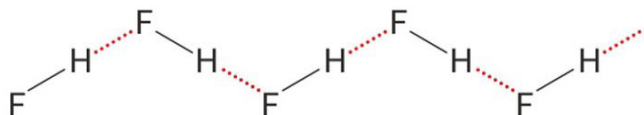
Znanstvenici zaključuju kako se kemijska veza posredovana vodikom ne može opisati niti kao čista vodikova veza niti kao čista kovalentna veza, već kao neki hibrid te dvije vrste veza.



Jake vodikove veze imaju ulogu u transportu vodikovih iona u ključnim procesima za razne biološke mehanizme, ali i za tehnologiju poput gorivih ćelija. Bolje razumijevanje ovih veza moglo bi dovesti do raznih poboljšanja u navedenim procesima.

Novootkriveno razumijevanje kemijske veze dovodi do promišljanja što se kvalificira kao molekula. Atomi povezani kovalentnom vezom smatraju se dijelom jedne molekule, dok se oni povezani vodikovom vezom mogu odrediti kao zasebni entiteti.

fluorovodik



Slika 3 – Prikaz vodikove veze između molekula fluorovodika

#### Literatura

1. <https://www.sciencenews.org/article/new-weird-hybrid-chemical-bond-hydrogen-covalent> (pristup 7. siječnja 2021.)
2. Popović Z., Kovačević Lj. (2012) Kemija 1, Zagreb
3. Filipović I., Lipanović S. (1995). Opća i anorganska kemija, Zagreb

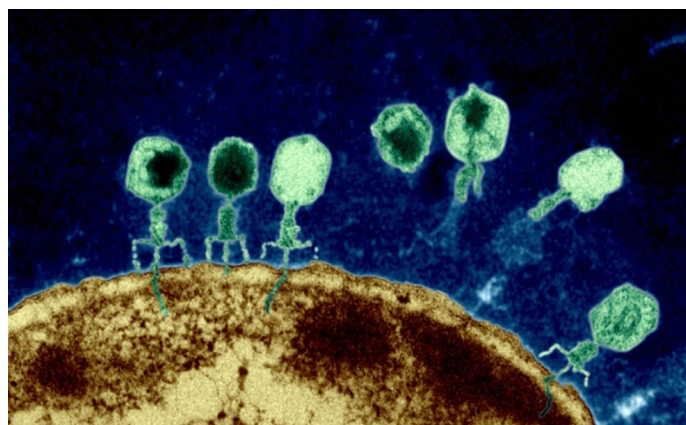
## I Terapija fagima

Lucija Vrtođušić  
(Technical University of Denmark)

Bakteriofagi, ili kraće, fagi, su virusi koji napadaju isključivo bakterije i bezazleni su za ljude. Sačinjeni su od DNA ili RNA uklopljene u proteinski omotač, izuzetno su česti i nalaze se u svakom kutku svijeta, te među bakteriofagima postoji velika raznovrsnost. Sposobnost eliminacije bakterija, rezistentnih na antibiotike ili ne, čini ove viruse područjem rastućeg interesa akademske zajednice u svjetlu sve većeg rasta broja patogenih bakterija otpornih na antibiotike.

Konstantni i ubrzani porast antimikrobne rezistencije nije iznenađujući s obzirom na stopu korištenja antibiotika koja je stvorila selekcijski pritisak, okruženje koje potiče bakterije da stvaraju i među sobom šire različite metode nulifikacije antibiotika. Predvidivost ovog problema ne umanjuje njegovu ozbiljnost. Zbog brojnih smrtnih slučajeva i značajnih financijskih gubitaka, UN je 2016. godine proglasio antimikrobnu rezistenciju „najvećim i najžurnijim globalnim rizikom“ s kojim se čovječanstvo suočava.

Terapija fagima je korištenje ovih virusa i njihovih litičkih proteina kao alternativu ili dodatak antibiotičkim tretmanima. Puno desetljeće prije otkrića penicilina razvijala se terapija fagima kao potencijalno rješenje za bakterijske infekcije, no bila je napuštena zbog logističkih problema, nedovoljno razvijene tehnologije koja bi objasnila mehanizme specifičnosti faga i njihovog djelovanja, te uzroke dijametralno suprotnih rezultata istraživanja. Nekonzistentnost uspješnosti tretmana i skora pojava antibiotika u široj uporabi bacila je fage u drugi plan – do sad.



Slika 1 – Fagi ubacuju svoj genetički materijal u stanicu *E. coli*

Fagi za terapijsku primjenu su virulentni, odnosno provode litički ciklus koji uništava bakterijsku stanicu. U litičkom ciklusu fag se veže na membranu bakterije mehanizmom koji određuje specifičnost faga – mogu biti specifični za jednu ili više vrsta bakterija, ili za samo određene sojeve pojedinih vrsta. Nakon vezanja na bakteriju, fag ubrizgava svoj genetski materijal u stanicu, komandira bakterijske enzime i replicira svoj genetski materijal, te stvara proteine koji će tvoriti kapsidu novih virusnih čestica. Sastavljanje viriona konačni je korak prije lize bakterijske stanice, pri čemu se oslobađaju novonastali fagi i ciklus počinje ponovo.

Za uspješnu terapiju fagima potrebno je izolirati fage koji su učinkoviti protiv patogena u pitanju, umnožiti ih i administrirati na način koji omogućuje izravni kontakt faga i bakterija. Fagi će se razmnožavati i napadati stanice patogena sve dok se infekcija ne suzbije i njihov domaćin ne eliminira, nakon čega će se fagi razgraditi budući da ne mogu preživjeti bez domaćina. Taj pristup omogućuje tretiranje slučajeva bakterijske infekcije koji se smatraju kritičnim zbog otpornosti na antibiotike.



Specifičnost faga za isključivo uzročnike bolesti ima dodatnu prednost nad antibioticima: očuvanje prirodne mikrobiote, koja ima bitnu ulogu u ljudskom zdravlju.

Predložena su dva pristupa terapije fagima: *prêt-à-porter* i *sur-mesure*. *Prêt-à-porter* pristup je proizvodnja fiksnih koktela faga: nekoliko različitih faga koji djeluju na veći broj sojeva određenog patogena, čime je povećana vjerojatnost da će tretman koktelom biti učinkovit, te je komercijalizacija i standardizacija proizvodnje znatno olakšana. S druge strane, *sur-mesure* pristup je personaliziraniji i specijaliziraniji, administrira se manji broj različitih faga od kojih svi djeluju na patogene.

U Europskoj uniji fagi se smatraju medicinskim proizvodom. Europska medicinska agencija (EMA), medicinske proizvode definira kao „tvari ili kombinaciju tvari koje su namijenjene liječenju, prevenciji ili dijagnozi bolesti, ili obnavljanju, ispravljanu i modificiranju fiziološke funkcije izvršavanjem farmakološkog, imunološkog ili metaboličkog djelovanja“. Terapija fagima trenutno nije standardizirana, ali se danas primjenjuje u rijetkim, ozbiljnim slučajevima. Zbog manjka sigurnosnih protokola, svakom pacijentu se pristupa pojedinačno i prati se posebna procedura. U takvim slučajevima, nakon što odbor stručnjaka zaključi da je terapija fagima nužna, infektolog uzima uzorak iz kojeg se izolira soj patogena. Bakterijski izolati prosljeđuju se laboratorijama koji imaju dostupne knjižnice faga te se izvodi fagogram, test kojim se određuje aktivnost faga prema određenom soju. Ukoliko se pronađu učinkoviti fagi, oni se kultiviraju i administriraju pacijentu.

Uz novo moguće rješenje za bakterijske infekcije, dolaze i novi problemi, od kojih se dva nameću kao glavna. Prvi problem je nemogućnost predviđanja svih negativnih posljedica široke uporabe faga, ali pojava rezistencije na fage među bakterijama poput one na antibiotike je jedna od vjerojatnih. Nadalje, drugi problem je trenutna cijena terapije fagima – preskupa je da bi postala standardni postupak u širokoj primjeni.

Broj dokumentiranih uspješnih slučajeva terapije fagima raste te se čini da je ovo obećavajuća alternativa liječenja bakterijskih infekcija. Mogućnosti primjene faga su široke i u ovom članku spomenuta je isključivo terapija fagima, no nužno je spomenut mogućnost kontrole širenja rezistencije na antibiotike fagima čiji mehanizam specifičnosti prepoznaje bakterijske plazmide, korištenje faga u svrhu biokontrole u farmakološkoj i prehrambenoj industriji, te u veterini i zaštiti okoliša.

### Literatura

1. <https://www.genengnews.com/topics/drug-discovery/resistant-superbugs-meet-natural-foe-in-phage-therapy/> (pristup 10. veljače 2021.)
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5547374/> (pristup 14. veljače 2021.)
3. <https://www.nature.com/articles/s41599-020-0478-4> (pristup 14. veljače 2021.)





# BOJE INŽENJERSTVA

## I Što s baterijama?

*Dubravka Tavra (FKIT)*

Posljednjih desetljeća mnoštvo je inovacija izašlo na tržište i nemoguće ih je sve popratiti. Gotovo sve imaju jedno zajedničko obilježje – „ekološku prihvatljivost“. Zašto pod navodnicima? Zato što se na kraju ispostavi da velik broj tzv. eko proizvoda u konačnoj bilanci i nije tako čisto i zeleno kao što se na prvu predstavlja.

O litij-ionskim baterijama već smo pisali, aktualne su jer se nalaze u uređajima koje svakodnevno koristimo – od električnih automobila do mobitela. Električna vozila predstavljaju se, uz još par drugih inovacija, kao ekološki prihvatljivija alternativa vozilima s motorom na unutarnje izgaranje.

Uspješnim recikliranjem, ili još bolje, ponovnom upotrebom materijala iz ovih baterija, riješio bi se veliki problem s kojim se trenutno suočavamo, a to je zbrinjavanje otpadnih baterija. Oduvijek se zna, ali tek odnedavno uzima u obzir, da će sve što koristimo kad-tad postati otpad i morati se zbrinuti. U 2017. godini prodaja električnih vozila premašila je milijun prodanih automobila.<sup>2</sup>



Slika 1 – Litij-ionske baterije<sup>1</sup>

Uzimajući u obzir prosječnu težinu baterije od 250 kg i volumen od pola kubičnog metra, otpad koji će nastati od tih vozila težit će oko 250 000 t i zauzimati pola milijuna kubičnih metara.<sup>2</sup> No, u ovom slučaju masa i volumen nastalog otpada nisu toliko ključni kao sastav istih. U baterijama se nalaze neki relativno rijetki elementi poput litija, kobalta, mangana itd.<sup>3</sup> Takvih rijetkih materijala, kao što sam naziv kaže, vrlo je malo na planeti

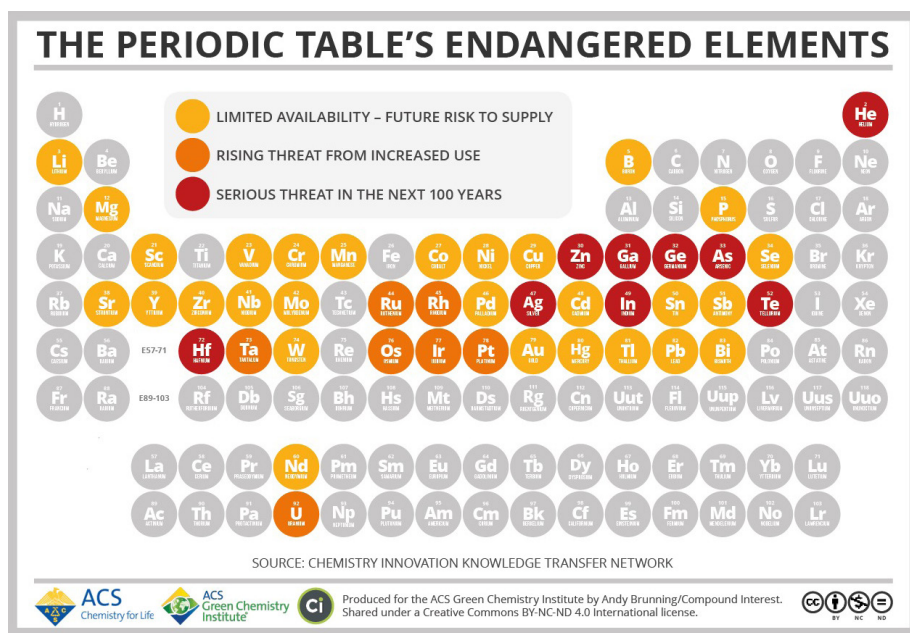


i nužno ih je ponovno upotrijebiti ili reciklirati. U suprotnom, litij – ionske baterije kao takve više se neće moći proizvoditi. Također, sama eksploatacija ruda iz kojih se dalje dobivaju ovi materijali vrlo je kontroverzna iz više razloga.

Smatra se da bi se u budućnosti električna vozila mogla pokazati vrijednim sekundarnim resursom rijetkih materijala, a posebna se pozornost pridaje baterijama s visokim sadržajem kobalta čije bi recikliranje sačuvalo zalihe kobalta na našoj planeti.<sup>5</sup> Uostalom, upravo ovo nabrojano jesu temelji kružne (cirkularne) ekonomije koju pokušavamo primjenjivati na svakom koraku i koja nam osigurava održivost. Prema 5R načelu, ponovna

upotreba (engl. *reuse*) poželjnija je od recikliranja (engl. *recycle*). To je zato što je za recikliranje potrebno ponovno uložiti energiju i dodatne resurse, dok za ponovnu upotrebu nije.

Iz spomenutih razloga, istražuje se kako bi se baterije mogle ponovno upotrijebiti. Za to je potrebno ocijeniti stanje baterije nakon što postane otpad. „Zdravstveno stanje“ je stupanj u kojem baterija udovoljava svojim početnim projektnim specifikacijama, pri čemu 100 % ukazuje na zdravstveno stanje koje je identično stanju nove baterije. ”Stanje napunjenosti” je stupanj do kojeg se baterija puni ili prazni, gdje 0 % znači da je prazno, a 100 % da je puno.<sup>6</sup>



**Slika 2** – Elementi ograničene dostupnosti (žuto), povećane prijetnje od prevelike upotrebe (narančasto) i ozbiljne mogućnosti da nestanu u sljedećih 100 godina (crveno)<sup>4</sup>

Ponovna upotreba zahtijeva preciznu procjenu zdravstvenog stanja i stanja napunjenosti kako bi se utvrdilo jesu li baterije prikladne za takav postupak. Postupci ocjenjivanja ispravnosti baterija, kao i odvajanja materijala i elemenata iz njih, trebaju se vršiti automatizirano uz pomoć robota. Rastavljanje vozila i ostalih proizvoda tim načinom eliminira rizik od nanošenja štete ljudima tj. radnicima, a istodobno smanjuje troškove.<sup>7,8</sup>

Na primjer, *Apple* je već uveo automatsku liniju za rastavljanje *iPhonea* koja može rukovati s 1,2 milijuna telefona godišnje. Linija se sastoji od 22 povezane stanice i *iPhone* može razdvojiti za 11 sekundi.<sup>9</sup>

No, ako ponovna upotreba nije moguća, recikliranje je i dalje znatno bolji izbor od bacanja i nagomilavanja. Kada se odredi da su litij – ionske baterije pogodne za recikliranje, one se moraju podvrgnuti procesima stabilizacije, otvaranja i razdvajanja.

Stabilizacija se postiže slanom vodom ili omskim pražnjenjem. U praksi se stabilizacija i otvaranje provode

istodobno jer se na taj način znatno smanjuju troškovi. Slijedi usitnjavanje ili drobljenje baterija u inertnom plinu kao što je dušik, ugljikov dioksid ili smjesa ugljikova dioksida i argona.<sup>10</sup> Zatim slijedi razdvajanje, koje ovisi o vrsti procesa.

Postoji više metoda recikliranja. Neke od njih su pirometalurško recikliranje pod visokim temperaturama i mehaničko odvajanje.

Revolucija električnih vozila, ali i ostalih proizvoda s litij – ionskim baterijama za sobom nosi posljedicu potencijalnih milijuna tona otpada. Široko je prihvaćeno mišljenje da zbog zaštite okoliša i sigurnosti moramo pravilno i maksimalno iskoristiti taj otpad, jer on nije ništa drugo negoli sekundarni izvor mnogih vrijednih elemenata. Potrebni su učinkovitiji procesi kako bi se poboljšala i okolišna i ekonomska održivost recikliranja, koja je trenutno u velikoj mjeri ovisna o sadržaju kobalta.

Poboljšanjem ovih procesa otvaraju se nova vrata svijetu električnih proizvoda, postiže se održivost i poštuje načelo o ekološkoj prihvatljivosti koja je trenutno iznimno bitna.

## Izvori

1. <https://www.bug.hr/znanost/nezapaljiva-litij-ionska-baterija-7602> (pristup 18.2.2021.)
2. International Energy Agency (IEA) Global EV Outlook 2018 (IEA, 2018).
3. Meshram, P., Pandey, B. D. & Mankhand, T. R. Extraction of lithium from primary and secondary sources by pre-treatment, leaching and separation: a comprehensive review. *Hydrometallurgy* 150, 192–208 (2014)
4. <https://www.compoundchem.com/2015/08/19/endangered-elements/> (pristup 19.2.2021.)
5. Reaugh, L. American Manganese: Virtual Reality International Conference (VRIC) Conversation with President and CEO Larry Reaugh – MoonShot Exec, <https://moonshotexec.com/american-manganese-vric-conversation-with-president-and-ceo-larry-reaugh/> (2018).
6. Lambert, S. M. et al. Rapid nondestructive-testing technique for in-line quality control of Li-ion batteries. *IEEE Trans. Ind. Electron.* 64, 4017–4026 (2017).
7. Wegener, K., Chen, W. H., Dietrich, F., Dröder, K. & Kara, S. Robot assisted disassembly for the recycling of electric vehicle batteries. *Proc. CIRP* 29, 716–721 (2015).
8. Markowski, J., Ay, P., Pempel, H. & Müller, M. in *Recycling und Rohstoffe* [https://www.vivis.de/wp-content/uploads/RuR5/2012\\_RuR\\_443\\_456\\_Markowski.pdf](https://www.vivis.de/wp-content/uploads/RuR5/2012_RuR_443_456_Markowski.pdf) (TK, 2012).
9. Rujanavech, C. et al. *Liam—An Innovation Story* (Apple, 2016).
10. Al-Thyabat, S., Nakamura, T., Shibata, E. & Iizuka, A. Adaptation of minerals processing operations for lithium-ion (LiBs) and nickel metal hydride (NiMH) batteries recycling: critical review. *Miner. Eng.* 45, 4–17 (2013).

## I Električni flasteri

Monika Petanjko (FKIT)

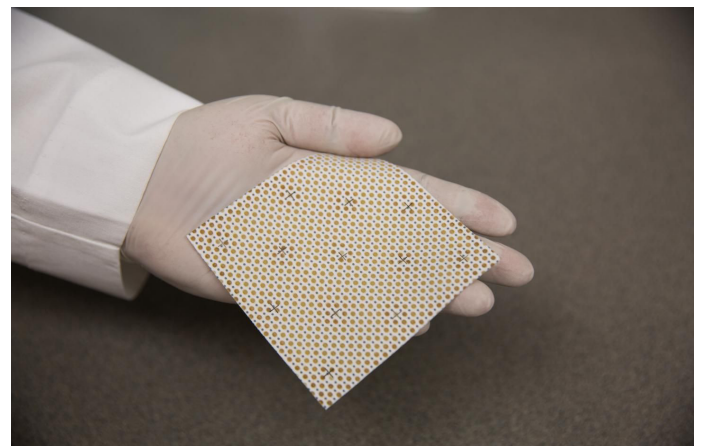
Zacjeljivanje rana na koži je jedan od glavnih zdravstvenih problema svugdje u svijetu. Iako su električne stimulacije već desetljećima poznate kao učinkoviti tretman za olakšavanje oporavka rana na koži, praktične primjene još su uvijek u velikoj mjeri ograničene, najviše zbog nespretnih električnih sustava.

Elektroceutika obuhvaća terapijsku uporabu električnih struja ili polja s ciljem izmjene narušenih bioloških funkcija. Električna terapija koristila se od početka 18. stoljeća i ponovno se istaknula nakon 1980-ih s velikim rasponom primjena: od zacjeljivanja rana i reguliranja boli do upravljanja srčanim zastojem i živčanih poremećaja.<sup>1</sup>

Istraživači su pokazali da električni zavoji koriste slaba električna polja u svrhu ometanja infekcije bakterijskim biofilmom. Također, pomažu u borbi protiv rastuće antimikrobne rezistencije i omogućuju zacjeljivanje inficiranih opekotina.

Pristup se temelji na činjenici da se bakterije oslanjaju na elektrostatske interakcije kako bi se priličile na površine, što je važan aspekt stvaranja biofilma. Biofilmovi igraju važnu ulogu u ekologiji zemlje i održivosti ljudskog života. Istodobno, biofilmovi igraju veliku ulogu u patogenezi nekih kroničnih ljudskih infekcija. Klinički, liječenje biofilma predstavlja veliki izazov jer bakterije zatvorene u takvim strukturama izbjegavaju imunološki odgovor domaćina i izrazito su tolerantne prema antibioticima. Ideja da slaba električna polja mogu imati anti-biofilmsko svojstvo prvi put je viđena 1992. godine, a 2014. slijedi istraživanje bežičnog elektro-farmaceutskog obloga (engl. *wireless electroceutical dressing – WED*) sa srebrom i cinkom tiskanim na poliesternoj tkanini koja je otisnuta polivinilkloridom.<sup>2</sup>

Smočeni zavoj generira slabo električno polje, a nije mu potrebno nikakvo vanjsko napajanje i može se koristiti kao bilo koji drugi zavoj za jednokratnu upotrebu. Tijekom novog istraživanja na životinjama, WED je 2



Slika 1 – Prikaz električnog flastera

sata primjenjivan na infekcijama rane kod svinja kako bi se testirala sposobnost sprečavanja stvaranja biofilma. Uz to, WED je primijenjen nakon sedam dana infekcije kako bi se proučilo narušavanje uspostavljenog biofilma. Rane su tretirane placebo oblogom ili WED-om dva puta tjedno tijekom 56 dana.

Skenirajuća elektronska mikroskopija pokazala je da je WED spriječio i poremetio agregate biofilma rane, ali i ubrzao funkcionalno zatvaranje rane obnavljajući funkciju kožne barijere. Pri radu nisu potrebne baterije ili žice jer se iskorištava snaga spontanih elektrokemijskih reakcija.<sup>3</sup>

Vežanost, pokretljivost i suagregacija neke su od karakteristika bakterijskih biofilma. Skeniranje elektronske mikroskopije pokazalo je da je WED značajno poremetio integritet biofilma u okruženju gdje je srebrni preljev bio neučinkovit. Također, debljina biofilma i broj živih bakterijskih stanica smanjeni su u prisutnosti WED-a.

## Izvori

1. <https://www.healthline.com/health-news/heres-a-way-to-build-a-better-bandaid#New-ways-to-treat-wounds> (pristup 10.2.2021.)
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4372374/> (pristup 13.2.2021.)
3. <https://www.nursingtimes.net/news/research-and-innovation/electric-bandages-can-help-in-fight-against-biofilms-06-11-2017/> (pristup 14.2.2021.)

# Solarni krovovi

Jelena Barač (FKIT)

Pripajanje SolarCityja Tesli 2016. godine donijelo je korisnicima solarne energije novu dvojbu – odabir između dobro poznatih solarnih panela ili inovativnih solarnih crijepova. Iako su Teslini solarni crijepovi prvotno predstavljeni 2005. godine, tek su nedavno postali dostupni javnosti za kućnu instalaciju.



Slika 1 – Teslin solarni krov<sup>1</sup>

Tesla i SolarCity razvili su solarni krovni sustav koji, za razliku od solarnih panela, integrira solarne ćelije i module unutar same strukture krova. Radi se o solarnim ćelijama visoke učinkovitosti prekrivenim folijom u boji koja im omogućava stapanje s krovom dok su izložene Suncu. Na samoj je površini iznimno tvrdo kaljeno staklo koje osigurava dugotrajnost. Način djelovanja je isti kao kod solarnih panela. Fotonaponski sustav generira sunčevu energiju koju pretvornik pretvara u korisnu energiju.

Bez sumnje je izgled novog proizvoda zapanjujuć. Elegantan, futuristički izgled predstavlja sve ono što bi mogla biti budućnost krovništva i solarne energije za stanovanje. Mješavina solarnog krova koji izgleda sjajno i može generirati ogromne količine energije privlačna je perspektiva za svakog vlasnika kuće, ali glavno je pitanje: ima li smisla za vaš dom u usporedbi s tradicionalnom instalacijom solarnih panela?

## Usporedba cijena Teslina solarnog krova i klasičnih solarnih panela

Američka kompanija Energy Sage u svojem je istraživanju usporedila Teslin solarni krov s klasičnim solarnim pločama na temelju troškova instalacije i solarne proizvodnje dobivene od postavljenog krova. Za primjer je uzeta kuća u Kaliforniji površine 3000 četvornih metara. Postavljanje Teslinog solarnog krova iznosilo bi 50 900 američkih dolara.<sup>2</sup> Ako vam se ovo čini visokim, to je zato što i jest visoka cijena! Razlog je taj što je Teslin solarni krov u osnovi novi krov i niz solarnih sustava, pa cijena to i odražava. Postavljanje klasičnih solarnih panela iznosilo bi približno 26 000 američkih dolara.

## Usporedba dobivene energije

S obzirom na to da je solarni krov otprilike dvostruko skuplji od solarnih panela, za očekivati je da će i generirati puno više energije. Međutim, za navedeni primjer kuće, solarni bi krov generirao samo oko 70 % energije koju bi generirali solarni paneli.<sup>2</sup> Solarni krov manje je učinkovit zbog kombinacije solarnih i nesolarnih pločica koje ga čine, i preklapanja crijepova.

Prema gore navedenom istraživanju, instaliranjem Teslinog solarnog krova platit ćete više za manje, a to financijski jednostavno nema smisla. Teslin solarni krov u ovom je trenutku uglavnom luksuzna opcija. Ipak, postoje situacije u kojima bi postavljanje solarnog krova moglo imati smisla.

Ako novac nije problem i zanimaju vas obnovljivi izvori energije, baš kao i Teslini automobili, njihov solarni krov ima smisla. Također ima smisla ako svakako trebate novi krov jer se tada troškovi postavljanja solarnog krova približe trošku novog krova sa solarnim panelima.



Slika 2 – Obnovljivi izvori energije<sup>3</sup>

Kao neke od prednosti postavljanja solarnog krova Tesla nudi 25-godišnju garanciju što je svakako atraktivno vlasnicima kuća. Nadalje, novi solarni sustav sličan je obnovi kuće u tome što se njegovim dodatkom povećava ukupna tržišna vrijednost kuće. Solarni energetska sustav je najbolja adaptacija za uređenje doma jer on jedini jamči povrat. Još jedan razlog više za postavljanje Teslina solarnog krova je već spomenuti moderni izgled. Solarne se ploče obično smatraju neprivačnima jer odskaču od tradicionalnog izgleda krova. Tesla je upravo ovaj problem želio riješiti pretvaranjem crijepa u solarne generatore električne energije. Osim toga, omogućuje kupcima da koriste cijelu površinu svoga krova.

Bez obzira odlučite li se prebaciti na proizvodnju električne energije pomoću solarnih panela ili solarnog krova, napraviti ćete ogroman korak prema poboljšanju kvalitete okoliša. Kada bi se više domova i tvrtki prebacilo na solarnu energiju, naša bi zajednica postala manje ovisna o izgaranju fosilnih goriva kao primarnom izvoru energije.

### Izvori

1. <https://electrek.co/guides/tesla-solar-roof/>
2. <https://medium.com/@formesolar/tesla-solar-roof-tiles-vs-solar-panels-acfa4a3399f2>
3. <https://news.energysage.com/tesla-solar-roof-price-vs-solar-panels/>
4. <https://solaractionalliance.org/tesla-solar-roof-vs-traditional-solar-panels/>





# SCINFLUENCER

## Uvod u (kućno) pivarstvo – 4. dio

Karlo Sklepić (FKIT)

Tema ovog broja je fermentacija. Od kraja 18. stoljeća niz znanstvenika (A. Lavoisier, J. Gay-Lussac, C. Cagniard-Latour, F. Kützing, T. Schwann, J. von Liebig, J. Berzelius, L. Pasteur...) se bavio proučavanjem fermentacije. Fermentacija je ključni korak u proizvodnji piva. Alkoholna fermentacija ili alkoholno vrenje, biokemijski je proces transformacije saharida u alkohol i ugljični dioksid pomoću kvasca i cijelog niza enzima. Za proizvodnju piva itekako su zanimljivi i sekundarni proizvodi alkoholne fermentacije kao što su: organske kiseline, aldehidi, viši alkoholi, esteri, diacetil, tvari koje sadrže sumpor i fenoli.<sup>1</sup>

Za proizvodnju piva, postoje dvije glavne vrste kvasca, a to su: *Saccharomyces cerevisiae* i *Saccharomyces pastorianus*. Glavna razlika između prethodno navedene dvije vrste je to što se *Saccharomyces cerevisiae* koristi za piva gornjeg vrenja, a *Saccharomyces pastorianus* za piva donjeg vrenja. Piva gornjeg vrenja se odnose na stilove koji fermentiraju u prosjeku na temperaturama između 18 i 25 °C, a piva donjeg vrenja na stilove koji fermentiraju u prosjeku



na temperaturama od 5 do 15 °C. Osim te dvije vrste postoji naravno još cijeli niz drugih vrsta kvasaca, bakterija i ostalih mikroorganizama koji mogu potaknuti ili sudjelovati u fermentaciji. Većinom su te ostale vrste povezane sa spontanom fermentacijom. Spontana fermentacija se odnosi na proces u kojem se sladovina ne inokulira sa specifičnim sojem kvasca, već s mješavinom različitih kvasaca i bakterija. Najpoznatije dvije vrste za piva spontanog vrenja su *Brettanomyces bruxellensis* i *Brettanomyces anomalus*.



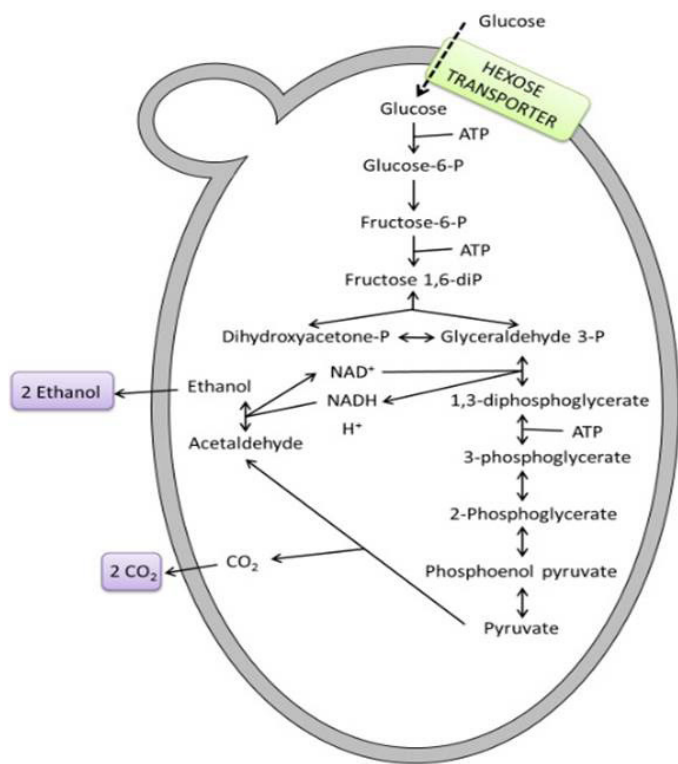
Slika 1 – Stanice kvasca pod pretražnim elektronskim mikroskopom

Ako pogledamo osnovnu formulu alkoholnog vrenja, koja glasi:  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 CH_3CH_2OH + CO_2$ , vidljivo je da nam je potreban izvor ugljika. Sladovina se sastoji uglavnom od pet različitih šećera, a to su: glukoza, maltoza, maltotrioza, fruktoza i saharoza. Od navedenih šećera, stanice kvasca preferiraju glukoza. Kada se stanica kvasca nađe u sladovini s navedenim šećerima, prvo će krenuti konzumirati glukoza. Nakon što se glukoza potroši kreće na fruktozu, pa na saharozu, maltozu i tek na kraju na maltotrioza. Zašto pivarski kvasac izabere prvo glukoza? *Saccharomyces cerevisiae* u kontaktu s glukozom radi represiju na ekspresiji gena koji su zaduženi za kodiranje enzima za metabolizam drugih šećera. Također, osim spomenutog izvora ugljika, za zdravu fermentaciju potrebno je još osigurati i izvor dušika, minerale i vitamine. Kao izvor dušika specijalno je bitno navesti slobodni amino dušik (engl. *free amino nitrogen, FAN*) koji se definira kao suma svih aminokiselina, amonijaka, te di- i tripeptida prisutnih u sladovini. Kvascu je potreban dušik kako bi mogao sintetizirati različite proteine, više alkohole, tiole i estere. Minerali kao što su:  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  i vitamini kao što je biotin, bitni su za specifične enzimске aktivnosti.<sup>2,3</sup>

praktički isti biokemijski put kao i glukoza, no razlika je što fruktoza ulazi u glikolizu tek u koraku gdje nastaje fruktoza-6-fosfat. Saharozu je disaharid koji se sastoji od molekule glukoze i molekule fruktoze. Dakle, prije nego uđe u stanicu kvasca, enzim invertaza lomi saharozu na glukoza i fruktoza koje su dalje transportirane u stanicu, te metabolizirane kako je već opisano. Maltoza je disaharid građen od dvije molekule glukoze. Za razliku od saharoze, maltoza je prvo uvedena u stanicu kvasca, a tek onda razgrađena na dvije jedinice maltoze pomoću enzima maltaza. Maltotrioza je trisaharid koji se sastoji od tri molekule glukoze, stoga ima isti put kao maltoza.<sup>4,5</sup>

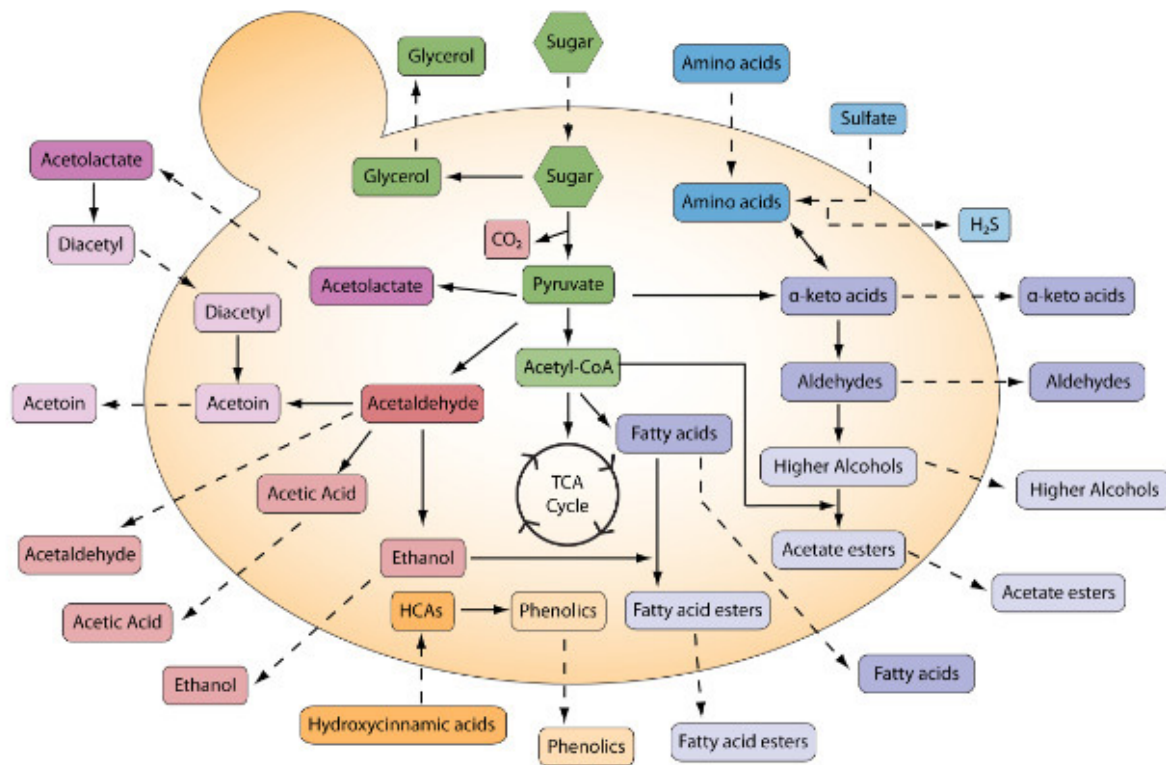
Mehanizam rasta kvasca obuhvaća tri faze. Prva faza je tzv. „lag faza“. Kada su stanice kvasca izložene novoj okolini ili promjenama u okolišu, mikroorganizmi se prestaju dijeliti i ulaze u lag fazu. Lag faza im omogućuje da se prilagode na nove uvjete. Navedena faza nastupa inokulacijom sladovine pomoću kvasca. Druga faza je faza ekspanzijskog rasta. U fazi ekspanzijskog rasta, stanice kvasca ekspanzijski rastu, od kud i ime. Uz rast, konzumiraju šećer i proizvode etanol,  $CO_2$  i druge specifične molekule. Treća i zadnja faza je stacionarna faza u kojoj se rast usporava. U stacionarnoj fazi stanice su i dalje metabolički aktivne, stoga su u mogućnosti se riješiti nepoželjnih okusa (engl. *off-flavors*). Također, dolazi do flokulacije i sedimentacije stanica kvasca. Ako uzmemo u obzir sladovinu, koja sadrži više različitih šećera, dodatkom kvasca dolazi do izmjene lag i ekspanzijske faze s obzirom na redoslijed kojim kvasac konzumira šećer.

Nakon što su objašnjene osnove metabolizma kvasca sad se prelazi na grupe spojeva koje su zadužene za okus piva, a također nastaju tijekom fermentacije. Veliku ulogu u metabolizmu kvasca ima Ehrlichova reakcija. Ehrlichova reakcija sastoji se od tri koraka u kojima se modificiraju aminokiseline (deaminacija, dekarboksilacija i redukcija). Organske kiseline nastaju Ehrlichovom reakcijom i metabolizmom ugljikohidrata, a povezane su uglavnom s kiselim okusom. Aldehidi mogu nastati Ehrlichovim putem i metabolizmom ugljikohidrata, ali i oksidacijom lipida i Steckerovom degradacijom aminokiselina. Najpoznatiji i najbitniji aldehyd je acetaldehyd koji je povezan s aromom mladog piva (zelena jabuka, travnato). Ostali aldehydi vrijedni spomena su: izobutilaldehyd (banana), izovaleraldehyd (jabuka) i nonenal (papir ili karton). Viši alkoholi također nastaju Ehrlichovom reakcijom iz odgovarajuće aminokiseline, pa tako je fenilalanin prekursor za feniletanol (cvjetno, ruža), triptofan za triptofol (badem), valin za butanol (alkoholno), a leucin za 3-metilbutanol (alkoholno). Esteri su najveća grupa tvari koje su sadružene za aromu piva. Esteri nastaju unutar kvasca reakcijom između acetyl-CoA i alkohola ili acil-CoA i alkohola. Neki od poznatijih estera u pivu su: izoamilacetat (banana, tropsko voće), izobutilacetat (voćno), etilkaprat (jabuka).<sup>6,7,8</sup>



Slika 2 – Metabolizam kvasca

S obzirom na to da stanice kvasca favoriziraju glukoza, krenut ćemo od nje. Nakon što se glukoza upije iz okoline u stanicu kvasca, fosforilira se u glukoza-6-fosfat, što je ujedno i prvi korak glikolize. Glikoliza ima ukupno deset koraka, a na kraju se dobije piruvat koji se konvertira u etanol i  $CO_2$ . Uz etanol i  $CO_2$ , nastaju i dvije molekule ATP-a po molekuli glukoze. Fruktoza ima



Slika 3 – Pregled nastanka aromatičnih spojeva

Tvari koje sadrže sumpor su također vrlo bitne za okus piva, iako su povezane s neželjenim okusima. Dolaze iz katabolizma ili anabolizma aminokiselina koje sadrže sumpor (metionin i cistein). Sumporovodik daje aromu po pokvarenim jajima, a DMS po kuhanom povrću. Što se tiče fenolnih komponenata, većina prekursora za fenole nalazi se u žitaricama i sladu. Bitne fenolne kiseline su: ferulna kiselina, kumarna kiselina i kofeinska kiselina. Sve tri navedene kiseline mogu biti enzimatski pretvorene u aromatske komponente kao što su npr. 2-metoksi-4-vinilfenol (klinčić, medicinski). Vicinalni diketonu sadrže dvije keto grupe. Diskutabilno najpoznatiji nepoželjan okus u pivu dolazi od vicinalnog diketona pod nazivom 2,3-butandion ili diacetil. Diacetil nastaje iz 2-acetolaktata koji nastaje u kvascu tijekom sinteze valina. 2-acetolaktat se zatim izlučuje iz stanice kvasca gdje se neenzimatskim putem prevodi u diacetil reakcijom oksidativne dekarboksilacije. Stanica kvasca može ponovno upiti diacetil te ga pretvoriti preko acetoina do 2,3-butandiola. Manipulacijom radnih uvjeta tijekom fermentacije kao što su temperatura i tlak, ali i koncentracija kisika te pojedinih minerala može se uvelike utjecati na formaciju navedenih grupa spojeva.<sup>6,7,8</sup>

Dva najbitnija svojstva kvasca za pivarstvo su flokulacija i atenuacija. Atenuacija je jednostavno odnosi na postotak uspješnosti pretvorbe fermentabilnog šećera u alkohol. Flokulacija je sakupljanje ili lijepljenje stanica kvasca jedne na drugu pri čemu nastaje grudica kvasca. Flokulacija je bitna je omogućuje pivarima sakupljanje kvasca nakon primarne fermentacije za sljedeće šarže. Nedovoljna flokulacija može dovesti do problema oko izolacije kvasca, a prejaka flokulacija dovodi do neadekvatnog iskorištavanja fermentabilnog šećera, odnosno do nepotpune atenuacije. Do flokulacije

dolazi uslijed privlačnih sila između dvije stanice kvasca, odnosno fizičkim vezanjem specifičnog receptora na jednog stanici kvasca s manoznim ostatkom na staničnoj stijenci druge stanice kvasca. Specifični receptori koji omogućuju flokulaciju nazivaju se još i FLO proteini. Faktori koji utječu na flokulaciju su: koncentracija etanola, dušika, ugljika, kalcija i manoze, temperatura i miješanje.<sup>9</sup>

Primarna fermentacija je obično gotova kroz deset dana, a kao produkt se dobije mlado pivo. Mlado pivo još uvijek sadrži kvasac i proteinsko-polifenolne komplekse koji se mogu djelomično maknuti centrifugom ili nekim drugim filtracijskim metodama. Nakon primarne fermentacije prelazi se na sekundarnu fermentaciju ili odležavanje.

### Literatura

1. Barnett, J. A. (2003). *Beginnings of microbiology and biochemistry: the contribution of yeast research. Microbiology, 149(3), 557–567.*
2. Walker, G., & Stewart, G. (2016). *Saccharomyces cerevisiae in the Production of Fermented Beverages. Beverages, 2(4), 30.*
3. Perli, T., Wronska, A. K., Ortiz Merino, R. A., Pronk, J. T., & Daran, J. (2020). *VITAMIN REQUIREMENTS AND BIOSYNTHESIS IN SACCHAROMYCES CEREVISIAE.*
4. Technology: Brewing and malting – Wolfgang Kunze
5. Brewing Science and Practice - Dennis E. Briggs, Chris A. Boulton, Peter A. Brookes, Roger Stevens
7. Dzialo, M. C., Park, R., Steensels, J., Lievens, B., & Verstrepen, K. J. (2017). *Physiology, ecology and industrial applications of aroma formation in yeast. FEMS Microbiology Reviews, 41(Supp\_1), S95–S128.*
8. Olaniran, A. O., Hiralal, L., Mokoena, M. P., & Pillay, B. (2017). *Flavour-active volatile compounds in beer: production, regulation and control. Journal of the Institute of Brewing, 123(1), 13–23.*
9. Stewart, G. G. (2003). *BEERS | Biochemistry of Fermentation. Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition, 434–440.*



# I Oblici snježnih pahulja

Jurja Vukovinski (FKIT)

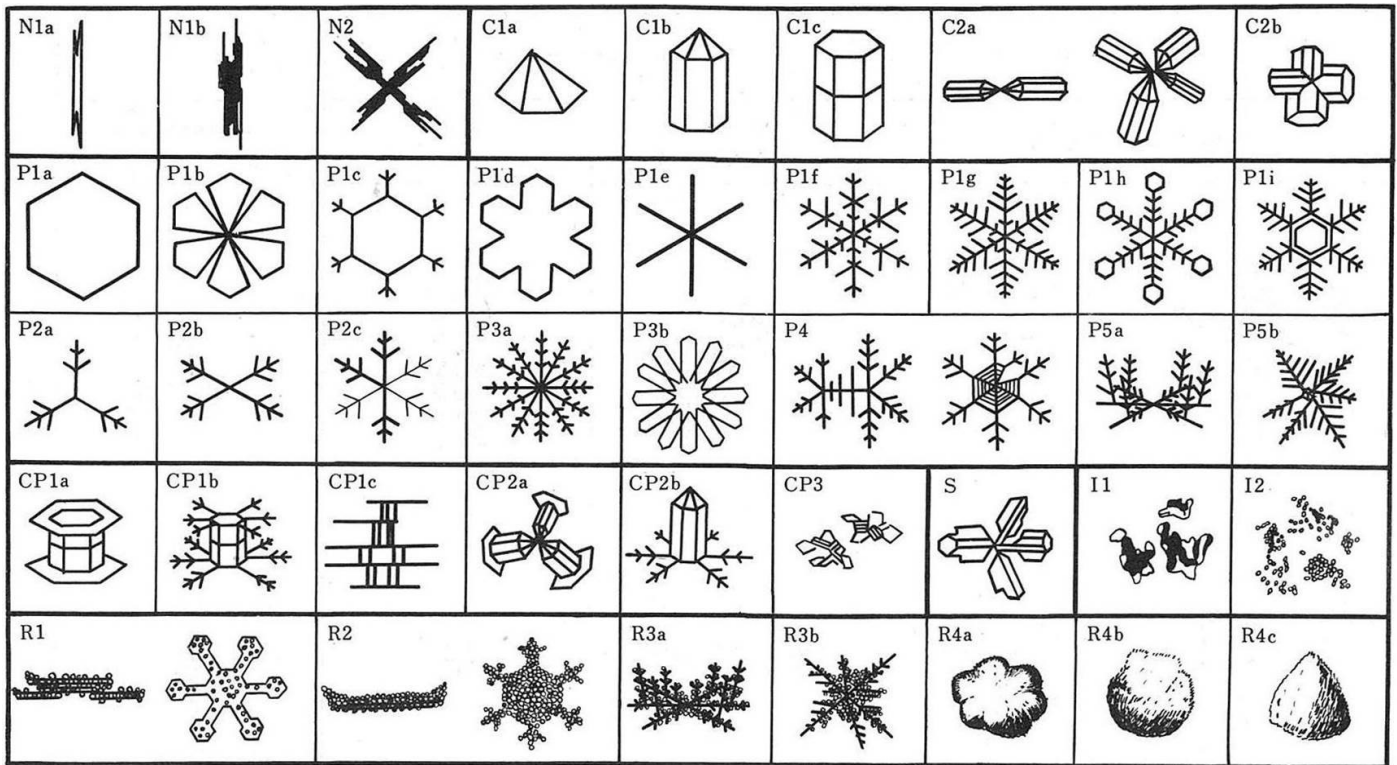
Kristali snježnih pahuljica najpoznatiji su prirodni kristali u hladnijim područjima na Zemlji. Povijest proučavanja snježnih kristala počinje s Johannesom Keplerom i njegovom raspravom o tome zašto su kristali snježnih pahuljica heksagonskog oblika. Budući da ne postoje dva identična kristala snježnih pahuljica, slijedi da mora postajati mnogo čimbenika koji utječu na oblik koji će poprimiti tijekom rasta. Neki od najvažnijih čimbenika su temperatura, koja utječe na osnovni oblik kristala, i vlažnost zraka koja, između ostalog utječe na razgranatost kristala. Iako se smatra da su svi kristali snježnih pahuljica heksagonskog oblika, relativno su česti i trokutni oblici.

Fazni prijelazi iz tekućeg u čvrsto stanje predstavljaju kristale leda, dok fazni prijelazi iz plinovitog u čvrsto stanje dovode do stvaranja simetričnih kristala snježnih pahuljica. Poznato je da se jezgra kristala sastoji od jednog kristala takozvanog heksagonskog leda Ih, prva proučavana od 17 poznatih faza leda. Čipkasta struktura kristala pahuljice gradi se iz takve monokristalne jezgre tako što se dodatne molekule vode kondenziraju na površini. Rast monokristalnog leda također proizlazi iz sličnih sljedova kondenzacije, ali na potpuno drugačiji način od snježnih pahuljica. Rast kristala snježnih pahuljica počinje na površini na kojoj se vodena para može kondenzirati. Površina može biti čestica bilo kakve tvari, na primjer pelud, prašina... Još uvijek nije sasvim poznato kako se početna pahuljica oformi, ali ako su uvjeti povoljni, prvo će nastati kristal heksagonskog leda koji dalje raste poprimajući razne oblike. Uočeno je kako postoje dva tipa promjena u oblicima pahuljica. Prvi pokazuje dva osnovna oblika kristala koji se izmjenjuju s padom temperature: na  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  kristali iz pločastog prelaze u prizmatski oblik, na  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  ponovno u pločasti oblik te na  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$  opet u prizmatski oblik. Ta promjena ovisna o temperaturi zove se još i promjena oblika (stanja). Drugi tip promjena je promjena u uzorku od jednostavnoga heksagonskoga oblika do kompliciranijih oblika s porastom superzasićenja, kao što je promjena iz heksagonskog pločastog oblika u heksagonski dendritni oblik u temperaturnim rasponima od  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  i od  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$  ili iz heksagonskog prizmatskog do igličastog oblika kristala u raznim temperaturnim rasponima. Te su promjene vezane uz nestabilnost na dodirnoj površini, koja se javlja tijekom rasta kristala. Iz toga možemo zaključiti da se oblici kristala mogu podijeliti u četiri kategorije ocrtavajući karakteristike njihovog rasta: pločasti, prizmatski (oblik stupa), dendritski i igličasti. U prirodi, kristali snježnih pahuljica mogu tvoriti i intermedijarne oblike između različitih oblika.



Slika 1 – Dendritni oblik heksagonskog kristala snježne pahuljice

Raznim eksperimentima na umjetno uzgojenim kristalima otkriveno je da u uvjetima visoke vlage preferentno nastaju jako razgranate strukture. Rast je tako brz da same grane nisu savršene, zbog čega su one odmaknute jedna od druge, što rezultira uzorkom dendrita. Postojanje 12-stranih snježnih pahuljica objašnjava se tako da se, u povoljnim uvjetima temperature i vlažnosti, kristal nadograđuje molekulama vode na dvije strane istovremeno, a ne samo na jednoj. Promjena oblika kristala povezana je, isto tako s površinom i temperaturom. Kristali snježnih pahuljica rastu iz vodene pare u atmosferi, i za to su važni procesi difuzije vodene pare na rastućoj površini, proces difuzije topline oslobođene s površine te kinetički procesi na površini. Prirodni kristali tijekom pada iz atmosfere dostignu brzinu od  $30$  do  $100\text{ cm s}^{-1}$ , ovisno o obliku i veličini. Prilikom pada iz atmosfere, kristali snježnih pahuljica rastu zbog prolaska kroz okolinu koja sadrži vodenu paru, zrak i pothlađene kapljice vode. Budući da bridovi strše više od ravnih dijelova kristala zbog bržeg rasta, njihovo lokalno superzasićenje je veće. Zbog toga je molekulama vode lakše doći do bridova nego do sredine ploha. Ta činjenica potiče rast brida u duljinu, a takvih izdanaka ima šest, jer su uvjeti rasta približno jednaki za sve izdanke na malim dimenzijama kristala. Tijekom njegovog rasta, bočne strane svakog od šest izdanaka sad dolaze u uvjete nestabilnosti i stvaraju svoje vlastite izdanke, također održavajući heksagonsku strukturu. Grananje je efekt spore difuzije molekula vode u zraku i jako ovisi o tlaku zraka. Pri niskom tlaku, efekti difuzije slabo utječu na rast pa je nestabilnost grananja slaba i oblik je blizak prizmi. Što je veći tlak zraka, to je grananje jače izraženo.



Slika 2 – Tipovi kristala snježnih pahuljica

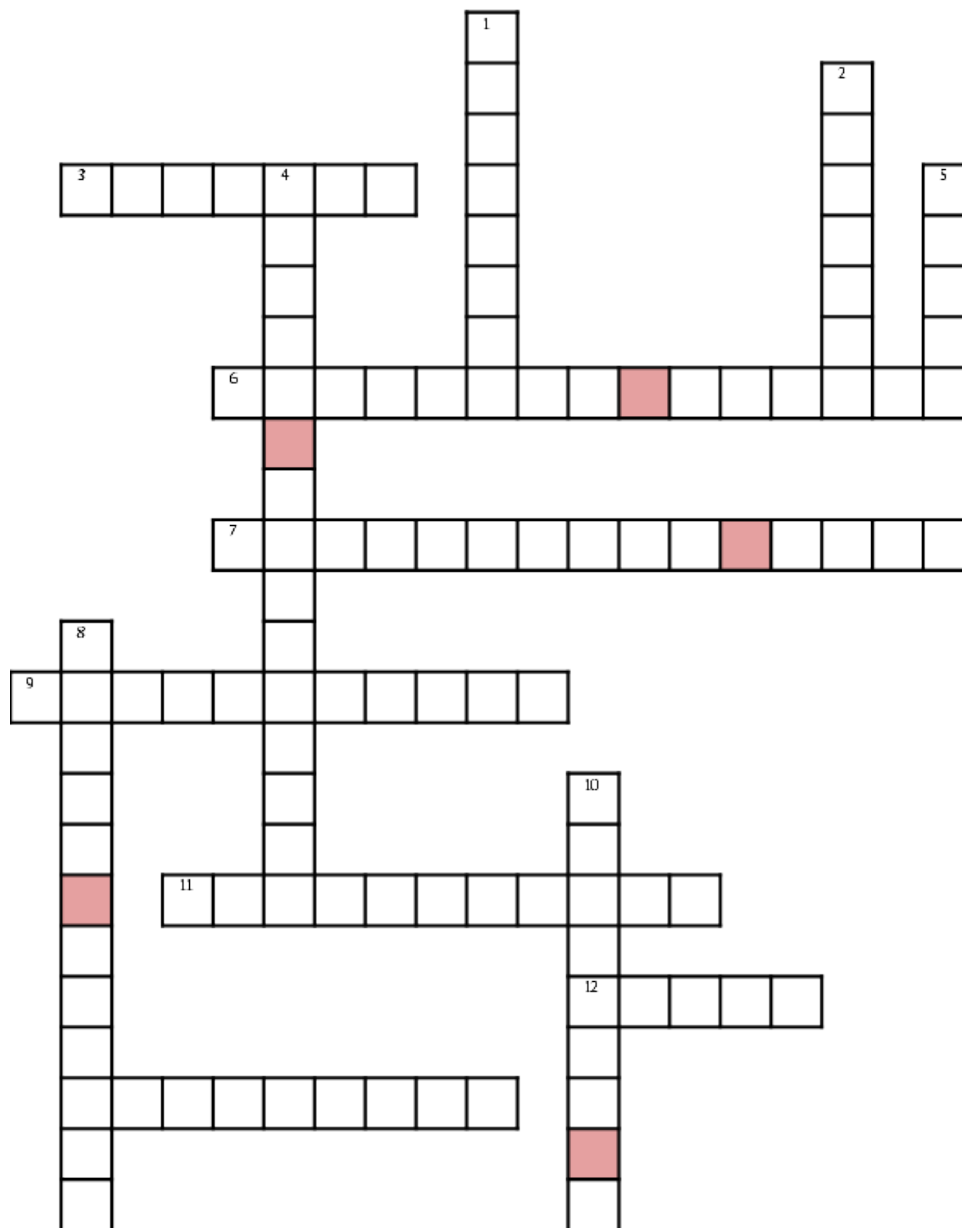
Kristali snježnih pahuljica nisu predmet proučavanja samo kemičara, veći fizičara i meteorologa. Meteorolozi su oni važni, jer samim svojim izgledom daju informacije o uvjetima u atmosferi u kojima su nastali. Važnost shvaćanja njihova mehanizma rasta za kemičare i fizičare je primjenjivost tog modela na kristale, a i materijale općenito.

#### Literatura

1. <http://www.its.caltech.edu/~atomic/snowcrystals/class/class-old.htm> (pristup 18.02.2021.)
2. C D Westbrook, R C Ball, P R Field, A J Heymsfield, (2004), Theory of growth by differential sedimentation, with application to snowflake formation (doi: 10.1103/PhysRevE.70.02140)

# Nagradni zadatak

Za osvajanje nagrade potrebno je točno riješiti križaljku.  
Svoje odgovore pošaljite na e-mail adresu: [hrvojetasner@gmail.com](mailto:hrvojetasner@gmail.com)




## Vodoravno

3. Koloidno raspršene čvrste ili tekuće čestice u plinu, primjeri su magla ili dim.
6. Tip galvanskog članka koji se sastoji od bakrene i cinkove elektrode, a kao elektrolit služe otopine bakrova(II) sulfata i cinkova sulfata odijeljene polupropusnom membranom.
7. Kemijska veza koja nastaje stvaranjem zajedničkih elektronskih parova.
9. Uređaj za određivanje količine topline koja se oslobađa ili troši tijekom neke kemijske reakcije.
11. Tvar koja ubrzava kemijsku reakciju i nakon reakcije ostaje nepromijenjena.
12. Glavni sastojak prirodnog plina.
13. Tvar koja u otopini daje vidljivu promjenu u prisutnosti određene kemijske vrste.

## Okomito

1. Zeleni pigment u stanicama biljaka, ključni element u procesu fotosinteze.
2. Zapaljivo ugljikovodično ulje koje se koristi kao zrakoplove.
4. Pojava vođenja električne struje bez otpora.
5. Najrasprostranjeniji element u svemiru.
8. Udaljenost između dva susjedna vrha elektromagnetskog vala.
10. Trivijalno ime za askorbinsku kiselinu.





# EUROPEAN BEST ENGINEERING COMPETITION

## DESIGN THE FUTURE. TODAY.

### PRIJAVE DO 28.2.



[www.best.hr/ebec/](http://www.best.hr/ebec/)



[www.facebook.com/ebeczagreb/](http://www.facebook.com/ebeczagreb/)



[www.instagram.com/best\\_zagreb/](http://www.instagram.com/best_zagreb/)



[www.linkedin.com/company/bestzagreb/](http://www.linkedin.com/company/bestzagreb/)



**FLIXBUS**



**OptimoRoute**



**ATRON**



**CROATIA OSIGURANJE**



SADRŽAJ  
vol. 5, br. 4

KEMIJSKA POSLA

Reciklirajuća plastika .....	1
Što su i kako nastaju aerosoli? .....	3
Agrokultura u svemiru .....	4
Hodnicima FKIT-a .....	5
4. Noć znanosti na PTFOS-u .....	5

ZNANSTVENIK

Smeđe masno tkivo .....	8
Rekonstrukcija kostiju pomoću 3D ispisa .....	10
Novi hibrid kovalentne i vodikove veze .....	11
Terapija fagima .....	12

BOJE INŽENJERSTVA

Što s baterijama? .....	14
Električni flasteri .....	16
Solarni krovovi .....	17

SCINFLUENCER

Uvod u (kućno) pivarstvo – 4. dio .....	18
Oblici snježnih pahulja .....	21

