

HDKi
HRVATSKO DRUŠTVO
KEMIJSKIH INŽENJERA I
TEHNOLOGA

Elektrokatalitičkim umrežavanjem do dugotrajnijeg PVC-a

Proslava 8. rođendana SSHDKI-ja

5. ZORH – internacionalna konferencija

ISSN 2584-6884
e-ISSN 2459-9247

Studentska sekcija HDKI-ja



www.hdki.hr/hdki/casopisi/reaktor_ideja

travanj 2025.

Sadržaj

vol. 9, br. 6, travanj 2025.

KEMIJSKA POSLA

Boje inženjerstva na Muzzi – IV. tjednu znanosti	1
5. ZORH – internacionalna konferencija	4
Kemijsko-inženjerske radionice HDKI-ja	6

ZNANSTVENIK

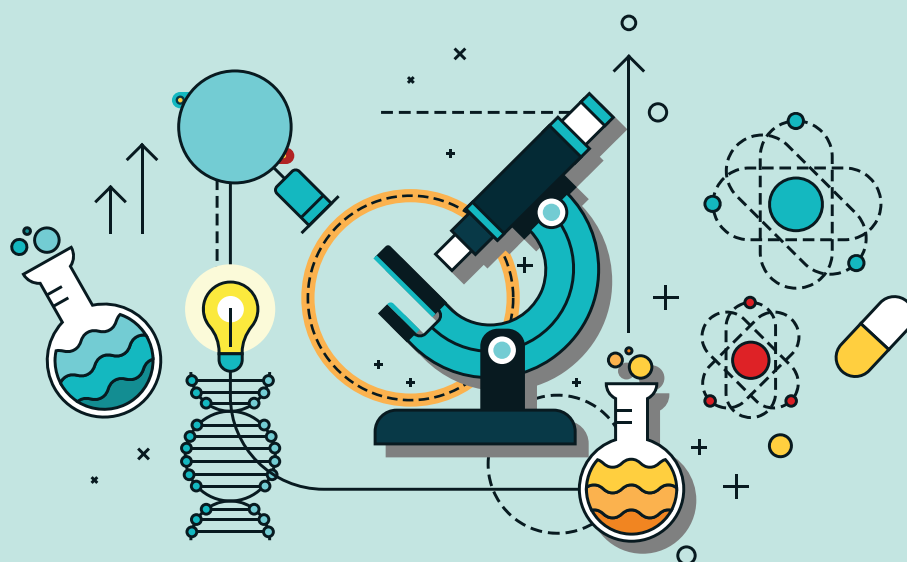
3D-ispis stanica u medicini	9
Japanska biljka kao potentno sredstvo u borbi protiv HIV virusa	13
Opasnost mikroplastike u žvakaćim gumama	17

BOJE INŽENJERSTVA

Merox proces	19
Kako do budućnosti s čistom energijom?	21
Elektrokatalitičkim umrežavanjem do dugotrajnijeg PVC-a	22

SCINFLUENCER

IV. MUZZA Tjedan znanosti 2025.	25
Proslava 8. rođendana SSHDKI-ja	27





reaktor ideja



Uredništvo Reaktora ideja

Dragi čitatelji,

predstavljamo Vam šesti broj ove
akademske godine!

Sadrži mnoštvo izvještaja s raznih
događanja, ali i članaka o novim otkrićima
i inovacijama.

Uživajte u čitanju i odmorite se na
Međunarodni praznik rada!

Dora Ljubičić,
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

Izdavač:

Hrvatsko društvo kemijskih
inženjera i tehnologa

Glavna urednica:

Dora Ljubičić
(dljubicic@fkit.unizg.hr)

Urednici rubrika:

Adrijana Karniš
Veronika Biljan
Laura Glavinić
Iva Turkalj

Grafička priprema:

Dora Ljubičić
Adrijana Karniš
Veronika Biljan
Laura Glavinić
Iva Turkalj
Zdenko Blažeković

Lektura:

Dora Felber
Karla Radak

Grafički dizajn:

Iva Žderić

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

Vol. 9 Br. 6, Str. 1–27
Zagreb, travanj 2025.

ISSN 2584-6884
e-ISSN 2459-9247



KEMIJSKA POSLA

Boje inženjerstva na Muzzi – IV. tjednu znanosti

Nika Gotić (FKIT)

U Hrvatskoj je posljednjih godina sve veći naglasak na poticanju interesa mladih za znanost, tehnologiju, inženjerstvo i STEM područje. U sklopu te inicijative projekt „Boje inženjerstva“ sudjelovao je na „MUZZI – Tjedan znanosti“. Oba projekta imaju za cilj približiti znanstvene koncepte na zanimljiv, interaktivan i kreativan način, kroz praktične radionice, eksperimente i predavanja, s naglaskom na uključivanje djece, osnovnoškolaca i srednjoškolaca te mladih i šire javnosti.

Projekt MUZZA je festival koji okuplja izlagače iz različitih znanstvenih institucija, udruga, fakulteta i tvrtki te kroz niz edukativnih i zabavnih sadržaja promiče znanstvenu pismenost i kritičko razmišljanje. Festival je osmišljen kako bi svi posjetitelji mogli otkriti kako izgleda i funkcionira svijet oko nas.

Ovogodišnje četvrto izdanje MUZZA festivala održalo se od 10. do 13. travnja 2025. u zgradi Sveučilišta u Zagrebu, a ulaz je bio besplatan za sve posjetitelje.



Slika 1 – Članovi projekta Boje inženjerstva





Slika 2 – Presentacija i izvođenje pokusa

Program se provodio u suradnji s fakultetima Sveučilišta u Zagrebu, a posjetiteljima je bilo dostupno više od 100 aktivnosti, uključujući radionice iz robotike, kemije, biologije i fizike, radionice o umjetnoj inteligenciji i programiranju.

Kao dio izlagača sudjelovao je i projekt “Boje inženjerstva”. Boje su se sa svojim sve većim timom u tri dana sudjelovanja predstavile s različitim radionicama koje su uključivale razne pokuse.

Ovakvi projekti ključni su za stvaranje nove generacije znanstveno pismenih i znatiželjnih mladih ljudi.

Kroz raznovrsne i pristupačne aktivnosti, ovi projekti pokazuju da znanost može biti zabavna, interaktivna i dostupna svima. Ulaganjem u popularizaciju znanosti ulažemo i u budućnost društva – društva koje razumije svijet oko sebe i aktivno sudjeluje u njegovom oblikovanju.



Slika 3 – Pokus „Bojanje plamena”



Slika 4 – Pokus Slonova pasta



Slika 5 – Pokus Slonova pasta



Slika 8 – Pokus Abrakadabra stiropor



Slika 6 – Pokus Prirodni pH indikator



Slika 9 – Pokus Silikatni vrt



Slika 7 – Pokus Prirodni pH indikator



Slika 10 – Pokus Čarobno mlijeko

Literatura

1. <https://muzza.hr/> (pristup: 23.04.2025.)

5. ZORH –internacionalna konferencija

Vilim Boroša (FKIT)

Od 9. do 11. travnja posjetili smo naše kolege na Kemijsko-tehnološkom fakultetu (KTF) u Splitu, koji su i ove godine organizirali ZORH konferenciju (Međunarodni susret znanstvenika, stručnih djelatnika i studenata na temu zaštite okoliša u Republici Hrvatskoj) koja je ugostila ne samo nas, već i mnoge studente i stručnjake iz nekolicine zemalja, uključujući između ostalog Crnu Goru, Slovačku, Poljsku, Sloveniju, Bosnu i Hercegovinu i Srbiju.¹



Slika 1 – Štandovi partnera na ZORH-u

Prvi dan, još umorni od cjelonoćnog putovanja, odmah su nas osvježili pozdravni govori organizatora ZORH-a, njihove voditeljice, naše kolegice Patricie Čutuk, međunarodnih partnera ZORH-a, a čak i dekana KTF-a i predsjednika HDKI-a prof. dr. sc. Matka Ercega. Njihovi govori su se dotakli vrijednosti iza ZORH-a, kooperacije i dijaloga kako na lokalnoj, tako i na međunarodnoj razini koji omogućuje razmjenu znanja, vještina i ideja što sve skupa dovodi do inovacija i približava nas sve potrebnijoj održivosti. U toj priči studenti su ključan faktor kao stručnjaci budućnosti, kroz nas će se ciljevi zaštite okoliša realizirati, a naša sposobnost međusobne interakcije, interakcije između akademskog i poslovnog svijeta i suradnje sa starijim generacijama, služi kao faktor efektivnosti našega budućega rada. Što smo mi umrežili, to će nam kumulativno biti lakše realizirati



Slika 2 – Pano sa slikama gostiju konferencije

ciljeve očuvanja okoliša za dobrobit cjelokupnog društva. Upravo je zbog toga inicijativa kao što je ZORH od izrazite važnosti ne samo za našu struku, već i za znanstveni i ekonomski razvoj Hrvatske, ako ne i šire.

Nakon pozdravnih govora, započeli smo s plenarnim predavanjem Igora Živkovića *Mercury in the adriatic and mediterranean: origin, transformations, and trends*, a zatim i pozvanim predavanjem Sanje Perinović Jozić pod nazivom *Onion peel as a part of active packaging*. Nakon kojeg smo se odmorili ugodnom pauzom za kavu pa nastavili blokom usmenih studentskih izlaganja. Cijela konferencija se odvijala na engleskom jeziku što je omogućilo stranim predavačima da se osjećaju kao doma, a ambijent nas je odveo u futuristički, moderan kutak svijeta. Pametnim korištenjem digitalnih panoa za prikaz posterskih izlaganja organizatori su iz prve ruke pokazali kako se zalažu za principe održivosti, a kutak za slikanje i pogotovo rukom nacrtani pejzaž na ploči odmah na ulazu u prostorije konferencije su nas opčarali svojim šarmom. Tijekom pauze za ručak imali smo priliku prošetati se KTF-om, a nakon još dva bloka studentskih izlaganja imali smo priliku i obići sam Split, specifično Dioklecijanovu palaču, organiziranim obilaskom. Umorni nakon dana prepunog avantura, zasladili smo se lokalnom delicijom, krafnama kod Sučića, a popunili obrok kratkim odlaskom do Redovnog te umorni ali zadovoljni, izgubili se u svijetu snova.





Slika 3 – Autori jednog od postera izloženog u poster sekciji



Drugi dan, svježi i odmorni, imali smo priliku poslušati cijeli niz zanimljivih studentskih izlaganja i plenarno predavanje Kerstin Forsberg *Challenges in hydrometallurgical processing of materials and opportunities for circularity* te smo cijeli dan proveli na KTF-u, a dan smo zaokružili odlaskom na *Green Talks*. Opuštenim formatom izlaganja i rasprave u kafiću, a druženje smo nastavili u jednoj zbilja opuštenoj atmosferi do kasno u noć. Iz tog druženja naučili smo da su naši splitski kolege i njihovi gosti zbilja genijalni ljudi, ne samo profesionalno, nego i kao prijatelji. Kao memento na tu avanturu, doma smo ponijeli poklone iz lokalne proizvodnje zbog čega ćemo se sjećati ovog 5. ZORH-a barem do 15.

Treći dan, naše druženje se privelo kraju, ali ne prije još par predavanja, a čak i organizirane ture KTF-a. Sve u svemu, 5. ZORH je bio zbilja jedna divna avantura, a mi se veselimo ponovnom susretu sa našim kolegama i prijateljima, dogodio se on u Splitu ili u Zagrebu (a možda i negdje na pola puta!).



Slika 4 – Prilaz KTF-u i Sveučilišnoj knjižnici u Splitu

Literatura

- <https://zorh.ktf-split.hr/> (pristup 25.4.2025.)



Kemijsko-inženjerske radionice HDKI-ja

Paula Šimunić (FKIT)

Spektroskopija NMR

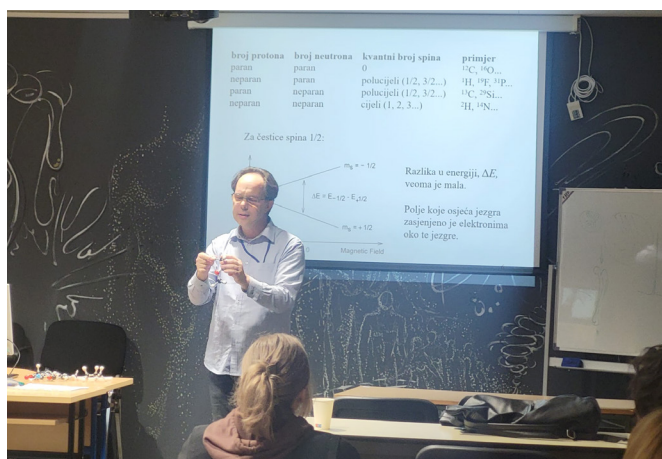
Od 26. do 28. ožujka, kod nas na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije, ugostili smo trodnevnu radionicu *Spektroskopija nuklearne magnetske rezonancije*. Radionicu je osmislio i već godinama vodi naš stariji kolega, dr. sc. Tomislav Portada. Ova je radionica jedna od mnogih u sklopu projekta Kemijsko-inženjerske radionice HDKI-ja koji je pokrenut 2016. godine u suradnji Hrvatskog društva kemijskih inženjera i tehnologa i dr. sc. Tomislava Portade. Svrha projekta je educirati studente, učenike i ostale zainteresirane te popularizirati kemiju i kemijsko inženjerstvo među mladima kroz niz edukacijsko-popularizacijskih predavanja i zanimljivih radionica s temama iz područja kemije i kemijskog inženjerstva, energije, materijala i okoliša.¹



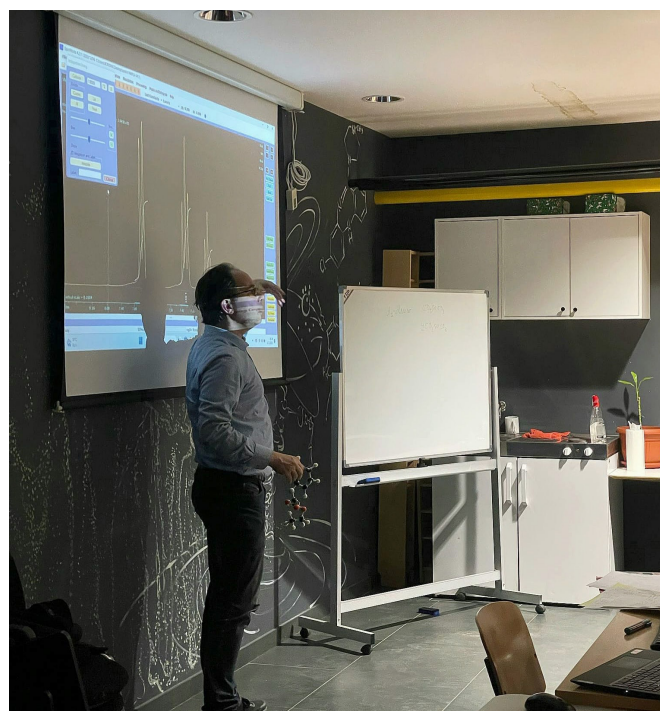
Slika 1 – Logo projekta Kemijsko-inženjerske radionice¹

Što je zapravo spektroskopija NMR?

Kao što je voditelj radionice objasnio u svom uvodnom predavanju, spektroskopija nuklearne magnetske rezonancije (NMR) je metoda analize kemijskog sastava i molekulske strukture koja se temelji na mjerenju magnetskih svojstava pojedinih atomskih jezgara sadržanih u istraživanom uzorku.² NMR ima široku primjenu u znanosti i industriji te se koristi za identifikaciju molekularnih struktura, praćenje reakcija, proučavanje metabolizma u stanicama te danas ima široki spektar uporabe kao na primjer u medicini, biokemiji, fizici, industriji i gotovo svakoj zamislivoj grani znanosti.³



Slika 2 – Uvodno predavanje



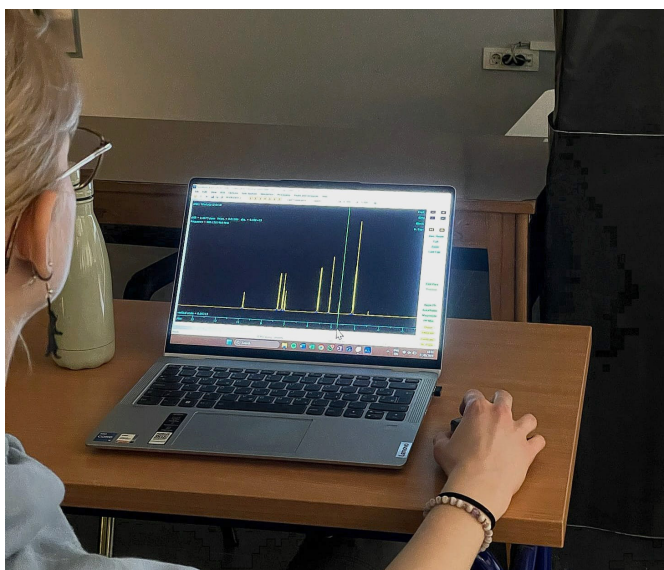
Slika 3 – Primjer analize NMR spektra

Kako je izgledala radionica?

Radionica se održala tri poslijepodneva za redom. Krenuli smo s vrlo zanimljivim uvodnim predavanjem kroz koje su se sudionici mogli upoznati sa samom metodom spektroskopije i njezinom teorijskom pozadinom: zašto se koristi, na temelju kojih principa fizike počiva, zašto je nezamjenjiv alat u skoro svakom laboratoriju na svijetu te na koje načine nam omogućava detaljan uvid u najmanje sastavnice svijeta koji nas okružuje. Kada smo savladali što i zašto, okrenuli smo se prema pitanju kako. Iduća dva dana radionice, sudionici su se pretvorili u prave znanstvenike i forenzičare te analizirali stvarne spektre iz laboratorija dr. sc. Portade. Prvo je kroz nekoliko primjera ^1H i ^{13}C NMR spektara voditelj radionice korak po korak



Slika 5 – Studenti debatiraju rješenje



Slika 4 – Upoznavanje sudionika s programom za analizu NMR spektra



objasnio kako se zapravo obrađuju i analiziraju konkretni podaci dobivenih iz NMR spektara te kako ih uopće interpretirati, a zatim su polaznici preuzeli softver za analizu podataka i započeli s analizom NMR spektara koje je dr. sc. Portada priložio kao zadatke.

Kroz analizu tih spektara, naučili smo kako i najmanji signal u NMR svijetu može značiti razliku između korisnog lijeka i opasnog otrova. Polaznici radionice, studenti FKIT-a, FER-a, PMF-a pa čak i nekolicina hrabrih iz društvenih područja, poput ekonomije, okušali su se u interpretaciji dobivenih spektara i određivanju koji su to točno spojevi u pitanju i koje su se reakcije odvijale njihovom interakcijom.

U današnjem svijetu gdje se stalno negdje žurimo, bilo je zbilja posebno iskustvo gledati grupe mladih kako fokusirano razmišljaju pa računaju i uspoređuju slike, pokušavaju naći znanstveni smisao u naočigled nasumično raspoređenim brjegovima i dolovima. Kroz taj proces su im pomogli sokovi i slastice, a postepeno su se polaznici udružili te zajedničkim snagama debatirali, interpretirali i dolazili do zaključaka time pokazujući koliko je kolaboracija neophodna i uistinu moćna.

Naposljetku je voditelj radionice demonstrirao kako doći do rješenja, a polaznicima su se sumnje ili potvrdile ili su naučili gdje su otišli u krivome smjeru. Sve u svemu, kroz ova tri dana smo se svi skupa zabavili, naučili puno toga novoga, povezali kroz zajedničko rješavanje pravih znanstvenih zagonetki i misterija te otišli doma ispunjeni sa jednim novim iskustvom. Još jednom hvala dr. sc. Portadi te se veselimo novim radionicama. Do idućega puta!



Slika 6 – Student rješava zadatak

Literatura

1. https://www.hdki.hr/hdki/radionice?_v1=hWqYTfc030pA0IR37dxtv32KuUBs6wTflw-bLC0DrPfHamIVQ3le2CSsaQ5-Xclui8UkfWKsubl3urX2sW33Z9P501JxuXw17RzSlalHRkxTylj6&_lid=57049 (pristup 7.4.2025.)
2. Spektroskopija nuklearne magnetske rezonancije; Tomislav Portada
3. [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical_Chemistry/Physical_Methods_in_Chemistry_and_Nano_Science_\(Barron\)/04%3A_Chemical_Speciation/4.07%3A_NMR_Spectroscopy](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical_Chemistry/Physical_Methods_in_Chemistry_and_Nano_Science_(Barron)/04%3A_Chemical_Speciation/4.07%3A_NMR_Spectroscopy) (pristup 7.4.2025.)





ZNANSTVENIK

3D–ispis stanica u medicini

Lucija Vlahović (FKIT)

Bolesti i oštećenja koja zahtijevaju transplantaciju tkiva ili organa predstavljaju jedan od najvećih problema suvremene kliničke medicine. Trenutačno dostupne metode transplantacije poput auto-, alo- i ksenotransplantacije sa sobom donose brojne komplikacije, poput sekundarnih ozljeda, imunološkog odbacivanja, prijenosa zaraznih bolesti ili u slučaju alotransplantacije- nedostatka prikladnih donora. Može li aditivna proizvodnja ponuditi rješenje za ovaj problem?

Aditivna proizvodnja, poznatija kao 3D-ispis postupak je koji se zasniva na taloženju materijala sloj po sloj, čime omogućava precizno oblikovanje složenih struktura dobivenih računalno generiranim modelima. Zahvaljujući smanjenju troškova proizvodnje 3D-pisača te poboljšanoj preciznosti i brzini ispisa, primjena 3D-ispisa doživjela je snažan rast, koji je omogućio njezinu primjenu i u medicini. Trenutačna istraživanja primjene 3D-ispisa u medicini mogu se svrstati u četiri glavna područja: izrada patoloških modela organa za pomoć pri planiranju operacija i analizi kirurških zahvata, personalizirana proizvodnja trajnih ne-bioaktivnih implantata, izrada lokalnih bioaktivnih i biorazgradivih matrica te izravan ispis tkiva i organa s potpunim životnim funkcijama.

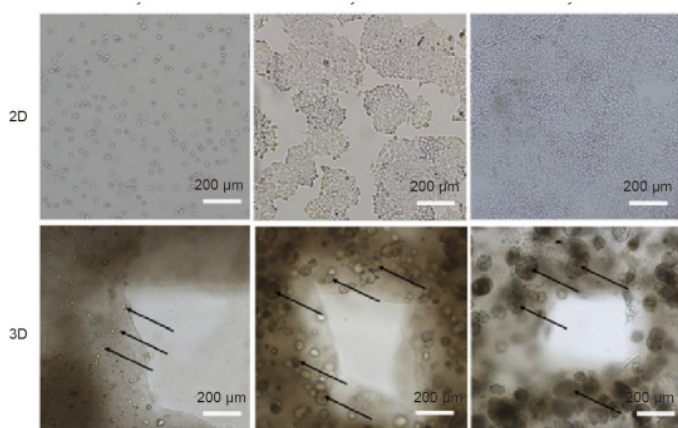
1. Izrada patoloških modela organa

Visokovjerni fizički modeli organa imaju značajnu ulogu u kliničkom liječenju i medicinskom obrazovanju. 3D-ispisom izrađeni modeli primarno pomažu liječnicima u kirurškoj analizi i predoperativnoj obuci. Konvencionalni proizvodni procesi, poput lijevanja ili kovanja, zahtijevaju mnogo vremena za pripremu skupih alata i zanemaruju individualne razlike među pacijentima. Nasuprot tome, 3D-ispis omogućuje brzo izrađivanje prilagođenih medicinskih modela uz niže troškove. Za medicinske modele i *in vitro* opremu za predoperativno planiranje, dizajn proteza te izradu ispitnih standarda nije potrebna primjena biokompatibilnih materijala jer izrađeni dijelovi neće biti ugrađeni u tijelo.

Grupa istraživača iz Kine i SAD-a uspješno je primijenila 3D-ispis za izradu *in vitro* modela cervikalnih tumora pomoću hidrogelova želatine, alginate i fibrinogena u kombinaciji s HeLa stanicama. Time su pripremili realističan trodimenzionalni prikaz tumorskog okruženja. HeLa stanice unutar 3D hidrogela formiraju sferoide glatke površine i čvrstih međustaničnih veza (Slika 1.), a na dvodimenzionalnim kulturološkim pločama poprimaju spljošten i izdužen oblik. U usporedbi s 2D kulturama, 3D modeli omogućuju bolji uvid u karakteristike tumorskih stanica, što znanstvenicima i liječnicima olakšava razumijeva-

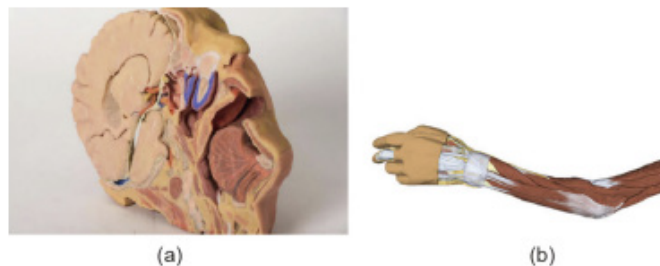


nje procesa proliferacije, diferencijacije i širenja tumora.

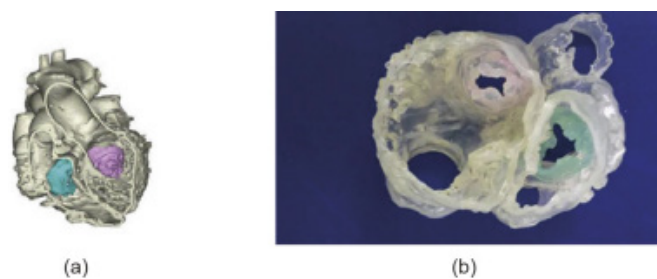


Slika 1 – Rast HeLa stanica na 2D i 3D podlozi nakon 0, 5 i 8 dana

Istraživači sa Sveučilišta Monash u Australiji razvili su jedinstven 3D-ispisani anatomske model ljudskog tijela izrađen od praha sličnog gipsu ili plastike, koristeći skeniranje stvarnih anatomske preparata CT-om. Ova serija visokorezolucijskih 3D-ispisanih anatomske replika uključuje udove, prsni koš, abdomen, glavu i vrat te druge glavne dijelove tijela (Slika 2.), a dostupna je za primjenu u edukaciji na medicinskim fakultetima i u bolnicama.



Slika 2 – Pripremljeni modeli (a) glave i (b) ruke



Slika 3 – (a) model dobiven pretragama i (b) isprintani 3D personalizirani model organa

3D-ispisani modeli ne samo da vjerno prikazuju stvarno stanje različitih tkiva i organa *in vivo*, već značajno doprinose razumijevanju kliničkog stanja pacijenata i pomažu prilikom planiranja operacijskih zahvata. Kardiolozi iz Michigana, izradili su detaljan 3D model srca pacijenta (Slika 3.) korištenjem podataka prikupljenih kombinacijom CT snimaka i 3D ehokardiografskih podataka.

U usporedbi s plastiniranim preparatima, 3D-ispisani modeli konkurentniji su zbog svojih vjernih dimenzija i trajnosti, a dodatna im je prednost mogućnost označavanja bojom ili materijalom prema tipu tkiva. Međutim, unatoč napretku, izazovi njihove primjene uključuju visoku cijenu izrade, složenost prikupljanja podataka potrebnih za pripremu 3D modela, ograničenu razlučivost ispisa, dugo vrijeme printanja te ograničen izbor materijala fiziološki prikladnih ciljanim tkivima i organima.

2. Trajni ne-bioaktivni implantati

Trajni medicinski implantati, najčešće korišteni u dentalnoj i ortopedskoj medicini, izrađuju se od biokompatibilnih nedegradabilnih biomaterijala. 3D-ispis omogućuje visoko preciznu i personaliziranu proizvodnju takvih implantata. Tradicionalno liječenje kostiju često dovodi do pojave tzv. zaštite od opterećenja (eng. *stress-shielding*) uslijed veće krutosti metalnih implantata, u usporedbi s kostima, što može narušiti integritet kosti. Integracija



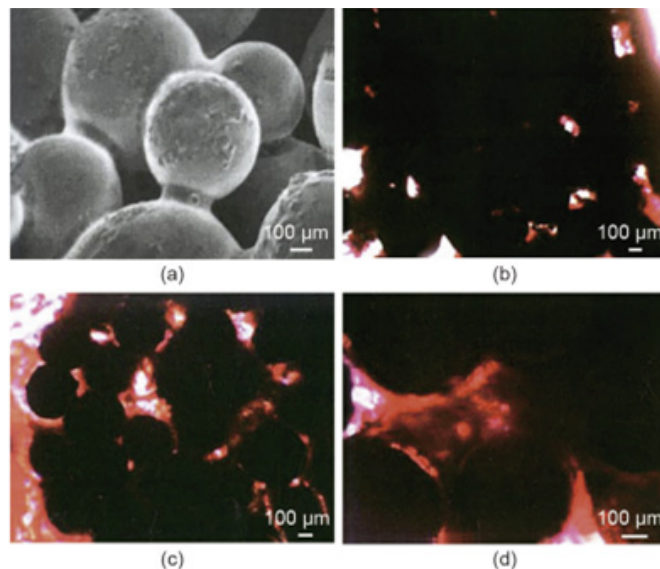
topološki optimiziranih implantanata dobivenih 3D-ispisom predstavlja novu i učinkovitu tehnologiju za izradu laganih implantata kontrolirane krutosti. Zhang i suradnici dizajnirali su i proizveli individualizirane zglobne proteze morfološki identične kostima pacijenata kojima je uklonjen osteosarkom proksimalne tibije (Slika 4.). Većina pacijenata postigla je izvrsnu motoričku funkciju uz minimalan broj komplikacija, iako je dugoročno funkcionalno oporavljanje bilo zahtjevno. Galasso i suradnici ugradili su prilagođenu modularnu protezu distalnog femura 20-godišnjem pacijentu s IIB stadijem osteosarkoma. Deset mjeseci nakon operacije, opseg pokreta u koljenu iznosio je 0–110°, a pacijent je mogao potpuno opteretiti nogu bez boli i bez potrebe za osloncem.



Slika 4 – Postoperativne snimke pacijenata

Današnja tehnologija 3D-ispisa trajnih implantata smatra se relativno zreloom, a suvremena istraživanja kreću se u tri smjera: razvoj medicinskih materijala s poboljšanim svojstvima, primjena naprednih tehnologija za proizvodnju implantata s mehaničkim svojstvima sličnima kostima te poboljšanje biokompatibilnosti i prevencija infekcija na već postojećim materijalima. Primjerice, znanstvenici sa Sveučilišta Jiaotong razvili su porozni titanij premazan hidroksiapatitom pomoću želatine, povezan s proteinskim faktorom BMP-2. Tako pripremljeni materijal posjedovao je osteo-

konduktivna svojstva. U usporedbi s kontrolnim tkivom, uz BMP-2/želatina/HA premazan Ti implantat, nakon šest tjedana nastalo je znatno više nove koštane mase. Nakon 24 tjedna, porozni Ti bio je gotovo potpuno ispunjen novonastalom ko-
sti (Slika 5.).



Slika 5 – (a) X-ray filma BMP-2-želatina/HA Ti implantanta, tkivo šest tjedana nakon implantacije HA-Ti (b) i BMP-2 želatina/HA poroznog Ti implantata i (d) tkivo 24 tjedna nakon implantacije BMP-2 želatina/HA poroznog Ti implantata

3. Izrada bioaktivnih i biorazgradivih matrica

Biomedicinski materijali uključuju metale, polimere i keramičke materijale, a svi se mogu koristiti za izradu trajnih implantata ili kao matrice u 3D-ispisu. Medicinski se metali primarno primjenjuju u izradi trajnih (ortopedskih ili dentalnih) implantata, a uključuju nehrđajući čelik, legure kobalta i kroma te legure titanija. Ovi metalni materijali odlikuju visokom biokompatibilnošću koja zadovoljava medicinske standarde. 3D-ispisani metalni biomaterijali imaju brojne prednosti nad tradicionalnim implantatima. Karakteriziraju ih sitnija zrnca i poboljšana mehanička svojstva. Kako bi se povećala bioaktivnost poroznih metalnih implantata, provode se površinske obrade poput elektrokemijske depozicije, kemijske modifikacije i toplinske obrade. Magnezij ima velik potencijal kao materijal za implantate zbog niskog korozijskog potencijala, potpune biorazgradljivosti u tijelu i modula elastičnosti sličnog prirodnoj kosti. Nada-

lje, on potiče proliferaciju i diferencijaciju koštanih stanica. Razvijene su i nove antibakterijske legure dobrih mehaničkih svojstava i biokompatibilnosti, koje uključuju bakar. Lu i suradnici istražili su utjecaj bakra na CoCr legure. Utvrđeno je kako CoCrW nije citotoksičan te omogućuje adheziju i proliferaciju stanica. Testiranja su potvrdila izvrsna antibakterijska svojstva protiv *E. coli* zahvaljujući dodatku Cu.

Polimerni materijali uglavnom se koriste za izradu medicinskih modela i biorazgradivih matrica. Među prirodnim polimerima ističu se kitozan, kolagen i fibrin, poznati po biokompatibilnosti, mukoadhezivnosti, poticanju proliferacije stanica te očuvanju staničnog fenotipa. Sintetski polimeri poput PLA, PVA i poli(ε-kaprolaktona) omogućuju preciznu kontrolu oblika, molekulske mase i vremena razgradnje. Međutim, njihova površina nije pogodna za vezivanje stanica, što dovodi do neujednačene distribucije stanica i njihovog gubitka. Stoga je potrebno unaprijediti mehanička svojstva, protočnost i hrapavost površine kako bi se ovi materijali učinkovitije koristili u 3D-ispisu i izradi medicinskih implantata. Yue i suradnici razvili su antimikrobne kompozitne smole, a 3D-ispisani implantati izrađeni od tih materijala pokazali su antimikrobna svojstva bez citotoksičnog učinka za ljudske stanice.

Keramički materijali – prvenstveno hidroksiapatit i trikalcijev fosfat – primjenjuju se kao implantati zbog svojih fizikalno-kemijskih svojstava, biokompatibilnosti i osteokonduktivnosti. Hidroksiapatit, ključna mineralna komponenta kostiju i zubi, prikladna je za brzu izradu prototipova metodama selektivnog laserskog sinteriranja (SLS) i SLM (engl. *Selective laser melting*). Tijekom SLM ili SLS procesa, ključni su faktori taloženje slojeva, utjecaj lasera na prah i toplinski tok. Također je važno testirati toksičnost zaostalih vezivnih tvari u staničnim kulturama *in vitro*.

4. Zaključak

Ostvaren je značajan napredak u području medicinski orijentirane tehnologije 3D-ispisa, posebice u izradi modela organa i trajnih implantata. Istraživači su uspješno primijenili različite metode

za poboljšanje mehaničkih svojstava personaliziranih biorazgradivih matrica. Iako je izravno printanje tkiva i organa još uvijek u početnoj fazi, istraživanja daju obećavajuće rezultate.

Medicinski biomaterijali koji se koriste u 3D-ispisu obuhvaćaju metale, polimere i keramiku, pri čemu se često integriraju različiti materijali kako bi se postigle složene funkcije u printanim komponentama. Unatoč činjenici da je 3D-ispis već našao svoju primjenu u kliničkoj praksi, tehnologija još uvijek ima određena ograničenja, posebice u pogledu dostupnih materijala i izgradnje izvanstanične matrice *in vitro*. Potrebna su dodatna istraživanja koja će omogućiti primjenu biološki aktivnih tkiva i organa izrađenih 3D-ispisom u kliničkoj praksi.



Literatura

1. Wolfe, R.A., Roys, E.C., Merion, R.M., Trends in organ donation and transplantation in the United States, 1999–2008, *Am. J. Transplant.*, 10(2010) 961–2.
2. Yeong, W.Y., Chua, C.K., Leong, K.F., Chandrasekaran, M., Lee, M.W., Indirect fabrication of collagen scaffold based on inkjet printing technique, *Rapid Prototyping J.*, 12(2006) 229–37.
3. Butscher, A., Böhner, M., Doeblin, N., Hofmann, S., Müller, R., New depowdering friendly designs for three-dimensional printing of calcium phosphate bone substitutes, *Acta Biomater.*, 9(2013) 9149–58.
4. Saunders, R.E., Gough, J.E., Derby, B., Delivery of human fibroblast cells by piezoelectric drop-on-demand inkjet printing, *Biomaterials*, 29(2008) 193–203.
5. Wang, K., Ho, C.C., Zhang, C., Wang, B., A review on the 3D printing of functional structures for medical phantoms and regenerated tissue and organ applications, *Engineering*, 3(2017) 653–62.
6. Zhao, Y., Yao, R., Ouyang, L., Ding, H., Zhang, T., Zhang, K., et al., Three-dimensional printing of Hela cells for cervical tumor model *in vitro*, *Biofabrication*, 6(2014) 035001.
7. Yap, Y.L., Tan, Y.S.E., Tan, H.K.J., Zhen, K.P., Xue, Y.L., 3D printed bio-models for medical applications, *Rapid Prototyping J.*, 23(2017) 227–35.
8. Zhang, Y., Yang, Z., Li, X., Chen, Y., Zhang, S., Du, M., et al., Custom prosthetic reconstruction for proximal tibial osteosarcoma with proximal tibiofibular joint involved, *Surg. Oncol.*, 17(2008) 87–95.

Literatura

9. Galasso, O., Mariconda, M., Brando, A., Iannò, B., Disassembly of a distal femur modular prosthesis after tumor resection, J. Arthroplasty, 25(2010) 334.e5–9.
10. Bian, W.G, Lei, P., Liang, F.H., Bone, Xu, HZ. morphogenetic protein-2 and gel complex on hydroxyapatite-coated porous titanium to repair defects of distal femur in rabbits, Chin. J. Orthop. Trauma, 9(2007) 550–4.
11. Yang, Y., Wang, K., Gu, X., Leong, K.W., Biophysical regulation of cell behavior-cross talk between substrate stiffness and nanotopography, Engineering, 3(2017) 36–54.
12. Yue, J., Zhao, P., Gerasimov, J.Y., Marieke, V.D.L., Grotenhuis, A., 3D-printable antimicrobial composite resins, Adv. Funct. Mater., 25(2015) 6756–67.

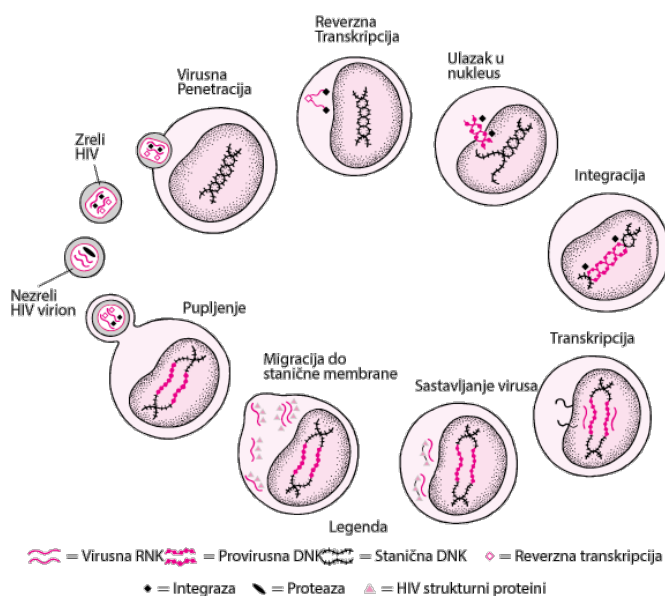


Japanska biljka kao potentno sredstvo u borbi protiv HIV virusa

Kristian Koštan (FKIT)

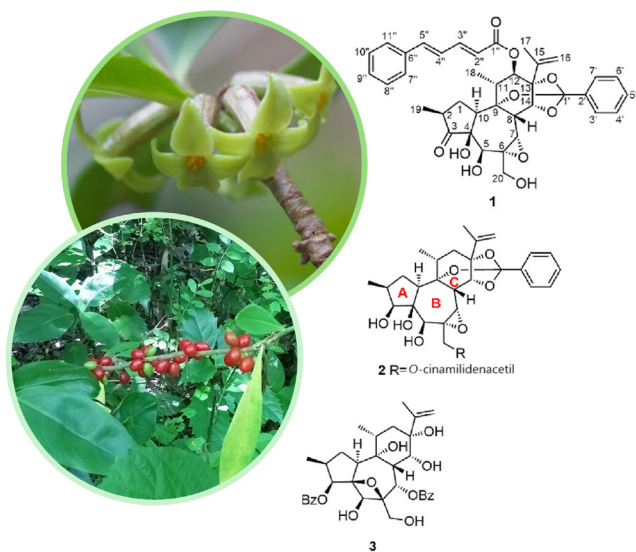
Od iznimno visoke smrtnosti do neinfektivne koncentracije u tijelu i potpunog izlječenja, HIV je prošao cijelu lentu vremena jednog uzročnika infekcije. Uzročnik AIDS-a, pretpostavlja se da je još tridesetih godina dvadesetog stoljeća prešao s majmuna na čovjeka u području zapadne Afrike. Širio se neopaženo dok nije naišao na područje više kvalitete zdravstvene zaštite, gdje je prvi put opažen 1981. godine u Sjedinjenim Američkim Državama. Godine 1987. odobrena je prva antiretroviralna terapija za AIDS, AZT (azidotimidin). Prvi pacijent proglašen je izliječenim od AIDS-a 2011. godine.¹ Sve navedeno konstatacije su pozitivnog karaktera, ali to ne znači da su današnje terapije AIDS-a optimalne za sve. Veliki problem troškovi su liječenja zbog čega svjetske organizacije konstantno pregovaraju cijene lijekova za tržišta visoke potrošnje, a male kupovne moći. Istraživanja terapije AIDS-a se nastavljaju! U ovom članku pri-

kazan je rad znanstvenika iz Japana koji su objavili klasičan rad karakterizacije prirodnih spojeva s vrlo obećavajućim nanomolarnim anti-HIV EC₅₀ vrijednostima. Prirodni spojevi, od davnina, knjižnica su lijekova izvanrednih svojstava. Uz inovativne mehanizme djelovanja, prirodni spojevi nude mogućnost pripreme fermentacijom, jeftinom i zelenom metodom.



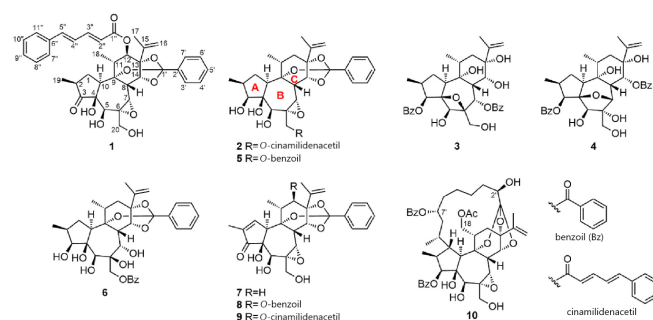
Slika 1 – Shema životnog ciklusa HIV-a²

Plodovi biljke *Daphne pseudomezereum*, koja raste u Japanu, otprije su poznati po bioaktivnim diterpenoidima. U navedenom radu izolirano je deset takvih spojeva (Slika 3). Plodovi su ekstrahirani metanolom i komponente su odvojene kromatografijom te spektroskopski i spektrometrijski karakterizirane. Ključne metode za utvrđivanje strukture triju novootkrivenih diterpenoida (onishibarini A-C, 1-3) bile su HRESIMS (engl. *High-resolution electrospray ionization mass spectrometry*) i 2D NMR spektroskopija. Uz glavne metode, spojevi su karakterizirani bojom, refraktometrijom, UV/Vis i IR spektroskopijom. Prikupljeni su COSY, HMBC i NOESY spektri koji su pokazali interakcije vidljive na Slikama 4 i 5, a na Slici 6 dana je tablica ^1H i ^{13}C signala za tri novootkrivena diterpenoida (spojevi 1-3).⁵

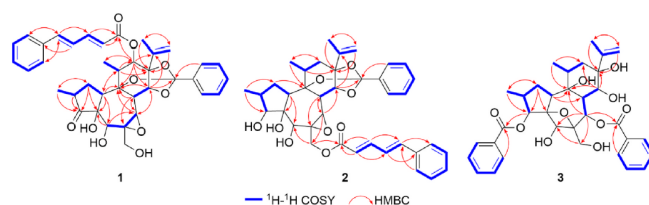


Slika 2 – Cvjetovi i plodovi biljke *Daphne pseudomezereum* i strukture novootkrivenih bioaktivnih diterpenoida^{3,4,5}

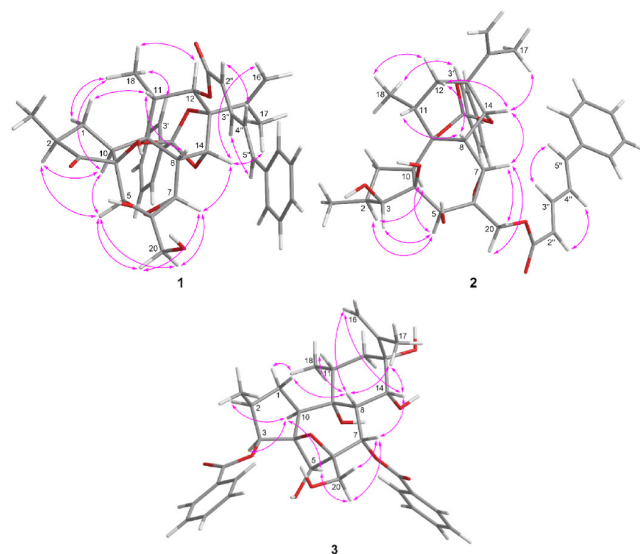
Testiranja anti-HIV aktivnosti i citotoksičnosti provedena su na MT4 HIV-1 inficiranim stanicama. Pozitivne kontrole jake anti-HIV aktivnosti (gniditrin i gnidimacrin) koristile su se za usporedbu. Rezultati pokazuju da spojevi 1-10 posjeduju anti-HIV aktivnost EC_{50} vrijednosti između 0,78 nM i 463 nM (Slika 7). Spoj 10, s najnižom EC_{50} vrijednosti od 0,78 nM bio je 2,5 puta manje aktivan od kontrole gnidimacrina. Razlike acilnih skupina na položajima C-18 i C-7' ne čine značajnu razliku u aktivnosti što ukazuje na to da je makrociklički



Slika 3 – Strukture deset diterpenoida (1-10) plodova *Daphne pseudomezereum*⁵



Slika 4 – Shema COSY i HMBC interakcija spojeva 1-3⁵



Slika 5 – Shema NOESY interakcija spojeva 1-3⁵

prsten nositelj farmakoloških svojstava. S druge strane, ortoester i $6\alpha,7\alpha$ -epoksi supstituenti značajni su za anti-HIV aktivnost. Acilni supstituenti na C-12 položaju imaju značajan doprinos promjeni aktivnosti što je vidljivo iz usporedbe spoja 9 sa spojevima 7, 8 i gniditrinom. Usporedbom EC_{50} vrijednosti spojeva 1 i 9 zaključilo se da redukcijom α,β -nezasićenog ketona A-prstena nije postignuta značajna razlika anti-HIV aktivnosti.⁵

Ovo istraživanje, jedno od mnogih, dodatno je potvrdilo i promoviralo anti-HIV učinak diterpenoida *Daphne pseudomezereum*, predstavljajući pritom tri novootkrivena spoja. Spojevi su karakterizirani NMR spektroskopijom i HRESIMS te je

provedeno istraživanje aktivnosti i citotoksičnosti. Rezultati predočuju odnos strukture i aktivnosti diterpenoida što olakšava daljnja stvaranja i istraživanja njihovih derivata kao potencijalnih anti-HIV terapija.

br.	1			2			3		
	δ_H (J u Hz)	δ_C , tip		δ_H (J u Hz)	δ_C , tip		δ_H (J u Hz)	δ_C , tip	
1	1.62, q (13.2) 2.37, ddd (11.8, 7.5, 6.0)	33.4	CH ₂	1.59, m 1.79, m	34.4	CH ₂	1.31, ddd (17.5, 11.5, 7.4) 2.04, ddd (12.3, 6.0, 5.4)	34.9	CH ₂
2	2.25, m	42.9	CH	1.64, m	36.8	CH	2.56 ^b	31.3	CH
3		220.4	C	3.86, brd (3.1)	78.4	CH	5.42, d (10.0)	75.7	CH
4		74.9	C		80.1	C		96.2	C
5	4.09, brs	71.7	CH	3.77, brs	71.3	CH	5.66, d (10.4)	74.1	CH
6		60.5	C		60.1	C		85.4	C
7	3.60, s	64.5	CH	3.37, s	64.3	CH	5.77, d (4.0)	76.2	CH
8	3.60, d (2.5)	35.9	CH	3.02, d (2.9)	36.5	CH	2.56 ^b	41.2	CH
9		79.1	C		80.1	C		77.0	C
10	3.00, dd (13.2, 6.0)	44.1 ^a	CH	2.75, dd (13.1, 5.6)	48.6	CH	2.15, dd (13.4, 6.0)	49.4	CH
11	2.47, q (6.8)	44.0 ^a	CH	2.35, m	35.4	CH	1.57, m	36.5	CH
12	5.23, s	77.9	CH ₂	1.79, d (14.0) α 2.21, dd (14.0, 8.0) β	36.0	CH ₂	1.65, dd (13.5, 5.2) 1.87, t (13.5)	33.7	CH ₂
13		83.6	C		84.3	C		75.0	C
14	4.87, d (2.5)	81.3	CH	4.49, d (1.3)	82.6	CH	4.35, brs	75.3	CH
15		143.0	C		146.6	C		144.4	C
16	5.02, brs	113.5	CH ₂	4.90, brs 5.05, brs	111.2	CH ₂	5.10, brs 5.15, d (0.9)	115.0	CH ₂
17	1.87, brs	18.8	CH ₃	1.82, s	19.2	CH ₃	1.84, d (0.6)	19.1	CH ₃
18	1.44, d (6.8)	18.7	CH ₃	1.28, d (6.9)	20.8	CH ₃	1.01, d (6.3)	15.6	CH ₃
19	1.11, d (6.5)	12.4	CH ₃	1.04, d (6.6)	13.0	CH ₃	0.92, d (7.2)	16.4	CH ₃
20	3.85, m	65.3	CH ₂	3.90, d (12.0) 4.92, d (12.0)	67.7	CH ₂	3.77, d (11.2) 3.99, dd (11.2, 8.6) (3-OBz)	64.7	CH ₂
1'		118.1	C		117.5	C		166.1	C
2'		135.5	C		136.0	C		130.2	C
3'	7.70, m	126.0	CH	7.73, m	126.1	CH	8.06, dd (8.3, 1.1)	129.5	CH
4'	7.36, m	128.1	CH	7.33, m	127.9	CH	7.45, t (7.5)	128.7	CH
5'	7.35, m	129.5	CH	7.33, m	129.1	CH	7.56, tt (7.5, 1.1)	133.3 ^a	CH
6'	7.36, m	128.1	CH	7.33, m	127.9	CH	7.45, t (7.5)	128.7	CH
7'	7.70, m	126.0	CH	7.73, m	126.1	CH	8.06, dd (8.3, 1.1) (7-OBz)	129.5	CH
1''		165.9	C		167.1	C		166.6	C
2''	5.95, d (15.2)	120.4	CH	6.02, d (15.2)	120.5	CH		130.2	C
3''	7.40, dd (15.2, 10.6)	145.7	CH	7.46, dd (15.2, 10.4)	145.5	CH	8.04, dd (8.6, 1.4)	129.9	CH
4''	6.85, dd (15.8, 10.6)	125.9	CH	6.84, dd (15.5, 10.4)	126.1	CH	7.42, t (7.5)	128.5	CH
5''	6.92, d (15.8)	141.4	CH	6.90, d (15.5)	141.0	CH	7.54, tt (7.5, 1.2)	133.2 ^a	CH
6''		135.9	C		136.2	C	7.42, t (7.5)	128.5	CH
7''	7.45, m	127.3	CH	7.45, m	127.3	CH	8.04, dd (8.6, 1.4)	129.9	CH
8''	7.34, m	128.9	CH	7.33, m	128.8	CH			
9''	7.30, m	129.3	CH	7.33, m	129.1	CH			
10''	7.34, m	128.9	CH	7.33, m	128.8	CH			
11''	7.45, m	127.3	CH	7.45, m	127.3	CH			
OH-5	3.38, brs						4.08, d (10.4)		
OH-20	2.17, m						2.97, brd (8.4)		

^a Izmjenjive rezonancije.

^b Preklapajuće rezonancije.

Slika 6 – Tablični prikaz ¹H i ¹³C NMR signala spojeva 1-3⁵

spoj	anti-HIV (NL4-3)	citotoksičnost (MT-4)
	EC ₅₀ (nM)	IC ₅₀ (μM)
1	1.26 ± 0.17	9.29 ± 1.00
2	6.38 ± 1.87	21.0 ± 2.33
3	337 ± 46.5	4.44 ± 0.43
4	463 ± 55.0	16.8 ± 2.96
5	1.63 ± 0.29	10.7 ± 0.64
6	134 ± 19.2	19.1 ± 2.79
7	6.84 ± 1.58	19.7 ± 1.60
8	4.31 ± 0.48	9.79 ± 1.36
9	0.84 ± 0.20	8.55 ± 0.81
10	0.78 ± 0.17	8.76 ± 1.44
gniditrin ^b	6.49 ± 1.70	8.97 ± 1.21
gnidimacrin ^b	0.31 ± 0.06	4.13 ± 0.43

^a Vrijednosti su usrednjene ± SD (*n* = 3).

^b Pozitivna kontrola.

Slika 7 – Tablični prikaz rezultata testiranja anti-HIV aktivnosti i citotoksičnosti spojeva 1-10 i pozitivnih kontrola⁵

Literatura

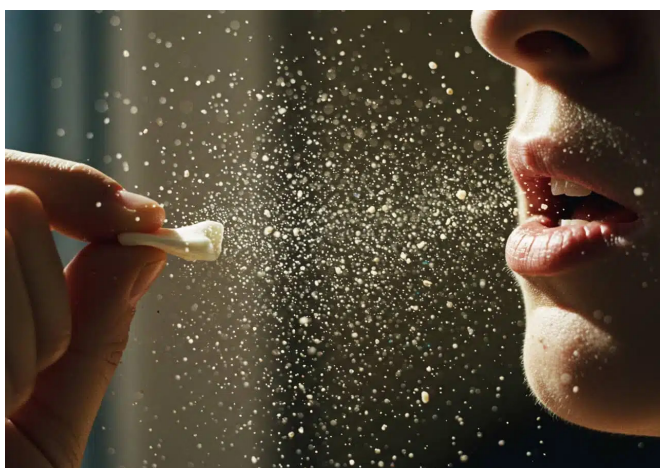
1. <https://canfar.com/awareness/about-hiv-aids/history-of-hiv-aids/> (pristup 21. travnja 2025.)
2. <https://hemed.hr/Default.aspx?sid=13559> (pristup 21. travnja 2025.)
3. http://wildplantsshimane.jp/Plates/Daphne_pseudo-mezereum.htm (pristup 21. travnja 2025.)
4. https://ja.m.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB:Onishibari_20170602.jpg (pristup 21. travnja 2025.)
5. Otsuki, K., Hosoya, C., Takamiya, R., Kimura, M., Kikuchi, T., Huang, L., Chen, C., Li, W., Anti-HIV diterpenoids from *Daphne pseudomezereum*, *Phytochemistry*, 232 (2025) 1-6.

Opasnost mikroplastike u žvakaćim gumama

Emma Beriša (FKIT)

Kontaminacija mikroplastikom postaje globalni problem i sve je prisutnija u vodenom i kopnenom okolišu. Sve je više dokaza da su ljudi izloženi mikroplastici putem hrane, pića pa čak i udisanjem. Postoje dokazi koji navode kako aditivi, kao što su plastifikatori, mogu imati toksične, kancerogene i mutagene učinke. Više od 80 % plastifikatora koji se koriste su ftalati, koji nisu kemijski vezani za polimer i lako se mogu osloboditi i prenijeti u okoliš.¹

Nova istraživanja pokazala su da se sitne čestice plastike „skrivaju” u jednom vrlo često korištenom proizvodu - žvakaćoj gumi. Istraživanje je predstavljeno na sastanku Američkog kemijskog društva (engl. *American Chemical Society*, ACS) prošlog tjedna. Prema navedenom istraživanju, „zalogaj” žvakaće gume predstavlja „zalogaj” plastike.³



Slika 1 – Prikaz unosa žvakaće gume, inspiriran činjenicom da žvakaća guma sadrži mikroplastiku⁴

Znanstveno je dokazano kako ljudi godišnje unose desetke tisuća čestica mikroplastike putem hrane, pića, plastičnih ambalaža, premaza i procesa proizvodnje. Unatoč desetljećima popu-

larnosti, žvakaća guma do sada nije bila detaljno proučavana kao izvor mikroplastike.²

Sanjay Mohanty, glavni istraživač projekta i profesor inženjerstva na Kalifornijskom sveučilištu u Los Angelesu, i diplomirana studentica iz njegovog laboratorija, Lisa Lowe, željeli su utvrditi koliko mikroplastike bi osoba potencijalno mogla unijeti žvakanjem prirodnih i sintetskih guma. Mohanty je izjavio kako trenutačno ne postoje istraživanja o učinku mikroplastike na ljude, ali da znamo kako smo svakodnevno izloženi toj vrsti kontaminacije, što je razlog više da se to detaljno ispita.^{2,3}

Žvakaća guma sastoji se od gumene baze, zaslađivača te drugih pomoćnih tvari. Žvakaće gume na bazi prirodne gume sadrže polimere biljnog podrijetla kao *Chicle*-a, dok sintetske gume sadrže polimere na bazi nafte.



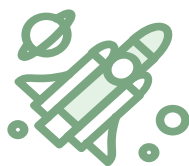
Slika 2 – *Chicle*, prirodna guma koja se tradicionalno koristi u izradi žvakaćih guma⁵



Slika 3 – Proizvodnja žvakaćih guma⁶

Istraživano je pet marki žvakaćih guma. Mohanty i Lowe zatražili su jednog sudionika da žvače žvakaću gumu svake marke uz standardizirani uzorak žvakanja i proizvodnje sline. U prvom ispitivanju, sudionici su žvakali svaku žvakaću gumu po 4 minute, a u drugom po 20 minuta. Tijekom žvakanja povremeno su se prikupljali uzorci sline za analizu.^{2,3} Ispitivanja su pokazala kako se većina mikroplastike otpušta u slinu unutar 2 minute žvakanja, dok se 94 % otpušta unutar 8 minuta žvakanja. Zanimljivo je što samo žvakanje uzrokuje otpuštanje mikroplastike, a ne prisutnost sline. Razlog tomu je da je samo žvakanje bilo dovoljno abrazivno da otrgne sitne mikročestice plastike s većih komada gume.^{2,3}

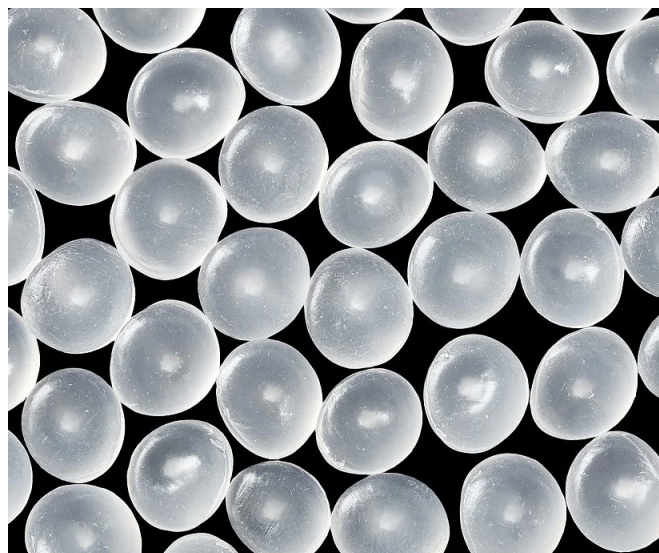
Lowe je izmjerila prosječno 100 čestica mikroplastike oslobođene po gramu žvakaće gume, a pojedini su komadići sadržavali i do 600 čestica po gramu. Važno je napomenuti kako klasičan komad žvakaće gume teži od 2 do 6 g, čime zaključujemo kako bi veći komad žvakaće gume mogao ispustiti i do 3000 čestica mikroplastike. Ako prosječna osoba konzumira 160 do 180 komada žvakaće gume godišnje, procjenjuje se da bi mogla unijeti oko 30 000 čestica mikroplastike - što je izuzetno velik broj.^{2,3} Zanimljivo je da su i prirodne i sintetske gume sadržavale jednaku količinu mikroplastike. Razlog tomu je što obje vrste sadrže poliolefine, polietilen tereftalate, poliakrilamide i polistirene. Najzastupljeniji polimeri bili su poliolefini, skupina koja uključuje polietilen i polipropilen.^{2,3}



Vrlo sitne čestice plastike nisu detektirane u slini zbog ograničenja korištenih instrumenata, koji su mogli detektirati samo čestice promjera 20 mikrom ili više. Za precizniju analizu biti će potrebno provesti istraživanja koristeći instrumente veće osjetljivosti.^{2,3}

Zaključno, iako je dokazano da žvakaće gume predstavljaju izvor mikroplastike, još uvijek nije jasan učinak te izloženosti za ljudsko zdravlje. Istraživanja na ljudima i životinjama pokazale su da mikroplastika može imati štetne učinke te bi bilo dobro smanjiti izloženost kada god je to moguće. Lowe preporučuje žvakanje jednog komada žvakaće gume dulje vrijeme, umjesto konzumacije više komada u kraćem vremenu. Također, sma-

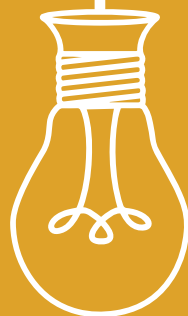
njenje konzumacije žvakaćih guma svakako doprinosi manjem unosu mikroplastike pa je samim time preporuka ograničiti njihovu upotrebu dok ne budu dostupna detaljnija istraživanja njihova učinka na ljudsko zdravlje.^{2,3}



Slika 4 – Primjer poliolefina⁷

Literatura

1. Blackburn, K., Green, D., The potential effects of microplastics on human health: What is known and what is unknown (2021)
2. <https://scitechdaily.com/researchers-warn-chewing-gum-could-be-adding-thousands-of-microplastics-to-your-body/> (pristup 22.04.2025.)
3. https://www.discovermagazine.com/health/most-chewing-gum-is-essentially-plastic-filling-your-mouth-with?utm_source=chatgpt.com (pristup 22.04.2025.)
4. <https://en.futuroprossimo.it/2025/03/allarme-chewing-gum-riempie-la-bocca-di-microplastiche/> (pristup 22.04.2025.)
5. <https://en.wikipedia.org/wiki/Chicle> (pristup 22.04.2025.)
6. <https://www.sciencephoto.com/media/361752/view/chewing-gum-production> (pristup 22.04.2025.)
7. <https://www.geon.com/materials/polyolefins> (pristup 22.04.2025.)



BOJE INŽENJERSTVA

Merox proces

Lana Grlić (FKIT)

U modernoj preradi nafte, uklanjanje i/ili konverzija sumporovih spojeva iz sirove nafte i polurafiniranih naftnih proizvoda predstavlja prioritet, kako za zaštitu opreme tako i za okoliš. Merkaptani, također poznati kao tioalkoholi ($R-SH$), uglavnom se nalaze u lakšim frakcijama kao što su LPG (engl. *Liquefied Petroleum Gas*, LPG), kerozin i benzin. Zbog kiselosti, iznimno neugodnog mirisa i korozivnih svojstava, njihova je prisutnost u gorivima strogo regulirana propisima, posebice u proizvodima koji se koriste u urbanim sredinama i zrakoplovstvu. Uz navedeno, prisutnost merkaptana može uzrokovati deaktivaciju katalizatora u daljnjim procesima prerade, smanjenje oktanskog broja te probleme pri skladištenju i distribuciji.¹

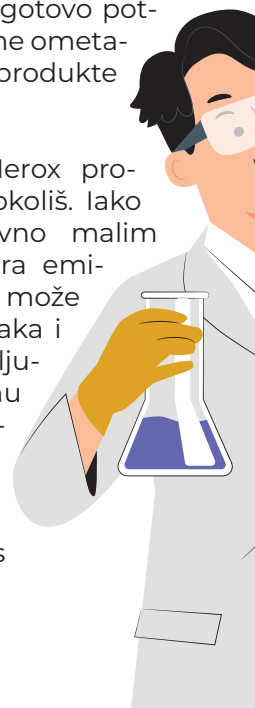
Merox proces temelji se na katalitičkoj oksidaciji merkaptana u disulfide ($R-S-S-R$), koji su znatno manje hlapljivi, kemijski stabilni i nemaju zamjetan miris. Reakcija se provodi u alkalnom okruženju, obično u prisutnosti natrijevog hidroksida ($NaOH$), koji deprotonira tiol u tiolatni (merkaptidni) ion. Ti ioni pokazuju pojačanu reaktivnost prema kisiku, koji se u proces uvodi u molekularnom obliku iz zraka, čime se izbjegava potreba za korištenjem čistog kisika ili drugih oksidansa.² Ključnu ulogu u kinetici reakcije ima homogeni ili heterogeni katalizator na bazi prijelaznih metala, ponajprije kompleksni spojevi kobalta, kao što su kobalt-ftalocijanini. Katalizator omogućuje učinkovitu prijenosu elektrona izme-

đu tiolatnog iona i molekularnog kisika, čime se značajno ubrzava reakcija oksidacije.³

Reakcija se odvija u relativno blagim uvjetima, od sobne temperature do umjereno visokih temperatura ($25-70\text{ }^{\circ}C$), pri atmosferskom tlaku, što čini proces znatno manje energetski intenzivnim od hidrodesulfurizacije, koja zahtijeva visoke temperature ($300-400\text{ }^{\circ}C$) i visoke tlakove (do 100 bar) te korištenje molekularnog vodika.

Merox postrojenje može se konfigurirati za dvije osnovne namjene. U plinovitim ugljikovodicima, merkaptani se najprije ekstrahiraju iz goriva pomoću alkalne otopine, potom oksidiraju u vodenoj fazi i konačno ponovno odvajaju kao disulfide te vraćaju u organsku fazu. Ova vrsta konfiguracije naziva se ekstrakcijski Merox. Za tekuće frakcije (npr. nafta i kerozin), oksidacija se odvija izravno u fazi ugljikovodika bez prethodne ekstrakcije, poznato kao Merox desumporizacija. U oba slučaja, disulfidi ostaju u gorivu kao produkti reakcije, ali ne predstavljaju problem zbog svoje niske reaktivnosti, niske toksičnosti i gotovo potpune nehlapivosti. Dodatno, disulfidi ne ometaju izgaranje i ne proizvode štetne nusprodukte tijekom korištenja goriva.

Jedna od najvećih prednosti Merox procesa je njegov pozitivan utjecaj na okoliš. Iako se merkaptani pojavljuju u relativno malim količinama, njihovo izgaranje rezultira emisijom sumpornog dioksida (SO_x), što može uzrokovati kisele kiše, onečišćenje zraka i štetne učinke na ljudsko zdravlje, uključujući respiratorne bolesti i smanjenu kvalitetu zraka u gusto naseljenim područjima.¹ Uklanjanjem ovih spojeva prije upotrebe goriva, Merox proces značajno smanjuje ukupnu količinu emitiranog sumpora. Dodatno, proces

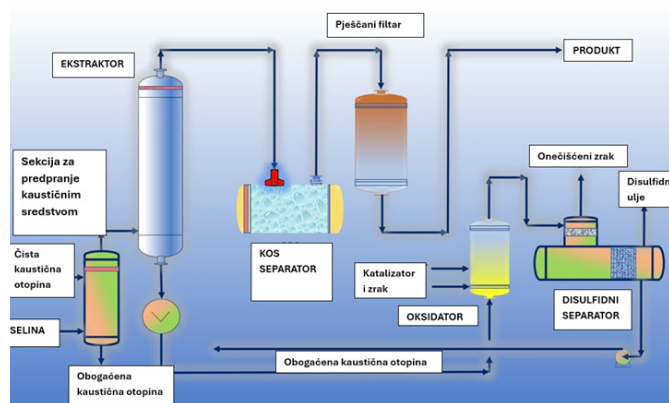


ne koristi vodik kao kod hidrodeshulfurizacije, čime se izbjegava visokotlačni sustav, rukovanje sumporovodikom (H_2S) i troškovi energije za proizvodnju vodika. Time se dodatno promiče održivost procesa, posebice u manjim rafinerijama koje nemaju infrastrukturne kapacitete za složene uređaje za obradu vodom.

U svjetlu sve strožih međunarodnih propisa, uključujući europske standarde (EN 228, EN 590), standarde Američke agencije za zaštitu okoliša

upakljenog naftnog plina do mlaznog goriva. Osim izravnog poboljšanja kvalitete goriva, Merox značajno doprinosi i zaštiti okoliša smanjujući emisije sumpornih spojeva u atmosferu i pomažući rafinerijama u ispunjavanju sve strožih regulatornih zahtjeva.

Budući razvoj poboljšanog Merox procesa još je u tijeku, a uključuje optimizaciju katalitičkog sustava, poboljšanu regeneraciju radne otopine, automatizaciju procesa praćenja i integraciju jedinice Merox u koncept "zelene rafinerije", s ciljem smanjenja ugljičnog otiska i poboljšanja ukupne energetske učinkovitosti.



Slika 1 – Shematski prikaz Merox procesa⁴



Slika 2 – Rafinerijsko postrojenje za Merox proces⁶

(EPA-United States Environmental Protection Agency) i zahtjeve Međunarodne organizacije za civilno zrakoplovstvo (ICAO-International Civil Aviation Organization) za emisije iz zrakoplovstva, Merox tehnologija sve se više koristi kao početni korak u obradi goriva.⁵ U mnogim slučajevima, Merox proces može poslužiti kao predtretman sirovina, čime se olakšava i ubrzava rad naknadnih dubinskih metoda kao što su katalitičko odsumporavanje, adsorpcija ili oksidativna ekstrakcija.

Merox proces ostaje nezamjenjiva tehnologija u rafiniranju nafte, posebno kada je potrebno učinkovito, brzo i ekološki prihvatljivo uklanjanje merkaptana iz goriva. Njegova jednostavna kemijska osnova, stabilni radni uvjeti, niska potrošnja energije i visoka selektivnost čine ga prikladnim za širok raspon primjena od

Literatura

1. Basu, B., Satapathy, S., Bhatnagar, A. K. (1993). Merox and related metal phthalocyanine catalyzed oxidation processes. *Catalysis Reviews—Science and Engineering*, 35(4), 571-609.
2. Motahari, K., Abdollahi-Moghaddam, M., Rashidi, A. (2020). Mechanism study and determination kinetic of catalytic oxidation of mercaptans in Merox process. *South African Journal of Chemical Engineering*, 33, 116-124.
3. Bricker, J. C., Laricchia, L. (2012). Advances in Merox™ process and catalysis for thiol oxidation. *Topics in Catalysis*, 55(19), 1315-1323.
4. <https://www.youtube.com/watch?v=SJ1wgjBgQVQ> (pristup 20.04.2025.)
5. <https://www.svijet-kvalitete.com/index.php/nafta/438-kvaliteta-dizelskih-goriva-en-591> (pristup 20.04.2025.)
6. <https://www.phxequip.com/plant/2212/kerosene-merox-kmx-unit-24-500-bpd> (pristup 20.04.2025.)

Kako do budućnosti s čistom energijom?

Tajana Rubilović (FKIT)

Potrebe za energijom, kao i potrošnja, konstantno rastu. Upravo zato se donose mnogi zakoni i provode mnoga istraživanja kako bi što više energije koju čovječanstvo troši bilo "čisto" i iz obnovljivih izvora. Prijelaz na obnovljive izvore energije, poput solarnih ili geotermalnih, nužan je za održivi razvoj, ljudsko zdravlje i za očuvanje planete na kojoj živimo.

Prema podacima Svjetske banke, 1 od 10 ljudi na svijetu nema pristup električnoj energiji. Ujedinjeni narodi (UN) predstavljaju samo jednu od mnogih organizacija koje se bave prethodno spomenutim problemom. Njihovi ciljevi uključuju osiguravanje pristupa energije svima, uz naglasak na energiju koja dolazi iz obnovljivih izvora.¹ Čovječanstvo kao cjelina i dalje pretežito koristi energiju dobivenu iz neobnovljivih izvora, što sa stajališta zaštite okoliša predstavlja veliki problem jer ostavlja mnogo štetnih posljedica, od kojih je najpoznatija ubrzavanje globalnog zatopljenja.

Spomenutim problemom bavi se i Europska unija (EU). Jedan od ciljeva energetske tranzicije EU je, prema Europskom zelenom planu, do 2030. godine smanjiti emisije stakleničkih plinova za 55 %.² Naglasak je na čistoj energiji, uz razvoj obnovljivih izvora energije i tehnoloških inovacija koje bi olakšale prijelaz. Konačni cilj Europskog zelenog plana je postići klimatsku neutralnost do 2050. godine te time postati prvi klimatski neutralni kontinent.²

Istraživanje provedeno u Švicarskoj, na Sveučilištu u Baselu i Sveučilištu u Ženevi, daje uvid u problematiku uspješne energetske tranzicije na obnovljive izvore energije. Istraživanje dr. Mart van der Kama i profesora Hahnela bavi se pitanjem kako, odnosno kojim političkim mjerama, povećati primjenu čiste energije u švicarskim kućanstvima.³ Konkretnije, tražili su odgovor na pitanje koje političke mjere su potrebne kako bi se povećao broj solarnih panela, električnih vozila ili toplinskih pumpi u švicarskim kućanstvima. U sklopu spomenutog istraživanja, ispitano je gotovo 1500 švicarskih kućanstava.



Slika 1 – Ženeva, Švicarska⁴

Iz podataka dobivenih istraživanjem, uočljive su korelacije zašto su se određena švicarska kućanstva odlučila za ili protiv češćeg korištenja ekološki prihvatljivih tehnologija. Dobar primjer takvih tehnologija su solarni paneli.

U prošlosti, njihovo postavljanje u kućanstvima je predstavljalo značajan problem. Naime, podstanari nisu zakonski smjeli postaviti solarne panele na balkone stanova u kojima žive, a s druge strane, najmodavcima se nije isplatilo ugrađivati ih u stanove koje iznajmljuju. Razlog iz kojeg se najmodavcima to nije isplatilo jest taj što bi imali samo negativne posljedice ugradnje solarnih panela, poput plaćanja te ugradnje.⁵ S pozitivnim posljedicama, poput smanjenih računa, ne bi niti imali ikakvog doticaja, budući da to nisu stanovi u kojima osobno žive.⁵

Razlog iz kojeg su solarni paneli dobar primjer povećanog odabira korištenja ekoloških prihvatljivih tehnologija u švicarskim kućanstvima jest taj što je došlo do značajnih zakonodavnih promjena. Naime, zakonodavne promjene su unatrag par godina dopustile podstanarima ugradnju solarnih panela na balkone nekretnina koje iznajmljuju.³ Time je također riješen problem neisplativosti ugradnje kod najmodavaca. Ova promjena imala je izrazito pozitivan utjecaj, budući da skoro dvije trećine švicarskog stanovništva iznajmljuje nekretnine.

Iz istraživanja je jasno vidljivo kako se za olakšavanje prelaska kućanstvima na čistu energiju ne mogu primjenjivati samo standardne političke mjere. Mjere koje se poduzimaju moraju uzimati u obzir mnoštvo faktora, od potreba potrošača, ekoloških standarda, subvencija i slično.³



Slika 2 – Solarni panel⁶

Svakako, najvažnije od svega je da ne možemo uzimati u obzir samo jedan faktor, već sve njih. Iz toga slijedi da, kako bi se pospješio prijelaz na čistu energiju, tom problemu treba pristupiti interdisciplinarno, počevši od političkih razina.

Literatura

1. <https://www.unibas.ch/en/News-Events/News/Uni-Research/Clean-Energy-Policies-Switzerland.html> (pristup 23.4.2025.)
2. van der Kam, M., Lagomarsino, M., Azar, E., Hahnel, U. J., Parra, D. (2024). An empirical agent-based model of consumer co-adoption of low-carbon technologies to inform energy policy. *Cell Reports Sustainability*, 1(12).
3. https://eur-lex.europa.eu/summary/chapter/energy.html?root_default=SUM_1_CODED=18&locale=hr (pristup 23.4.2025.)
4. <https://dpauls.com/destinations/switzerland/> (pristup 23.4.2025.)
5. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/energy/> (pristup 23.4.2025.)
6. <https://mspromet.com/ba/product/TS%20POWER%201/solarni-panel-za-balkon-200w-ts-power> (pristup 23.4.2025.)

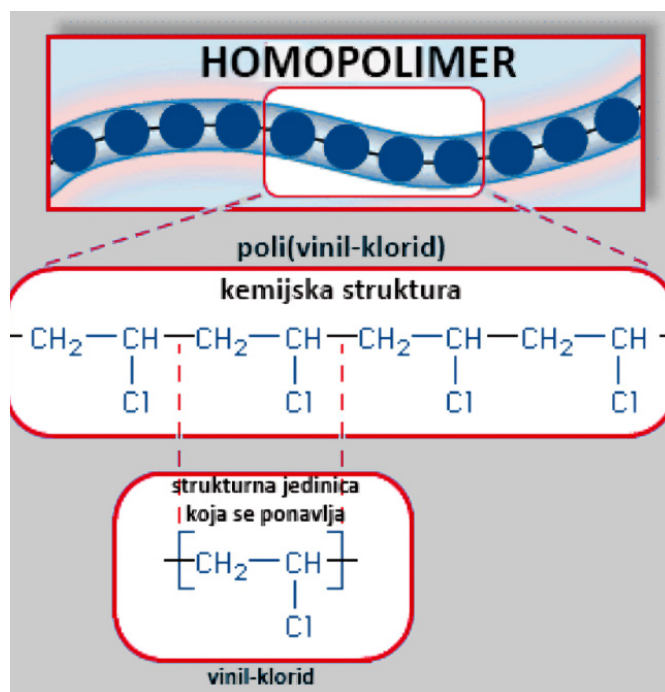


Elektrokatalitičkim umrežavanjem do dugotrajnijeg PVC-a

Laura Glavinić (FKIT)

Poli(vinil-klorid), PVC, treći je polimer po obujmu proizvodnje u svijetu, čija je industrijska sinteza započela prije gotovo sto godina, od kada kontinuirano raste.¹ Koristi se za proizvodnju stotina različitih materijala, poput vodovodnih cijevi, podnih obloga i medicinske ambalaže.

Ekonomska vrijednost PVC-a proizlazi ne samo iz niskih troškova proizvodnje, već i iz njegovih izuzetnih svojstava, među kojima se posebno izdvajaju visoka otpornost na kemikalije te povoljna mehanička svojstva, uključujući otpornost na vodu i različite vremenske uvjete.⁴ Dobra adhezij-



Slika 1 – Struktura poli(vinil-klorida)²





Slika 2 – Proizvodi od PVC-a³

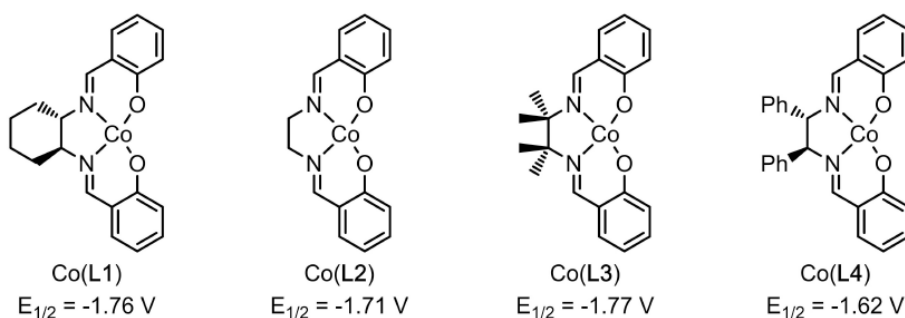
ska svojstva PVC-a omogućuju njegovu primjenu u tisku, na primjer za izradu tapeta i promotivnih materijala, dok zahvaljujući svojoj prozirnosti nalazi primjenu u proizvodnji folija, panela za prijenos svjetlosti i sličnih materijala.⁵⁶ Iako PVC nalazi primjenu u brojnim industrijama, najvažniji je u građevinskoj industriji, gdje se koristi za proizvodnju prozorskih i vratnih profila, vodovodnih i kanalizacijskih cijevi, kabela, izolacija, oluka, podnih obloga i krovnih membrana. Preko 70 % ukupne upotrebe PVC-a u Europskoj uniji (EU) otpada na građevinsku industriju.⁷

U čistom obliku, poli(vinil-klorid) je lomljiv i nefleksibilan materijal, sklon degradaciji pri izlaganju visokim temperaturama i tlakovima, zbog čega ga je prije daljnje upotrebe potrebno obraditi aditivima.⁸ Aditivi se dodaju primarno u svrhu poboljšanja mehaničkih, električnih i toplinskih svojstava PVC-a te kako bi učinili polimer fleksibilnim, dugotrajnim i omogućili njegovo oblikovanje. Najvažniji aditivi su stabilizatori topline, lubrikanti, punila, pomoćna sredstva za obradu, modifikatori udarca, pigmenti i plastifikatori.⁹ Nažalost, plastifikatori, stabilizatori i ostali aditivi s vremenom migriraju iz materijala, narušavajući njegova svojstva, onečišćujući okoliš i otežavajući reciklažu.

Znanstvenici sa Sveučilišta Ohio State, predvođeni prof. Christom S. Sevovim, razvili su inovativno rješenje: elektrokatalitičku metodu umrežavanja, kojom se plastifikatorima slične funkcionalne skupine trajno kovalentno vežu na osnovni PVC-lanac.¹⁰ Njihovo istraživanje otvara put prema dugotrajnijim i kemijski otpornijim PVC materijalima, bez tipičnih problema koji se javljaju klasičnim načinima dodatka plastifikatora.

Sušтина metode je jednostavna: umjesto da se plastifikatori samo fizički umiješaju u polimer, oni se ovom tehnikom kemijski vežu za samu PVC-molekulu. Tim je osmislio elektrokatalizatore na bazi kobalta koji selektivno aktiviraju C–Cl veze u PVC-u, omogućujući naknadno spajanje akrilatnih skupina — kemijskih jedinica sličnih najčešće korištenim plastifikatorima.

Kako bi poboljšali selektivnost reakcija umrežavanja PVC-a i istovremeno suzbili neželjene reakcije poput protodehalogenacije i cijepanja lanaca, istraživači su ispitali niz kobaltnih katalizatora različitih redoks potencijala i prostorne zagušenosti. Katalizatori s nešto blažim redukcijским potencijalima Co(L2) povećali su učinkovitost umrežavanja, dok su oni s većim ligandima Co(L3) značajno favorizirali umrežavanje u odnosu na dehalogenaciju. Optimalna kombinacija Co(L4) spojila je oba svojstva te omogućila najveći stupanj umrežavanja (16 %) i potpuno potisnula SN2 mehanizam. Ipak, analiza gel permeacijskom kromatografijom pokazala je da svi umreženi polimeri imaju niže molekulske mase u odnosu na izvorni PVC, što upućuje na određeni stupanj cijepanja lanaca tijekom elektrokatalize. Naknadni eksperimenti potvrdili su da je do degradacije dolazilo uglavnom zbog strukture i koncentracije katalizatora. Glomazniji ligandi pomogli su očuvanju integriteta polimera, dok je smanjenje količine katalizatora s 10 mol % na 1 mol % znatno smanjilo cijepanje lanaca i očuvalo molekulsku masu bez gubitka u gustoći umrežavanja. Ovi rezultati potvrđuju da se pažljivim podešavanjem steričkih i elektronskih svojstava katalizatora te optimizacijom reakcijskih uvjeta može značajno unaprijediti kemoselektivnost i kvaliteta modificiranih PVC materijala.



Slika 3 – Ispitivanje katalizatora za funkcionalizaciju PVC-a¹⁰

Nastali modificirani PVC pokazao je značajna poboljšanja u odnosu na konvencionalne plastike, uz niže staklište (T_g) što upućuje na povećanu fleksibilnost. Kada su uzorci ovako dobivenog PVC-a bili izloženi toluenu, snažnom organskom otapalu, plastifikatori nisu migrirali čak ni nakon nekoliko dana, dok su kod klasičnih PVC proizvoda aditivi gotovo u potpunosti ekstrahirani već nakon 30 minuta, ostavljajući plastiku lomljivom.

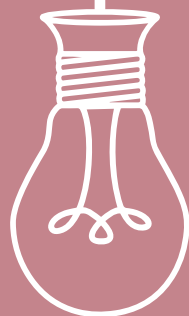
Opisano istraživanje doprinosi neprestanom razvoju novih, poboljšanih PVC materijala. Kovalentnim vezanjem plastifikatorskih skupina na polimerni lanac znatno se usporava njihova mi-

gracija, čime se produljuje uporabni vijek materijala. Usporavanjem degradacije PVC materijala, koja je jedan od glavnih uzroka rastućeg problema mikroplastike, smanjuje se i njegov negativan utjecaj na okoliš.

Razvijena metoda elektrokatalitičkog umrežavanja PVC-a pokazuje velik potencijal prema izradi plastičnih materijala s duljim životnim vijekom. Ovakvi pristupi ne samo da povećavaju trajnost i sigurnost PVC proizvoda, već doprinose i stvaranju održivijih rješenja u industriji plastike, čime odgovaraju na sve izraženije ekološke izazove suvremenog društva.

Literatura

1. Plastics Europe. Plastics the Facts, An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data; Plastics Europe: Brussels, Belgija, 2021.
2. <https://www.britannica.com/science/polyvinyl-chloride> (pristup 25.4.2024.)
3. <https://www.bpf.co.uk/plastipedia/polymers/pvc.aspx> (pristup 25.4.2024.)
4. Wypych, G. PVC Degradation and Stabilization; Elsevier: Toronto, ON, Canada, 2020.
5. Brockmann, W., Geiß, P. L., Klinge, J., Schröder, K. B. (2009). Adhesive bonding: materials, applications and technology. John Wiley Sons.
6. Lewandowski, K., Skórczewska, K. (2022). A brief review of poly (vinyl chloride)(PVC) recycling. *Polymers*, 14(15), 3035.
7. <https://pvc.org/pvc-applications> (pristup 25.4.2024.)
8. Elgharbawy, A. (2022). Poly vinyl chloride additives and applications-a review. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 12(3).
9. Ding, L., Yu, X., Guo, X., Zhang, Y., Ouyang, Z., Liu, P., Zhang, C., Wang, T., Jia, H., Zhu, L. (2022). The photodegradation processes and mechanisms of polyvinyl chloride and polyethylene terephthalate microplastic in aquatic environments: Important role of clay minerals. *Water Research*, 208, 117879.
10. Zackasee, J. L., Srivardhan, V., Truesdell, B. L., Vrana, E. J., Sevov, C. S. (2025). Electrocatalytic grafting of polyvinyl chloride plastics. *Chem*, 11(1).



SCIENCE INFLUENCER

IV. MUZZA Tjedan znanosti 2025.

Laura Čavec (FKIT)

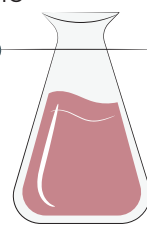
U svijetu gdje znanost svakodnevno oblikuje našu budućnost, sve je važnije približiti ju onim najmanjima. Upravo s tom misijom i ove godine u Zagrebu održao se 4. MUZZA festival znanosti. Festival koji na zabavan, interaktivan i edukativan način pruža uvid u široki spektar STEM područja prvenstveno predviđen za djecu i mlade, ali i odrasle. Ove godine Tjedan znanosti održavao se od 10. do 13. travnja u zgradi Rektorata Sveučilišta (SEECCEL). Kroz radionice, predavanja i eksperimente, MUZZA pruža priliku svim znatiželjnim umovima da se upuste u svijet inovacija, otkrića i kreativnosti. Ove godine festival je okupio više od stotinu aktivnosti, fokusirajući se na teme poput svemira, robotike, umjetne inteligencije i održivih tehnologija.

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije i ove godine u MUZZA LAB-u predstavio se je u 18 radionica. U prvom djelu radionica sudionici su mogli istražiti svijet molekula, enzima i lijekova. Radionice "Slatke tajne enzima", "Život u kapljici vode", "Čarobni svijet lijekova: Kako kemija postaje naš superjunak", "Superjunaci znanosti: Hidrogenovi u akciji!", "Osjeti molekule u virtualnoj stvarnosti", "Sreća ili matematika?" približile su djeci kako znanost pomaže u svakodnevnom životu.



U drugom dijelu radionice su bile posvećene tehnologijama, kozmetici i okolišu. Djeca su kroz igre učila o tajnama proširene stvarnosti, 3D ispisu i važnosti brige za prirodu, ali i kako pripremiti vlastitu kremu kroz radionice kao što su "Kroz oči tajnog agenta", "Ekoglobus", "Proširena stvarnost u fizici", "3D ekspedicija: Misija izum", "Mali kozmetički laboratorij – Napravite sami svoju kremu", "Vodik, baterije i ostale priče...".

U posljednjem dijelu radionica glavne teme bile su energija, materijali i zdravlje. Radionice poput "Život bez čokolade nije život!", "Koljeno boli, lijek izvoli!", "Vodik, baterije i ostale priče...", "Energija iz pokreta: inovativni

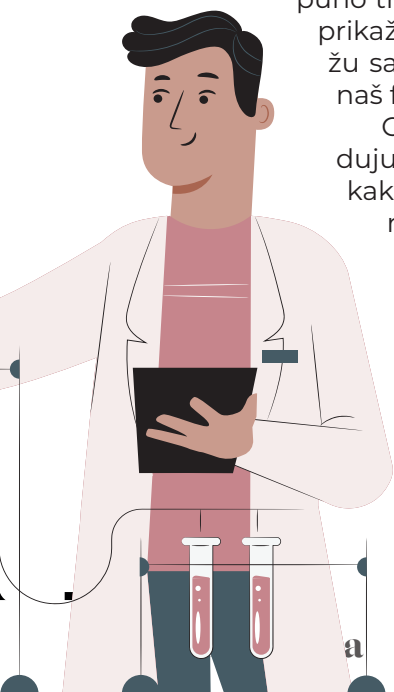




nanogeneratori u svakodnevnom životu!", „Boje inženjerstva“, „Silikati, oksidi ili dragulji mali, sve su to (nano)materijali“, „Hoćeš – nećeš pokus kreće“ učile su djecu o snazi inovacija i znanosti u svakodnevnom životu.

U MUZZA Labu vladala je vesela i znatiželjna atmosfera kroz cijele radionice. Oduševljena lica djece pozorno su promatrala svaki korak radionice i rado sudjelovala u eksperimentima. Svoje oduševljenje veseli mališani pokazali su nam i kroz postavljena pitanja na koja smo s veseljem odgovarali i komentirali pokuse koje smo zajedno izveli. Djeca i roditelji vratili su se svojim kućama puni entuzijazma i zahvalnosti, ali i puni lijepih riječi i pohvala koje puno znače profesorima, asistentima i studentima koji su uložili puno truda da naš maleni fakultet prikažu u velikom svjetlu i pokažu samo dio znanosti kojima se naš fakultet bavi.

Gledati djecu kako se raduju svakom novom otkriću i kako znatiželjno traže odgovore podsjeća koliko je važno ulagati u njihovo obrazovanje od malenih nogu. Njihova znatiželja i ideje grade budućnost znanosti i tehnologije. Zato im treba dati priliku, podršku i znanje kako bi mogli razviti svoj puni potencijal.



Proslava 8. rođendana SSHDKI-ja

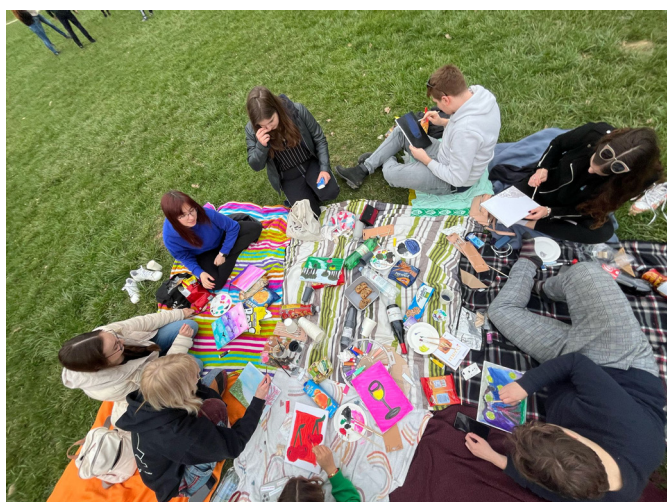
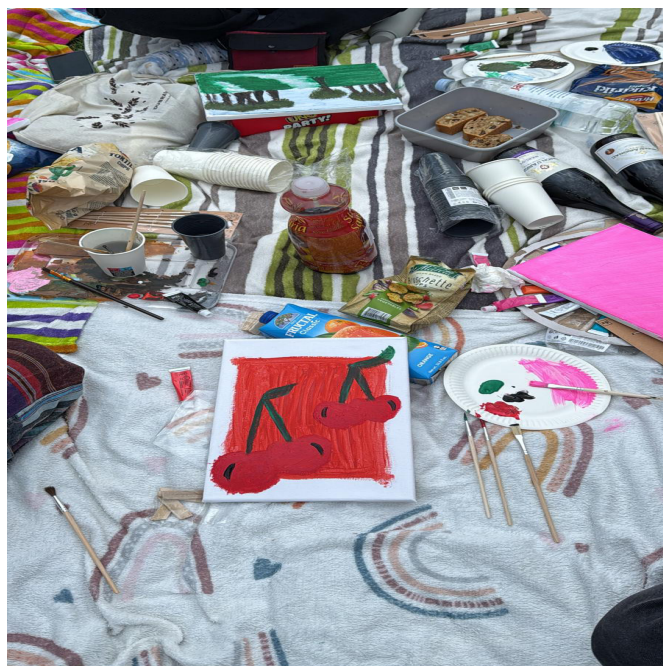
Dora Ljubičić (FKIT)

Članovi Studentske sekcije HDKI-ja proslavili su 22. ožujka 2025. 8. rođendan Sekcije. Ona se održala u parku Maksimir, gdje su članovi crtali na platnu, točnije održali takozvani *Paint and wine*.

Bilo je tu svakakvih kreacija koje ćete moći vidjeti u nastavku, a zabave svakako nije nedostajalo. To je zapravo nemoguće uz dobru hranu, piće i odlično društvo.

Iako je rođendan Sekcije 12. travnja, proslavljen je malo ranije, a ovim putem želim našoj Sekciji sretan rođendan i da ih ima još puno!

Slike govore više od riječi pa ćete u nastavku moći vidjeti kako je izgledala proslava rođendana.



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, OBRAZOVANJA I MLADIH
<https://mzom.gov.hr/>

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 različite prirodne pojave kako bi ljudska vrsta mogla napredovati. Današnji svijet kakvog ga znamo, postoji zbog uspjeha genijalnih umova znanstvenika koji su od djetinjstva gorljivo proučavali svaku pojavu koja je privukla njihovu pozornost u raznim područjima njihova interesa. Oduševljenje, strast, predanost i trud koji su uložili u svoj posao, pomogli su im da otkriju nešto novo o svijetu u kojem živimo, a svojim radom za dobrobit čovječanstva, zajedno s različitim izumima, učinili su moderni život lakšim. Ovom listom odajemo počast najvećim umovima koji su promijenili svijet. Aristotel je bio genijalan starogrčki filozof i prirodoslovac. Bio je Platonov učenik, a sam je poučavao Aleksandra Velikog. Bivio se biologijom, zoologijom, etikom, politikom te je bio vrstan retoričar i logičar. Bivio se i teorijom fizike i metafizike. Stekao je znanje u različitim područjima svojim ekspanzivnim umom i radom na opsežnim tekstovima. Ipak, samo je mali dio njegovih tekstova sačuvan do danas. Njegova kolekcija biljnih i životinjskih uzoraka koje je klasificirao po njihovim obilježjima, predstavlja normu za daljnji rad na tom području. Tvrdio je da je čovjek po prirodi političko biće (zoon politikon) i da svoju suštinu izražava tek u zajednici. Arhimed je bio grčki fizičar, astronom i jedan od najvećih matematičara starog vijeka. Jedan je od najboljih znanstvenika koji su se probili u teoriji i u praksi. Bivio se običnim, praktičnim problemima, koji su bili primjenjivani na mnogim mjestima, od polja do rudnika. Najveću slavu stekao je svojim raspravama o zaobljenim geometrijskim tijelima, čiju je površinu i obujam izračunavao složenom metodom bliskom današnjem infinitezimalnom računu. Također je pronašao zakone poluge, položio osnove hidrostatici i odredio

