

reaktor IDEJA 5

službeno glasilo Studentske sekcije HDKI-ja | vol 7

ožujak 2023.

Od samoga početka, ljudi su imali razne ideje, filozofije, vjerovanja, provodili su pokuse i istraživanja kako bi mitove približili stvarnosti. Ljudi su kroz znanost proučili 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 sačuvaru normu za daljn tek u zajedni znanstvenika koji su se probili u teoriji i u praksi. Batio se običnim, praktičnim problemima, koji su bili primjenjivani na mnogim



ČIŠĆENJE OCEANA OD PLASTIKE: SAN ILI STVARNOST?

STR. 10

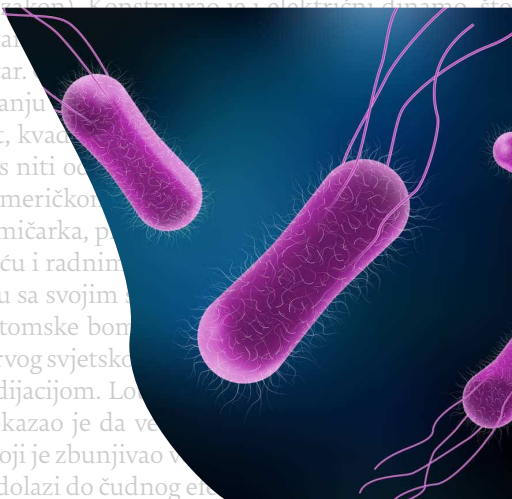
ac m rij Eu stao uka čar gač med lop riva o sta nst ma De nomopolarni motor i otkrio elektromagnetsku indukciju. Dokazao je da mijenjanjem magnetskog polja dobijemo električno polje (Faradayev zakon). Konstruirao je električni dinamo, što je pretoča modernog generatora. Njemu u čast, Gaiška jedinica za kapacitet nazvan je izumitelj i tehničar. Tesla na usavršavanju telegrafski aparat, kvad izum je i žarulja s niti od životnog vijeka američko 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 vinskome talogu, dolazi do čudnog e Ovo je otkriće impresioniralo utjecajne znanstvenike, a Pasteuru donijelo reputaciju. Na fermentaciji omogućio je Pasteuru da identificira promjene koje se događaju određenih mikroorganizama. Ovo je bilo kulture pravih organizama za dobro pivo. pretoči u boce. Danas je taj proces poznat k zarazne infekcije koja pogađa središnji živčan

ONEČIŠĆENJE DUŠIKOM

STR. 13



čija je površinu zakone poluge, ak za podizanje polemičar vičan oštro kritizirali. cine, Galileo je instrumentarij esečevih kratera tričnog sustava, je ideju principa nja astronomije i omašnoj obitelji pa gova najveća otkrića samo neke. Izumio je DOKAZAO JE DA MIJENJANJEM MAGNETSKOG POLJA DOBIJEMO ELEKTRIČNO polje (Faradayev zakon). Konstruirao je električni dinamo, što je pretoča modernog generatora. Njemu u čast, Gaiška jedinica za kapacitet nazvan je izumitelj i tehničar. Tesla na usavršavanju telegrafski aparat, kvad izum je i žarulja s niti od životnog vijeka američko 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 vinskome talogu, dolazi do čudnog e Ovo je otkriće impresioniralo utjecajne znanstvenike, a Pasteuru donijelo reputaciju. Na fermentaciji omogućio je Pasteuru da identificira promjene koje se događaju određenih mikroorganizama. Ovo je bilo kulture pravih organizama za dobro pivo. pretoči u boce. Danas je taj proces poznat k zarazne infekcije koja pogađa središnji živčan



BIOSENZORI ZA OTKRIVANJE BAKTERIJSKIH PATOGENA

STR. 29

ISSN 2584-6884
e-ISSN 2459-9247
Zagreb



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

I uz to učiniti našu struku sjajnom?

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

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

Podržite rad Studentske sekcije donacijom

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

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

Reaktor ideja – više od studentskog časopisa.



MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA

www.mzo.hr



STUDENT
SKI ZBOR
SVEUČILIŠTA
U ZAGREBU



Uredništvo Reaktora ideja

Dragi čitatelji,

predstavljamo Vam peti broj Reaktora ideja ove akademske godine!

U ovome broju imate priliku čitati o raznim temama iz područja inženjerstva, kao i o aktualnostima u području znanosti. Posebnost našeg časopisa je u tome što su znanstveno-popularne teme pisane na razumljiv i zanimljiv način čime je časopis prilagođen svim generacijama od srednjoškolaca do sveučilišnih profesora i akademika.

Također, ovom prilikom najavila bih i nadolazeći projekt Sekcije – *Business week* o čemu možete saznati više na Instagram profilu: @studentskasekcijahdki ili na Facebook profilu: StudentskaSekcijaHDKI

Uživajte u čitanju!

Samanta Tomičić,
glavna urednica

IMPRESSUM

Reaktor ideja

Uredništvo:

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

Glavna urednica:

Samanta Tomičić
(stomicic@fkit.hr)

Urednici rubrika:

Jurja Vukovinski
Jelena Barač
Dora Ljubičić
Lea Raos

Grafička priprema:

Samanta Tomičić
Jurja Vukovinski
Jelena Barač
Dora Ljubičić
Lea Raos

ISSN 2584-6884

e-ISSN 2459-9247

Vol. 7 Br. 5, Str. 1–39

Izlazi mjesečno (kroz akademsku godinu)

Časopis sufinancira Ministarstvo znanosti i obrazovanja
Republike Hrvatske, Zagreb

Zagreb,
ožujak, 2023.

SADRŽAJ

Kemijska posla.....	1
Znanstvenik.....	10
Boje inženjerstva.....	16
Scinfluencer.....	27





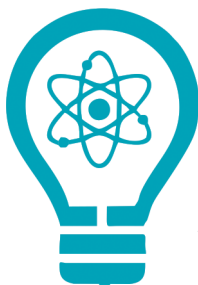
KEMIJSKA POSLA

Projekt CeSaR na FKIT-u – 4. dio

Doc. dr. sc. Jozefina Katić, prof. dr. sc. Marijana Kraljić Roković

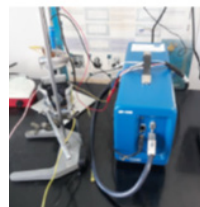
Projekt koji se trenutno odvija na našem fakultetu i koji je u završnoj fazi je „CeSaR na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije” (2020. – 2023.). Cilj projekta je unapređenje praktičnih vještina studenata te jačanje suradnje Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije s poslodavcima uspostavom Centra za savjetovanje i razvoj karijera studenata (CeSaR). Unutar projekta uveden je novi kolegij Stručna praksa na diplomskim studijima i ustrojena su četiri vježbališta sa suvremenom opremom za preddiplomske i diplomске studije.

Kroz nekoliko prijašnjih brojeva Reaktora ideja predstavljena su tri vježbališta, a u ovom izdanju predstavljamo vježbalište „Primjena elektrokemijskih tehnika (EIS) u području obnovljivih izvora energije i elektrokemijskih konverzijskih uređaja“ (Vježbalište 3) na Zavodu za elektrokemiju. Vježbalište vodi prof. dr. sc. Marijana Kraljić Roković sa suradnicama



doc. dr. sc. Jozefinom Katić i Ivanom Šoić, mag. appl. chem, dok je asistent Vedran Petrić, mag. appl. chem. sudjelovao na vježbalištu do veljače 2022.

Studenti polaznici na Vježbalištu 3 se u početnim terminima rada tijekom uvodnog predavanja upoznaju i osvježavaju postojeća znanja o AC i DC elektrokemijskim metodama (voltometrijske tehnike i elektrokemijska impedancijska spektroskopija). Dodatno, nadopunjavaju svoje znanje iz područja elektrokemijske kinetike i elektrokatalitičkih procesa, iz elektrokemijskih izvora energije, gorivnih članaka i superkondenzatora, te iz funkcionalnih nanostrukturiranih filmova.



Elektrokemijska impedancijska spektroskopija (EIS) moćna je *in situ* tehnika koja se koristi za karakterizaciju materijala, a temelji se na promatranju sustava koji ometa protok struje. Prikladna je za karakterizaciju raznih elektrokemijskih sustava i procesa (korozija, elektrodepozicija, biološki sustavi, biosenzori, baterije i superkondenzatori, gorivni članci i sl.). Također je prikladna za karakterizaciju različitih materijala i međufaznih granica (električka/dielektrička svojstva materijala i površina: metalni materijali, poluvodiči, ionski mediji, vodljivi polimeri, keramike, ambalažni materijali, mikroorganizmi, membrane, biološki materijali...). Koristi se u različitim primjenama: od mikrobiologije i medicine, ispitivanja svojstava različitih materijala, ispitivanja elektrokemijskih sustava i procesa do upotrebe u građevinarstvu i kontroli kvalitete hrane.

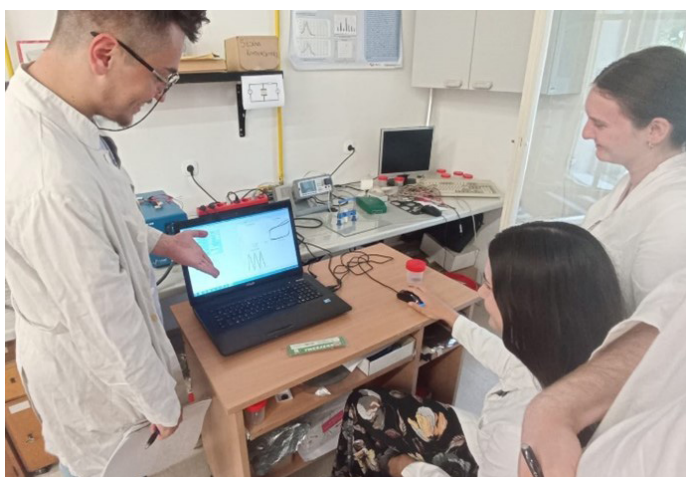
EIS mjerenja provode se primjenom malog sinusnog električnog napona na elektrodama povezanim s uzorkom pri širokom rasponu frekvencija. Na temelju izmjerenog odziva struje izračunava se impedancija kao funkcija frekvencije primijenjene sinusoidne pobude male amplitude. Po provedenom mjerenju, prikaz EIS mjerenja (impedancijskih spektara) uzima se za interpretaciju dobivenih impedancijskih podataka koristeći pristup odabira modela električnog kruga, tzv. električnog ekvivalentnog kruga (EEK). Odabire se strujni krug koji najbolje predstavlja impedanciju proučavanog sustava – provodi se matematičko usklađivanje, tj. modeliranje impedancijskih podataka kojim se dobivaju vrijednosti impedancijskih parametara. Tijekom modeliranja, odabiru se elementi električnog kruga koji odgovaraju fizikalnim procesima koji se odvijaju u ispitivanom sustavu. Svaka međufazna granica elektroda/elektrolit na kojoj se odvija elektrokemijska reakcija analogna je električkom krugu koji se sastoji od određene kombinacije električnih elemenata.

U sklopu vježbališta izvodi se nekoliko vježbi na razini prijediplomskog, odnosno diplomskog studija s ciljem upoznavanja korištenja raznih elektrokemijskih metoda, uključujući EIS i modeliranje podataka.

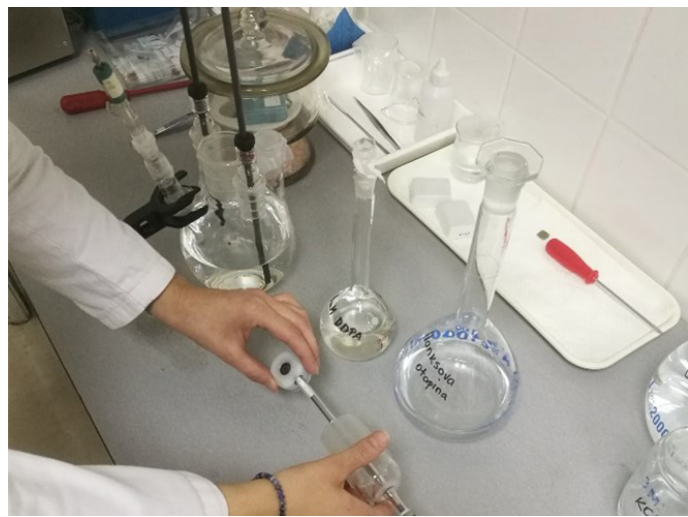
Studenti pristupaju praktičnom dijelu rada koji obuhvaća teme vježbi iz područja obnovljivih izvora energije i nanotehnologija i upoznaju se s važnosti korištenja obnovljivih izvora energije s ciljem ostvarivanja ekonomske i ekološke održivosti.

U sklopu vježbi studenti: (i) analiziraju različite elektrodne materijale i određuju kinetičke parametre za elektrokemijske reakcije s primjenom u elektrokatalizi, (ii) provode modifikaciju površina funkcionalnim nanostrukturiranim filmovima s ciljem dobivanja materijala poboljšanih svojstava površina sa širokom primjenom uključujući procese pretvorbe sunčevog zračenja u električnu energiju, (iii) ispituju rad gorivnog članka i sustava gorivnih članaka kao pretvornika energije i određuju karakteristike ispitivanih sustava, a gorivni članak se napaja vodikom iz spremnika vodika temeljenog na metalnom hidridu i vodika dobivenog elektrolizom vode, (iv) izrađuju elektrode i sastavljaju superkondenzator, elektrokemijski pretvornik i spremnik energije, pri čemu se određuju specifične vrijednosti kapaciteta, energije i snage dizajniranog superkondenzatora, a testiranjem rada kroz veći broj ciklusa punjenja i pražnjenja procjenjuje se stabilnost superkondenzatora.

Kako su problemi energetske krize uslijed nestašice/ograničene dostupnosti fosilnih goriva, globalno zatopljenje, efekt staklenika i velike količine emisijskih plinova jedan od najvećih izazova današnjice, obnovljivi izvori energije i razvoj uređaja za pretvorbu i skladištenje čiste energije predstavljaju atraktivno područje u tehnologiji i znanosti. Temama na vježbalištu 3 dobivaju se nova i nadograđuju postojeća iskustva i znanja iz elektrokemije i elektrokemijskog inženjerstva koja omogućavaju samostalno korištenje AC i DC elektrokemijskih metoda i pripadajuće opreme. Time se povećava konkurentnost na tržištu rada i stječu znanja i vještine za rješavanje problema iz područja obnovljivih izvora energije u realnom sektoru ili znanstveno-istraživačkom radu.



Slika 2 – Studenti prijediplomskog studija tijekom izvođenja stručne prakse na Vježbalištu 3 Zavoda za elektrokemiju u akademskoj godini 2021./2022.



Slika 3 – Studenti diplomskog studija tijekom izvođenja stručne prakse na Vježbalištu 3 Zavoda za elektrokemiju u akademskoj godini 2022./2023.



Slika 4 – Studenti prijediplomskog studija tijekom predavanja na Vježbalištu 3 Zavoda za elektrokemiju u akademskoj godini 2021./2022.

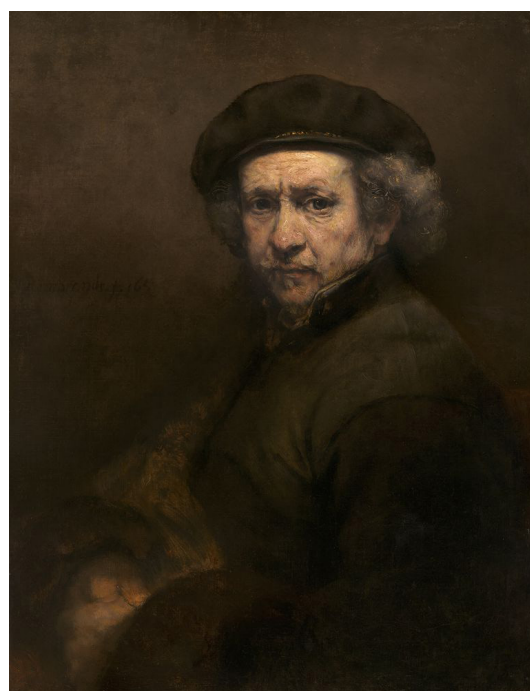


Neobičan spoj pronadjen u Rembrandtovoj Noćnoj straži

Tajana Rubilović (FKIT)

Međunarodni tim znanstvenika otkrio je rijedak spoj olova, format olova, u Rembrandtovom poznatom djelu *Noćna straža*. Ovaj spoj nikada prije nije bio otkriven u povijesnim slikama te nam zato ovo otkriće pruža potpuno novi uvid u slikarstvo 17. stoljeća, ali i u povijest očuvanja slike.

Rembrandt Harmenszoon van Rijn bio je nizozemski barokni slikar i bakropisac. S opusom od oko 300 bakropisa, 700 ulja na platnu i 1800 crteža perom, imao je ogroman utjecaj na nizozemsko slikarstvo. U razdoblju od 1628. do 1663. obučavao je mlade slikare, među kojima su i Gerrit Dou, Carel Fabritius te Gerbrand van den Eeckhout.



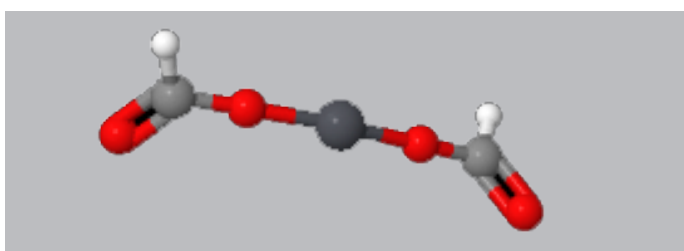
Slika 1 – Rembrandt, *Mali autoportret*, 1669. g.

Noćna straža, naslikana 1642., jedno je od najvažnijih i najpoznatijih Rembrandtovih djela. Zanimljivost je da je službeni naziv zapravo *Vojna četa kapetana Fransa Banninga Cocqa*, ali je svijetu poznatija kao *Noćna straža*. Originalno je bila veća, ali je, pri jednom od preseljenja, presječena s tri strane kako bi mogla proći kroz vrata amsterdamske gradske vijećnice. Danas je izložena u Rijksmuseumu u Amsterdamu gdje ju otprilike pogleda 2,2 milijuna posjetitelja godišnje.



Slika 2 – Rembrandt, *Noćna straža*, 1642. g.

Međunarodni tim znanstvenika iz Rijksmuseuma, CNRS-a, ESRF-a, Sveučilišta u Amsterdamu i Sveučilišta u Antwerpenu proučavali su kako materijali za slikanje reagiraju s vremenom i kemijski. Kako bi što uspješnije kemijski proučili materijale koje je Rembrandt koristio u *Noćnoj straži*, kombinirali su različite metode snimanja. Izravno na sliku primijenjen je instrument za skeniranje rendgenskim zrakama, a sitni fragmenti uzeti sa slike, proučavani su sinkrotronskim mikro rendgenskim sondama. Kombinacijom ovih dviju vrsta analiza otkrivena je neočekivana prisutnost formata olova.



Slika 3 – 3D prikaz formata olova ($C_2H_2O_4$)

Literatura

1. <https://www.sciencedaily.com/releases/2023/01/230117110452.htm> (11. 3. 2023.)
2. <https://smarthistory.org/rembrandt-the-night-watch/> (11. 3. 2023.)
3. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=52408> (11. 3. 2023.)
4. <https://www.britannica.com/biography/Rembrandt-van-Rijn/The-Leiden-period-1625-31> (11. 3. 2023.)
5. <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.17620403.html> (11. 3. 2023.)
6. <https://www.dailyartmagazine.com/15-things-you-may-not-know-about-the-night-watch-by-rembrandt/> (11. 3. 2023.)

Format olova, osim ovdje, prijavljen je samo još jednom 2020. godine. Pretpostavlja se da brzo nestaje te da zato nije otkriven na drugim starijim slikama. To povlači pitanje, zašto onda ovdje nije nestao? Jedna od hipoteza je da je Rembrandt kao organski medij koristio laneno ulje, koje je sadržavalo otopljeni olovni oksid. Zahvaljujući jednom od sudionika istraživanja, Europskom postrojenju za sinkrotronsko zračenje (ERSF-u), mogli bismo mapirati prisutnost formata olova na mikrometrijskoj skali te potom pratiti njegovo formiranje tijekom određenog vremenskog perioda. To bi moglo imati veliku ulogu u razumijevanju zašto je ovdje uočena prisutnost formata olova.

Potrebno je daljnje istraživanje podrijetla formata olova jer postoji mogućnost da je njegova prisutnost rezultat jedne od prošlih restauracija. U srpnju 2019. godine započela je najnovija restauracija *Noćne straže*, dok se prethodna odvijala se u periodu od 1946. do 1947. godine.



Slika 4 – Restauracija *Noćne straže*, 2019. g.

Ovo istraživanje ne pruža nam samo nove informacije o Rembrandtovim slikarskim tehnikama ili raznovrsnom utjecaju uljanih lakova, već otvara vrata prema boljem razumijevanju reaktivnosti povijesnih pigmenata te samim tim povećanju uspješnosti očuvanja baštine.



John B. Calhoun zamislio je „Svemir 25“ kao idealni svijet odnosno utopiju, u kojem će živjeti i razmnožavati se stotine miševa. Taj eksperiment trebao je biti temelj na osnovu kojeg bi znanstvenici pobliže mogli objasniti funkcioniranje ljudskog društva. Njegov znanstveni rad koristi se kao model za tumačenje društvenog kolapsa te služi kao točka za proučavanje urbane sociologije.

Calhoun je bio američki znanstvenik na Nacionalnom institutu za mentalno zdravlje koji je proučavao efekte prenapučenosti na ponašanje miševa. Eksperiment „Svemir 25“ započeo je 1968. godine tako što je četiri para miševa stavio u posebno dizajnirano stanište, takozvani „mišji raj“, s brojnim „stanovima“, pregršt potrepština za gniježđenje i neograničenom hranom, vodom te eliminiranom svakom mogućnosti razvoja bolesti. Jedina stavka koja je nedostajala u tom „mikrokozmosu“ bio je osobni prostor i to je prema pretpostavci Calhouna trebala biti prekretnica koja bi dovela do nevolje u raj.

U skladu s hipotezom, utopija se pretvorila u pakao već nakon godine dana kada se gustoća populacije našla na vrhuncu. Nakon toga rast populacije pokazao je nagli i drastični pad te je znatno usporen. Miševi su pokazivali sve veću agresiju, razvili su abnormalno seksualno ponašanje i počeli su zanemarivati pa čak i napadati vlastite mlade. Takve uzorke ponašanja, bolje rečeno raspad društvenog reda, Calhoun je nazvao je bihevioralno potonuće. Ishod je potpuno povlačenje jedinki iz realnosti.



Slika 1 – J. Calhoun u staništu za miševe na vrhuncu njihove populacije

Nova klasa miševa?

Eksperimentom se pokazao uznemirujući ishod. Miševi okočeni u takvom kaotičnom, agresivnom okruženju nisu mogli stvarati normalne društvene veze niti se aktivno uključiti u složena društvena ponašanja kao što su udvaranje, parenje i njegovanje mladunčadi. Etiketirani su kao tinejdžerski delinkventi.



Slika 2 – Klase miševa u eksperimentu

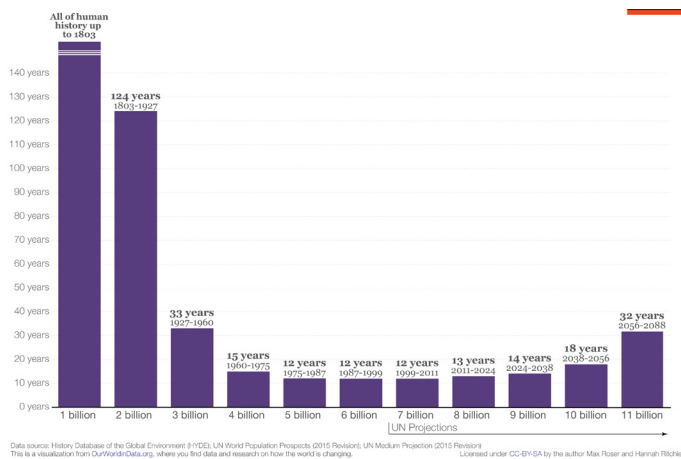
Umjesto interakcije s vršnjacima, mužjaci se posvećuju sami sebi te tvore novu klasu miševa nazvanu „lijepi miševi“ (slika 2). Imali su lijepo krzno s minimalnim brojem ožiljaka od ugriza. Uopće ih nije zanimalo parenje sa ženkama niti borba za prevlast. Samo su brinuli da dobro jedu i spavaju, nisu bili pod stresom za razliku od ostalih. Posljedično tome ženke više nisu postajale skotne što je uzrokovalo već ranije spomenuti nagli pad nataliteta kolonije. Miševi su, prema zapažanjima Ramsdena, mentalno ostali zarobljeni u infantilnoj fazi ranog razvoja čak i nakon što ih se upoznao s „normalnim“ miševima. Ono što je posebice šokiralo Calhouna bila je trajna nemogućnost oporavka miševa iz eksperimenta.

Kad je broj miševa dostigao 600, između njih je formirana hijerarhija i pojavili su se „jadnici“ i „otpadnici“ - oni koji su izgubili borbe za prevlast nad ženkama i teritorijem. Počeli su i međusobni sukobi u kojima su veći miševi napadali one niže u hijerarhiji. Mužjaci su razvili psihičke probleme i ženke su se uslijed novonastalog nereda osjećale nezaštićeno i pod stresom te su agresiju usmjerile na svoje potomke.

U jednom su trenutku „lijepi miševi“ i izolirane ženke činili većinu populacije, što se odrazilo na mortalitet novorođenčadi koji je dostigao 100 %, a reprodukcija 0 %. Među takvim miševima primijećena je homoseksualnost uz istovremeno povećanje kanibalizma usprkos neograničenoj količini dostupne hrane. Dvije godine nakon početka eksperimenta okočeno je posljednje mladunče i do 1973. „Svemir 25“ ubio je i posljednjeg miša u mikrokozmosu. Calhoun je ponovio isti eksperiment 24 puta i svaki je davao isti ishod – uništenje kolonije.

Je li taj model ponašanja miševa primjenjiv na ljudsko društvo?

Calhoun je antropomorfizirao svoja otkrića. „Svemir 25“ metafora je za ljudsko društvo. Kategorizirao je miševe u skupine kao što su „tinejdžerski delinkventi“, „društveni otpadnici“, „jadnici“ i sl. Jasno je vidljiva analogija sa skupinama unutar ljudskog društva. Brzi porast stanovništva za milijardu od 70-ih godina prošlog stoljeća potaknuo je pozadinski strah ljudi od prenapučenosti i pojave urbanog nasilja te moralnog srozavanja.



Slika 3 – Trend porasta stanovništva za 1 milijardu kroz povijest

S druge strane, prenapučenost ne mora nužno za sobom povlačiti kolaps društva jer ne proizlazi iz gustoće naseljenosti nego pretjerane socijalne interakcije i psihološkog stresa koji ona nosi. Calhoun je drugim eksperimentima prenaseljenosti pokazao da glodavci razvijaju nove, inovativne načine izgradnje tunela. Drugim su miševima, dodatkom novih soba u isti životni prostor, minimizirane negativne posljedice na društvo jer izbjegnute neželjeni kontakt s ostalim jedinkama. Pretpostavlja se da je tim otkrićima pokušao utjecati na arhitektonski dizajn u društvu što bi imalo pozitivan učinak i na socijalne interakcije s drugima i u krajnosti, na samo ponašanje individua. Tipičan primjer institucija sklonih pretrpanosti su zatvori i mentalne bolnice koje su bile prve na meti promjene za boljitak društva.

Znanstvenici su uočili iznenađujuću sličnost toka i rezultata „Svemir 25“ s ljudskim društvom kroz povijest sve do danas. Industrijska revolucija označila je uspon i rast stanovništva, koje kroz 19. i 20. stoljeće doživljava *boom* s naglim porastom nataliteta. Natalitet je u razvijenim zemljama s godinama doživio značajan pad s postotkom ispod održavanja broja stanovnika što znači polaganom izumiranje tog stanovništva. Mladi ljudi u takvim okolnostima sve više gube interes za reprodukcijom i sve je raširenija pojava homoseksualnosti kao što je bio slučaj i s miševima u eksperimentu. Na temelju mnogih sličnosti s miševima, pojavila su se politička upozorenja da slična sudbina čeka čovječanstvo ako se nastavi takav trend rasta. Povećava se „upadanje“ žena u Calhounovo bihevioralno potonuće. To se očituje u učenju maladaptivnog ponašanja – odluka o neimanju djece koja „uništava vlastite genetičke interese“. Drugi kritičari osvrću se na gubitak tradicionalnih spolnih uloga koje rezultiraju agresivnim ženama i dekadentnim muškarcima koji ne ispunjavaju tradicionalne muške uloge. Takve će promjene, prema mišljenju nekih znanstvenika, dovesti do „pada zapada“.

Eksperiment je doživio kritike zbog stvaranja situacije gdje agresivniji miševi (1 % pojedinaca u vrhu društva) kontroliraju teritorij, resurse i izoliraju sve ostale, a ne zbog stvaranja problema prenapučenosti kao povećanja gustoće populacije.

Druga mogućnost kolapsa „Svemir 25“ je paralela koja ukazuje na opasnost socijalističkih država koje pružaju materijalna dobra (kao što je u eksperimentu miševima pružena neograničena količina hrane, vode itd.), ali uklanjaju zdrave izazove koji grade karakter i promoviraju osobni rast života ljudi. Ista se stvar može reći i za proizvodnju hrane u stvarnom svijetu. Postoji mogućnost da problem ne leži u adekvatnosti resursa, nego u njihovoj kontroli.

Različita kontradiktorna mišljenja teoretičara i znanstvenika potkopavaju interpretaciju eksperimenta jer može postojati bezbroj razloga za društveni kolaps, ovisno o osobnim i političkim stavovima.

Koja se lekcija može naučiti iz eksperimenta?

Prema Calhounu, ako se ne ispune društvene uloge koje su potrebne s pojedincima koji su ih sposobni obavljati, nastupit će nasilje i narušavanje ljudske društvene organizacije. Opet se povlači paralela s miševima: kod onih koji nisu razvili sposobnost za izvršavanje osnovnih uloga/funkcija kolonije (udvaranje, parenje, teritorijalna obrana, majčinska brigada itd.), nema reprodukcije niti razvoja društvenog reda. Ljudi su društvena bića (kao i miševi), stoga su im potrebne društvene uloge koje imaju određeno značenje kako bi se osjećali ispunjenima i prihvaćenima u društvu. Bez tih uloga možemo isto kao i životinje postati depresivni, biti pod stresom i pokazati agresiju prema drugima. Naravno, postoje razlike u odnosu na miševima jer su ljudi sposobniji psihološki se nositi i prilagoditi stresnim situacijama tako da se ipak rezultati „Svemira 25“ ne mogu u potpunosti i doslovno primijeniti na ljudsko društvo.

Literatura

- <https://www.the-scientist.com/foundations/universe-25-1968-1973-69941> (14. 3. 2023.)
- <https://www.iflscience.com/universe-25-the-mouse-utopia-experiment-that-turned-into-an-apocalypse-60407> (14. 3. 2023.)
- <https://www.weforum.org/agenda/2021/12/world-population-history> (14. 3. 2023.)
- <https://www.sciencehistory.org/distillations/mouse-heaven-or-mouse-hell> (14. 3. 2023.)



Novo punilo za koštane implantate s povećanom bioaktivnošću

Monika Petanjko (FKIT)

Biopolimeri su polimeri koji mogu biti proizvedeni iz prirodnih izvora, kemijski sintetizirani iz biološkog materijala ili u potpunosti biosintetizirani od strane živih organizama. Korištenje biopolimera iz različitih izvora godinama se istražuje za farmaceutске i biomedicinske primjene. Obuhvaćaju nukleinske kiseline, koje su polimeri nukleotida, zatim bjelančevine, koje su polimeri aminokiselina, a obavljaju najrazličitije funkcije u svakoj živoj stanici te polisaharide, koji su polimeri šećera. U današnje vrijeme biopolimeri su naveliko proširili svoju upotrebu u medicini.¹

Međunarodni tim znanstvenika, uz suradnju istraživača iz Sveučilišta NUST MISIS, predložio je alternativno punilo za koštane „3D okvire” na temelju kalcijevog silikata. Navedeni okviri služe kao osnova za obnovu koštanog tkiva te radi boljeg preživljavanja obično se pune bolesnikovim stanicama. Prema tome, materijali za okvire ne samo da bi trebali biti biološki kompatibilni s ljudskim tijelom, već bi trebali poticati proces regeneracije tkiva i imati antibakterijsko djelovanje kako bi se spriječilo širenje bakterija na površini okvira. Stoga, jedan od glavnih zadataka inženjerstva tkiva je proučavanje i stvaranje novih materijala.²

Grupa znanstvenika predvođena Fyodorom Senatovom, direktorom Istraživačkog i obrazovnog centra za biomedicinski inženjering na Sveučilištu MISIS, i Rajanom Chowdharyjem s Tehničkog sveučilišta u Rigi, proizvela je dvije vrste koštanih okvira koristeći tehnologiju 3D printanja na temelju kompozitnih materijala polilaktida i volastonita (PLA/Wol) te polilaktida i hidroksiapatita (PLA/HAP).²

Okviri temeljeni na PLA/Wol pokazali su niže mehaničke performanse u usporedbi s PLA/HAP okvirima. U isto vrijeme, volastonit je spriječio stvaranje biofilma bakterije *Escherichia coli*, a MMSC, stanice bliske stanicama koštanog tkiva kolonizirale su se na površini. Ovo opažanje potvrđuje da volastonit ima i baktericidna i citokompatibilna svojstva te je alternativno punilo u kompozitnim materijalima na bazi polimera za proizvodnju okvira pomoću tehnologije 3D printanja.²

Rezultati istraživanja pokazali su da kemijski sastav okvira značajno utječe na adheziju, odnosno pričvršćivanje mikrobnih stanica na površinu te bi u budućnosti takvi okviri mogli naći svoju primjenu u kirurgiji kao implantati za kosti malog opterećenja, poput kostiju lubanje.²



Slika 2 – Ugradnja punila u lubanju



Slika 1 – Prikaz punila

Literatura

- <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/biopolymer> (18. 3. 2023.)
- <https://en.misis.ru/university/news/science/2023-01/8352/m> (18. 3. 2023.)

Novi pristup poboljšanju isporuke lijekova za liječenje tumora mozga u djece

Sanda Keškić (FKIT)

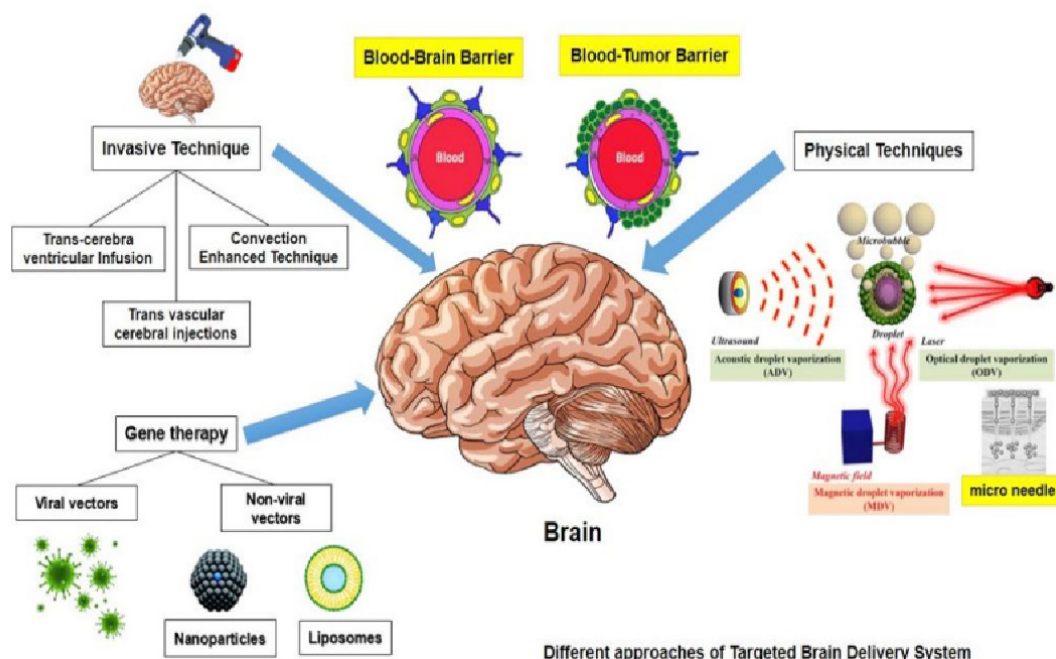
Isporuka lijeka odnosi se na sustav ili tehnologiju formulacije koja pomaže u transportu farmaceutskih spojeva unutar tijela kako bi pokazali svoje željeno terapijsko djelovanje. Može uključivati ciljani pristup (ciljanje specifične web lokacije) ili sustavni pristup na temelju (modifikacija farmakokinetičkih svojstava); u oba slučaja, koncentracija i trajanje lijeka u tijelu značajni su u isporuci lijeka. Pristupi davanju lijekova pomažu poboljšati različite farmaceutske parametre, profil otpuštanja lijeka koji modificira lijek i ADME (engl. *Adsorption, Distribution, Metabolism, Excretion*) parametre za razvoj sigurne i učinkovite formulacije za pacijente. Ključni scenarij u području isporuke lijekova je stvoriti ciljani sustav isporuke lijekova, noviji pristup isporuci lijeka, gdje se lijek aktivira samo na ciljnom mjestu. Glavni cilj pristupa ciljanom isporuci lijekova je smanjiti neželjene nuspojave uzrokovane konvencionalnim oblikom doziranja, te produljiti i lokalizirati lijek na ciljanom mjestu tako da mogu imati bolju interakciju sa zaraženim tkivima i pokazati željeni terapijski učinak.

Istraživači zdravstvenog sustava Mount Sinai i Centra za rak Memorial Sloan Kettering razvili su novi pristup isporuci lijekova koji koristi nanočestice kako bi se omogućila učinkovitija i ciljanija isporuka lijekova protiv raka za liječenje tumora mozga kod djece. Tumori mozga vodeći su uzrok smrti u djece oboljele od raka, a

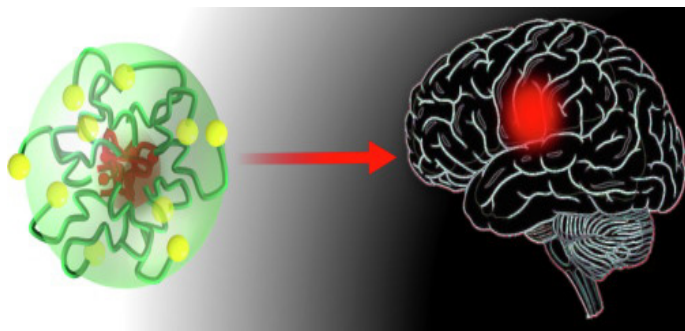
djeca s novodijagnosticiranim difuznim intrinzičnim gliomom pontine (DIPG), glioblastomom i relapsom malignih tumora mozga (meduloblastom, ependimom, gliom visokog stupnja) imaju izrazito lošu prognozu. Unatoč nedavnom napretku u liječenju tumora kod odraslih, liječnici nisu uspjeli postići značajan napredak kod djece s tumorom na mozgu. Jedan od važnih razloga su poteškoće u prolasku kroz krvno-moždanu barijeru, što dopušta samo malom postotku lijekova koji se daju u obliku tableta ili intravenskim injekcijama da dospiju do mozga.

Kako bi se riješio ovaj problem, razvijaju se inovativni pristupi koji precizno, sigurno i neinvazivno prelaze krvno-moždanu barijeru za žarišnu dostavu lijekova tumoru. Ovi pristupi omogućit će onkolozima da daju veće koncentracije lijekova izravno u tumor, čime će se sistemske nuspojave svesti na minimum. Tehnologija omogućuje poboljšanu isporuku lijekova protiv raka na određena mjesta tumora mozga, a istovremeno štedi normalne regije mozga. Rezultat je poboljšana učinkovitost i smanjena toksičnost lijekova protiv raka.

U ovoj studiji istraživači su koristili normalan mehanizam koji imunološki sustav koristi za prijenos bijelih krvnih stanica na mjesta infekcije, upale ili ozljede tkiva. Umjesto da nasumično šalje imunološke stanice po cijelom tijelu, postoji mehanizam za usmjeravanje na aktivirane krvne žile koji imunološke stanice koriste da odu tamo gdje su potrebne. Istraživači su koristili ovu jedinstvenu značajku samonavođenja, koja se također nalazi u krvnim žilama tumora mozga, kako bi svoje nanočestice napunjene lijekom ciljali na mjesto bolesti, a ne na normalne regije mozga. Koristeći novu platformu za isporuku lijekova u genetski relevantnom mišjem modelu meduloblastoma, istraživački tim je uspio poboljšati učinkovitost lijeka protiv raka koji bi potencijalno mogao biti koristan za podskupinu



Slika 1 – Sustav za ciljanu dostavu lijeka



Slika 2 – Nanomedicina kao oružje u borbi protiv tumora na mozgu

pacijenta s meduloblastomom, ali koji je trenutno ograničen zbog toksičnosti koju sekundarno stvara kod djece. U drugom projektu, dr. Zacharoulis istražuje uređaj koji koristi dinamički ultrazvuk (FUS) u kombinaciji s

intravenozno ubrizganim mikromjehurićima za nježno odvajanje stanica krvno-moždane barijere, omogućujući terapijama da dosegnu tumor na mozgu. Liječnici i biomedicinski inženjeri koji rade na tom projektu tvrde da iako su mnoge druge grupe pokušale slično raditi, njihovi uređaji zahtijevaju kiruršku implantaciju, dok je uređaj njihovog tima neinvazivan.

Razvoj ovih pristupa zahtijeva interdisciplinarnu suradnju toliko stručnjaka, tehničara i znanstvenika. Istraživači predviđaju da će kontinuirano istraživanje i razvoj ove metode za iskorištavanje i poboljšanje transporta materijala preko krvno-moždane barijere i drugih mjesta biti od ključne važnosti za poboljšanje učinkovitosti nekoliko klasa odobrenih i eksperimentalnih terapeutika. Ova platforma za dostavu lijekova može se koristiti za liječenje raka u mozgu i drugim dijelovima tijela, kao i drugih bolesti povezanih s upalom u središnjem živčanom sustavu i drugdje.

Literatura

1. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fonc.2023.1084289/ful> (17. 3. 2023.)
2. K.M. Asha Spandana, Mahendran Bhaskaran, V.V.S.N.Reddy Karri, Jawahar Natarajan, A comprehensive review of nano drug delivery system in the treatment of CNS disorders, *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, Volume 57, 2020
3. M.I. Teixeira, C.M. Lopes, M.H. Amaral, P.C. Costa, Current insights on lipid nanocarrier-assisted drug delivery in the treatment of neurodegenerative diseases, *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, Volume 149, 2020, Pages 192-217
4. Z. Varsha Gite, K. Vaishali Ghume and Dr. N. Ramanlal Kachave, Brain targeted drug delivery system, *world journal of pharmaceutical and medical research*, 2020; 6: 11.



ZNANSTVENIK

Čišćenje oceana od plastike: san ili stvarnost?

Antonela Čugalj (FKIT)

Onečišćenje oceana i rijeka plastikom jedan je od najhitnijih ekoloških problema današnjice. Proizvodnja plastike dosegla je 359 milijuna tona u 2018., a do 2050. godine bit će godišnja proizvodnja od 2 milijarde tona. Procjenjuje se da se otprilike 8 milijuna tona plastike odloži u more svake godine, što čini 80 % ukupnog oceanskog otpada. Predviđa se da će troškovi povezani s problemima uzrokovanim ovim zagađenjem za ribarsku industriju, divlje životinje i turizam biti najmanje 8 milijardi dolara. Kada plastika dospije u vodu, ovisno o sastavu, dio nje potone, a dio ostane na površini. Plastika se u vodi postupno raspada i postaje mikroplastika, koje morski životi često gutaju, a mnogo ih je teže izvaditi i reciklirati. Ako se sadašnji trend onečišćenja plastikom nastavi, procjenjuje se da će do 2050. godine u oceanima biti više plastike nego ribe i da će 99 % morskih ptica gutati plastiku. Jedan veliki doprinos oceanskoj plastici su rijeke koje nose smeće dok prolaze kroz gradove i na kraju ga talože u moru.¹



Što se dogodilo s The Ocean Cleanup – sustavom koji bi oceane oslobodio plastike? Bio je to ambiciozan plan koji je osmislio mladi nizozemski poduzetnik da „oslobodi svjetske oceane od plastike”. Ako ne, evo kratkog osvježenja: godine 2013., 18-godišnji Boyan Slat odustao je od studija zrakoplovnog inženjerstva nakon što je TED govor koji je održao prethodne godine postao viralan. U svom govoru, g. Slat je iznio svoje uvjerenje da bi dobro osmišljen, plutajući sustav mreža mogao očistiti Veliku pacifičku mrlju smeća – koncentrirani vrtlog plastike u Tihom oceanu – u roku od pet godina. Jašući na velikom valu publiciteta nakon što je njegova prezentacija stigla do YouTubea, g. Slat je pokrenuo kampanju skupnog financiranja, zatim studiju izvedivosti i na kraju počeo raditi na prototipovima za sustav za uklanjanje 90 % plutajuće plastike iz svjetskih oceana 2040.

Dok je malo tko mogao dovesti u pitanje načelo ili uvjerenje g. Slata u projekt, mnogi su dovodili u pitanje njegovu izvedivost. U godinama otkako je The Ocean Cleanup pokrenut, dizajni su testirani, propadali, usavršavani i ponovno testirani. U međuvremenu se problem plastike u svjetskim oceanima znatno pogoršao. Stoga vrijedi ponovno provjeriti The Ocean Cleanup i je li san gospodina Slata imalo bliže ostvarenju.²

Ocean Cleanup razvija i skalira tehnologije za oslobađanje oceana od plastike. Da bi to postigli, usmjerili su početne napore čišćenja oceana na mjesto gdje mogu postići maksimalan učinak – Velika pacifička mrlja smeća (GPGP) koja se nalazi između Kalifornije i Havaja, gdje njihovo prvo eksperimentalno veliko rješenje za čišćenje, System 002, skuplja žetvu plastike tijekom svojih testnih kampanja 2021. i 2022.²

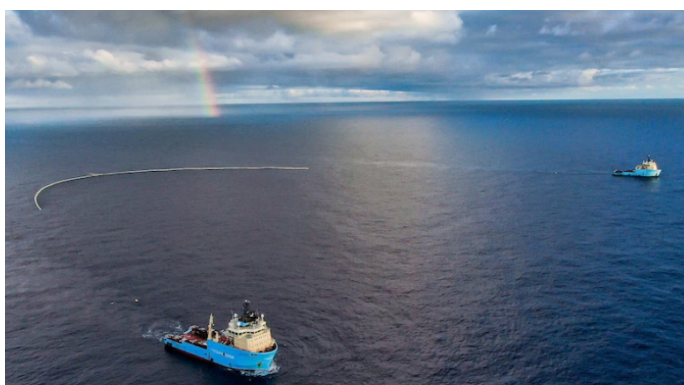


Slika 1 – Raniji sustav testiran u Velikoj pacifičkoj mrlji smeća

Njihova tehnologija čišćenja oceana je potvrđena i dosljedno uklanja plastiku iz GPGP-a. Sljedeći korak u njihovoj misiji je prijelaz s ovog uspješnog probnog sustava na sustav koji je dovoljno velik i učinkovit da očisti cijeli GPGP. Sada se ide prema fazi povećanja projekta sa sustavom 03, tri puta većim od sustava 002 i sposobnim za hvatanje puno većih količina plastike po nižoj cijeni po uklonjenom kilogramu tijekom cijele godine. Vjeruje se da ogromna povećanja veličine i vremena rada mogu rezultirati sustavom koji je deset puta učinkovitiji od svog prethodnika.²

2023: Sustav 002B i 03?

Ocean Cleanup trenutno testira sustav 002B, koji uključuje, između ostalog, plastični kompaktor na brodu. I kaže da je u procesu skaliranja na System 03, koji će biti tri puta veći od prototipa 002 i vjerojatno će biti model koji će izbaciti u velikom broju. Prema web stranici The Ocean Cleanup, sustav veličine 002 teoretski bi mogao očistiti smetlište, ali bi to bilo „nemoguće skupo”. “Flota dizajna sustava 002 zahtijevala bi više od 50 sustava za potpuno čišćenje GPGP-a, dok s povećanjem opsega i optimiziranom ukupnom učinkovitošću sustava 03, naše modeliranje sugerira da bi moglo biti moguće očistiti cijeli GPGP sa samo 10 sustava.”



Slika 2 – Brodovi će vjerojatno biti glavni trošak u dizajnu sustava 03 Ocean Cleanupa

Uz usavršavanje dizajna sustava 03, The Ocean Cleanup kaže da radi na svom „ključnom pokazatelju učinka” – omjeru cijene i čišćenja.²

Hoće li uspjeti?

U ranijim iteracijama projekta, sam g. Slat je rekao da bi mreže koje pokreću brodovi bile pretjerano skupe – otuda i pokušaji pasivnog sustava. Prema Australskom nacionalnom centru za oceanske resurse i sigurnost, trošak rada plovila u novom sustavu bio bi ogroman. „Temeljni problem bi bio da dva plovila koja on ima, ta ribarska plovila, koštaju 15 do 20 000 eura dnevno. Za recikliranje plastike male vrijednosti to nije održivo”, rekao je profesor sa Sveučilišta Wollongong. S deset od tih sustava koji rade iz dana u dan, računali bi se gomilali vrlo brzo. Iako se mnoga predviđanja iz njegovog prvotnog predstavljanja nisu ostvarila, The Ocean Cleanup bio je nevjerojatno uspješan u prikupljanju novca. U jednoj akciji prikupljanja sredstava tijekom šest mjeseci do svibnja 2017., na primjer, prikupljeno je više od 32 milijuna eura.²

Grupa također ima legiju partnerstava s globalnim tvrtkama – među kojima su banke, broderske tvrtke i velike etikete bezalkoholnih pića. Također je korisnik filantropa i vladinih sponzora. Dakle, pod pretpostavkom da može pronaći način da prevlada prepreku financiranja operacije, može li uspjeti? Jedan veliki problem s kojim će se suočiti, jest to što smetlište nije ujednačen otok plastike. Neka mjesta imaju puno plastike, dok su druga područja rijetka. UN procjenjuje da svake godine najmanje 14 milijuna tona plastike dospije u oceane. Problem je, a stara je izreka, ako ovisite o čišćenju, čistit ćete do kraja života. Morate se baviti prevencijom.

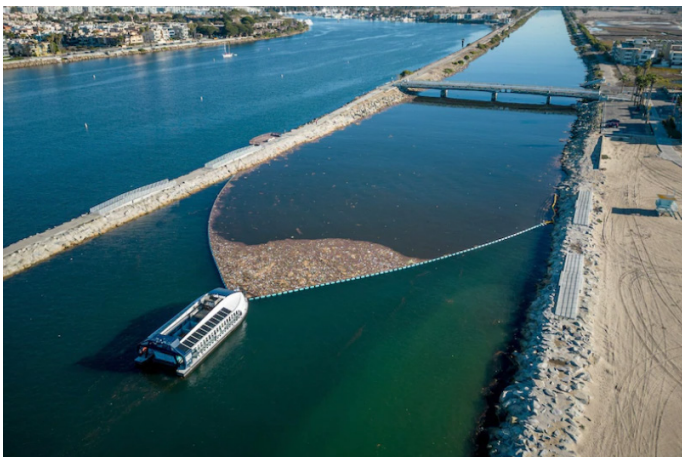


Slika 3 – Svake godine najmanje 14 milijuna tona plastike dospije u ocean

Morska ekotoksikologinja na Sveučilištu Southern Cross, rekla je da posao koji The Ocean Cleanup provodi u Pacifiku može pomoći u pokretanju potrebne prevencije. Slike čišćenja Velike pacifičke mrlje smeća šalju poruke koje pomažu u promjeni ponašanja ljudi. One su zaista važne vizualne poruke koje idu prema podizanju svijesti i suočavanju s problemom u njegovom izvoru. Zauzvrat, zajednica može izvršiti pritisak na industriju i regulatore industrije. Važno je da industrija preuzme odgovornost za cijeli proces procjene životnog ciklusa – od kolijevke do kolijevke, a ne od kolijevke do groba.²

Kako izgleda prevencija?

Iako projekt mreže The Ocean Cleanup u Pacifiku dobiva lavovski udio pozornosti, vlastite statistike pokazuju da je bio daleko uspješniji bliže obali. Izbacio je deset presretača, uključujući probne verzije, za skupljanje smeća u rijekama u SAD-u, Jamajci, Srednjoj Americi i Aziji. Godine 2022. The Ocean Cleanup prikupio je više od 153 tone smeća iz oceana. Ali njegovi presretači prikupili su gotovo 840 tona iz riječnih sustava. Iz The Ocean Cleanup poručuju da su presretači „zatvorili slavinu” i da je cilj čišćenja oceana uhvatiti se u koštac sa zagađenjem u 1000 najzagađenijih svjetskih rijeka.²



Slika 4 – Jedan od presretača Ocean Cleanupa u Los Angelesu

Fokusiranje financiranja na kopnene projekte imalo bi veći učinak u ovoj fazi od pokušaja čišćenja Velike pacifičke mrlje smeća. Projekti rađeni u Jakarti, u Indoneziji, pokušali su otkriti zašto su morski ostaci tamo. Glavni problem bio je samo nedostatak kućnog sustava odlaganja otpada. Ljudi su bacali plastične vrećice, uglavnom su ih raznosili psi, kiša, vjetar. Najbolja procjena je bila da je samo oko 50 % domaćeg smeća dospjelo na bilo koji oblik organiziranog odlagališta. Ali onda na odlagalištu nije bilo dobre ograde. Tako da ga je vjetar raznosio posvuda. Dakle, govorimo o vrlo velikim količinama novca za rješavanje tih problema u zemljama u razvoju.²

Otoci Keeling sastoje se od dva mala koralja atola oko 2000 kilometara od obale sjeverne Zapadne Australije. Unatoč populaciji od oko 600 ljudi, oni se utapaju u smeću iz samo nekoliko indonezijskih rijeka. Znanstvenici sa Sveučilišta Zapadne Australije, kažu da je situacija s plastikom na Keeling otocima jasno pokazuje važnost uklanjanja otpada na izvoru. Na Keeling otočje dospije 27 tona plastike godišnje. Otkriveno je da iz tri rijeke u Indoneziji dolazi 80 % plastike na Keeling. Bolja infrastruktura uz obrazovanje su najbolje preventivne mjere za zaustavljanje ulaska plastike u oceane. Idealno mjesto je zaustaviti ga na kopnu. Ako to ne uspije, treba ciljati na rijeke. Ali kad se plastika našla usred oceana, metoda koju je koristio The Ocean Cleanup bila je otprilike najbolja dostupna.²



Slika 5 – Otoci Keeling preplavljeni su plastikom, od koje većina dolazi iz samo nekoliko rijeka u Indoneziji

Mjerilo uspjeha organizacije Ocean Cleanup je može li smanjiti oceansku plastiku za 90 % do 2040. godine. Hoće li njezini naponi na Pacifiku ikada ispuniti obećanje, ostaje za vidjeti. S obzirom na dosadašnje rezultate prilagodbe „neplaniranim prilikama za učenje”, moguće je da će se u budućnosti više fokusirati na kopnena rješenja poput presretača. No s obzirom na velik i rastući problem plastičnog onečišćenja, u ovoj je fazi bilo što bolje nego ništa. Riječ je o malenom dijelu slagalice, ali svatko tko uloži vrijeme učinio je razliku.²

Literatura

1. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303243422000083> (14. 3. 2022.)
2. <https://theoceancleanup.com/updates/transition-to-system-03-begins/> (19. 3. 2023.)

Elektronička koža fleksibilna poput krokodilske kože

Katarina Marija Drmić
(mag. ing. cheming)

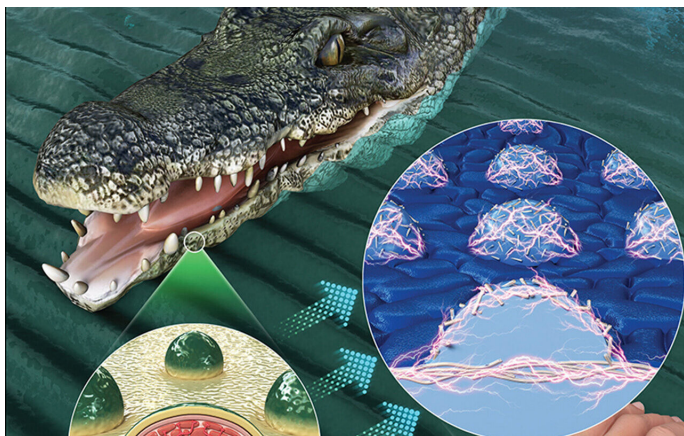
Razvoj elektroničke kože s višestrukim osjetilima ključan je za različita područja, uključujući rehabilitaciju, zdravstvenu zaštitu, protetske udove i robotiku. Jedna od ključnih komponenti ove tehnologije su rastezljivi

senzori tlaka koji mogu otkriti različite vrste dodira i tlaka. Nedavno je zajednički tim istraživača iz Postecha i Sveučilišta u Ulsanu u Koreji nedavno napravio značajan proboj uspješno stvarajući sveobuhvatno rastezljive senzore tlaka nadahnutog krokodilom kožom.^{1,2}

Tim koji stoji iza istraživanja vodili su profesor Kilwon Cho, dr. Giwon Lee i dr. Jonghyun Son s Odjela za kemijsko inženjerstvo u Postechu, zajedno s timom koji je vodio profesor Seung Goo Lee s odjela za kemiju na Sveučilištu u Ulsan. Inspiraciju su crpili iz jedinstvenog senzornog organa krokodilske kože i razvili senzore tlaka mikrodomima i naboranim površinama. Rezultat je bio rastezljivi senzor tlaka.^{1,2}



Krokodili, nevjerojatni grabežljivci koji provode većinu svog vremena potopljeni pod vodom, posjeduju izvanrednu sposobnost osjeta malih valova i otkrivanja smjera svog plijena. Ovu sposobnost omogućuje nevjerojatno sofisticirani i osjetljivi senzorni organ koji se nalazi na njihovoj koži. Organ se sastoji od hemisferičnih senzornih udara koji su raspoređeni u ponovljenom uzorku s naboranim šarkama između njih. Kad krokodil pomiče svoje tijelo, šarke se deformiraju, dok senzorni dio ne utječe na mehaničke deformacije, omogućujući krokodilu da održava izuzetnu razinu osjetljivosti na vanjske podražaje dok pliva ili lovi pod vodom.^{1,2}



Slika 1 – Krokodilska koža kao inspiracija za senzore

Istraživački tim uspješno je oponašao strukturu i funkciju osjetilnog organa krokodila kako bi razvio visoko rastezljivi senzor tlaka. Izmišljanjem hemisferičnog elastomernog polimera s osjetljivim borama koji sadrže dugu ili kratku nanožičama, stvorili su uređaj koji nadmašuje trenutno dostupne senzore tlaka.

Dok drugi senzori gube osjetljivost kada su podvrgnuti mehaničkim deformacijama, ovaj novi senzor održava svoju osjetljivost čak i kada se proteže u jednom ili dva različita smjera.^{1,2}

Zahvaljujući finoj naboranoj strukturi na svojoj površini, senzor može održavati visoku osjetljivost na pritisak čak i ako je podvrgnut značajnoj deformaciji. Kada se primijeni vanjska mehanička sila, naborana struktura se razvija, smanjujući napon na području osjetljivosti hemisfere koja je odgovorna za otkrivanje primijenjenog tlaka. Ovo smanjenje naprezanja omogućava senzoru da sačuva osjetljivost na pritisak čak i pod deformacijama. Kao rezultat toga, novi senzor pokazuje izuzetnu osjetljivost na pritisak, čak i kada se u jednom smjeru proteže do 100 % i 50 % u dva različita smjera.^{1,2}

Istraživački tim razvio je rastezljivi senzor tlaka prikladan za širok raspon nosivih uređaja s različitim aplikacijama. Da bi procijenili njegovu izvedbu, istraživači su senzor montirali na plastični krokodil i potopili ga u vodu. Zanimljivo je da je montirani senzor uspio otkriti male vodene valove, uspješno replicirajući osjetljive sposobnosti osjetilnog senzornog organa krokodila.^{1,2} „Ovo je nosivi senzor tlaka koji učinkovito otkriva pritisak čak i kad je pod zateznim naprezanjem”, objasnio je profesor Cho koji je vodio tim.¹

Literatura

- <https://www.sciencedaily.com/releases/2023/03/230316212539.htm> (19. 3. 2023.)
- Giwon Lee, Jonghyun Son, Daegun Kim, Hyeon Ju Ko, Seung Goo Lee, Kilwon Cho., Crocodile-Skin-Inspired Omnidirectionally Stretchable Pressure Sensor (Small 52/2022), Small, 2022

Onečišćenje dušikom

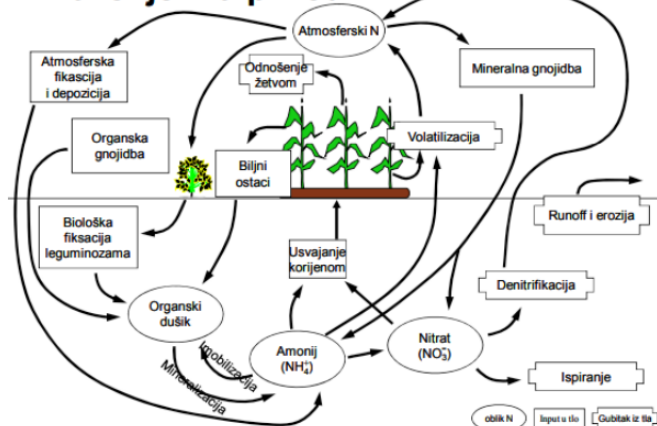
Adrijana Karniš (FKIT)

Dušik je široko rasprostranjen element u prirodi. Čini više od 78 % Zemljine atmosfere te je gradivni element bjelančevina, DNA i drugih organskih tvari, a značajan je za rast i razvoj biljaka. Onečišćenje dušikom nastaje kada je u prirodi prisutna prevelika količina dušika, primjerice amonijaka i dušikovog oksida.

Uzrok onečišćenja može biti prekomjerna uporaba umjetnih gnojiva (ureja), raspad velikih količina životinjskog gnoja, otpadne vode, promet te industrija. Ujedinjeni narodi upozoravaju ako se ne obuzda prenaseljenost planete u narednim godina će više od tri milijarde ljudi biti u siromaštvu. Rastuća potražnja za hranom doprinosi prekomjernoj uporabi umjetnih gnojiva kako bi se povećao prinos usjeva.

Kada dušik u svom aktivnom obliku, umjesto u tlu i biljkama, dospjeje u atmosferu u obliku NO₂ tada je on snažan staklenički plin. Potencijal zagrijavanja mu je 300 puta veći od ugljikova dioksida, a životni vijek u atmosferi je do 200 godina.

Kruženje N u prirodi



Slika 1 – Kružni ciklus dušika u prirodi

Osim u obliku stakleničkog plina dušik može podzemnim vodama dospjeti do vode za piće, a povišene koncentracije nitrata u vodi povećavaju rizik od nastanka raka te kod dojenčadi povećavaju rizik za nastankom methemoglobinemije, poznate pod nazivom „sindrom plave bebe”, koja smanjuje sposobnost vezanja kisika na hemoglobin te može biti kobna za bebe.

Methemoglobinemija je u povijesti dovela do toga da se u Ujedinjenom Kraljevstvu kontroliraju razine natrija u vodi za piće.

Jedna francuska studija povezuje utjecaj dugotrajnoj izloženosti NO_2 u onečišćenom zraku s nastankom raka dojke. Studija uključuje 5 222 slučaja raka dojke identificiranih u razdoblju od 1990. do 2011. godine korištenjem regresijskih modela. Osim na rak dojke, dušikov dioksid ima utjecaj i na nastanak raka pluća. Zaključak studije je dugotrajna izloženost NO_2 u zraku pozitivno je povezana s rizikom od nastanka raka dojke, a analiza podskupina ukazuje na veći rizik u postmenopausalnoj skupini.

Među ostalim rasipanje dušikom je i ekonomski problem koji opterećuje gospodarstvo. Prema UNEP-ovom (Ujedinjeni narodi za okoliš) Izvješću dušik košta globalno gospodarstvo 340 milijardi eura i 3,4 bilijuna eura godišnje kada se uzme u obzir njegov utjecaj na ljudsko zdravlje i ekosustav. Stručnjaci navode da je učinkovitija uporaba elemenata pri proizvodnji hrane ključna za smanjenje viška dušika koji dopijeva u okoliš.



Slika 2 – Granule uree

Rješenje u borbi s prekomjernom uporabom umjetnih gnojiva donosi nam gnojivo s kontroliranim otpuštanjem. Ovo gnojivo je ustvari urea obložena prerađenim škrobom koji je pokazao bolju toplinsku i mehaničku stabilnost. Škrob je jeftin, biorazgradiv i ekološki prihvatljiv polimer ugljikohidrata. Čisti škrob ima slabu mehaničku čvrstoću, sposobnost lijepljenja, viskoznost te se kao takav ne može koristiti u proizvodnji premaza koji usporavaju vodu. Kemijskim modificiranjem škroba proizvode se esteri i eteri poboljšanih svojstava koja mu omogućavaju primjenu u prehrambenoj i drugim industrijama. U navedenom radu kao otapalo je korištena deionizirana voda, a otopljena tvar je bila mješavina kukuruznog škroba, uree i borata ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot x \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Formirana su četiri sastava materijala za oblaganje te su ispitivana njihova reološka svojstva, fizikalna svojstva i svojstva premaza sa sporim otpuštanjem. Nakon pripreme materijala za oblaganje on je prevučen preko granulirane uree u reaktoru s fluidiziranim slojem. Nastali sloj materijala za oblaganje stvara fizičku barijeru na površini kako bi se kontrolirao prodor vode u jezgru te je gnojivo dostupno biljci dulji vremenski period. Istraživanje je dokazalo da škrob modificiran ureom i boratom ima dobru stabilnost i mehaničku čvrstoću tijekom vremena te postupno otpušta hranjive tvari u tlo, ali još nije poznata stopa ispuštanja gnojiva i praćenje potpunog vremena ispuštanja.

U borbi s onečišćenjem dušikom Skupština Ujedinjenih naroda za okoliš (UNEP) usvojila je rezoluciju o održivom upravljanju dušikom s ambicijom za „značajno smanjenje otpada dušika na globalnoj razini s vremenskim okvirom do 2030. godine i dalje”.

Literatura

1. <https://www.soilassociation.org/causes-campaigns/fixing-nitrogen-the-challenge-for-climate-nature-and-health/the-impacts-of-nitrogen-pollution/> (19.3.2023.)
2. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/four-reasons-why-world-needs-limit-nitrogen-pollution> (19.3.2023.)
3. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749122019339#bib29> (19. 3. 2023.)
4. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-62793-3> (19. 3. 2023.)

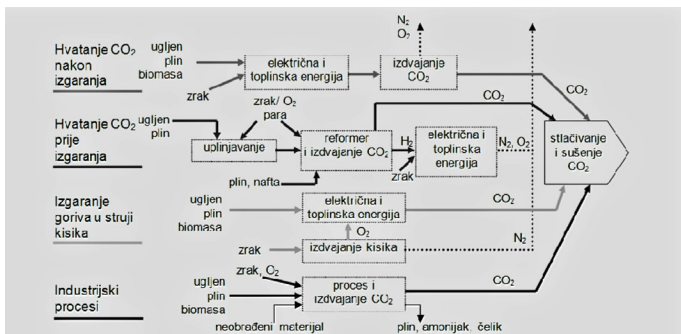
Membranski procesi za izravno hvatanje CO_2 iz zraka: mogućnosti i ograničenja

Ana Boltek (FKIT)

Poznato je da je CO_2 primarni staklenički plin emitiran u atmosferu kao posljedica ljudskih aktivnosti i smatra se da uzrokuje oko 55 % svjetskog globalnog zatopljenja. Glavni problem predstavlja preveliki agresivni utjecaj CO_2 uz ostale stakleničke plinove u atmosferi te su stoga potrebne hitne mjere i rješenja za smanjenje istih. Pritom se kao procesi najprikladnijima čine hvatanje i skladištenje CO_2 .

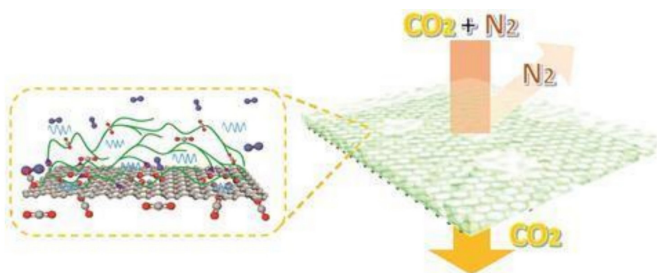
Sam proces hvatanja i skladištenja CO_2 sastoji se od tzv. prvog hvatanja CO_2 iz glavnih izvora kao što su: elektrane, tvornice cementa, visoke peći i rafinerije, a za koje se općenito zna da emitiraju oko milijun tona CO_2 godišnje ili čak i više. Ugljikov dioksid se nakon postupka hvatanja koncentrira, komprimira, transportira u cijevi i unosi u odgovarajuće stabilne i duboke geološke slojeve kako bi se postigla sigurnost tijekom dugoročnog skladištenja. Ugljikov dioksid se hvata iz dimnih plinova koji su nastali sagorijevanjem fosilnih goriva. Hvatanje se provodi različitim metodama kao što su: apsorpcija kemijskim otapalima, fizikalna i kemijska adsorpcija, odvajanje membranama i kriogeno odvajanje.

Postupak hvatanja pomoću membrana koristi propusne ili polupropusne materijale koji omogućavaju selektivni transport i odvajanje ugljikova dioksida iz dimnih plinova.



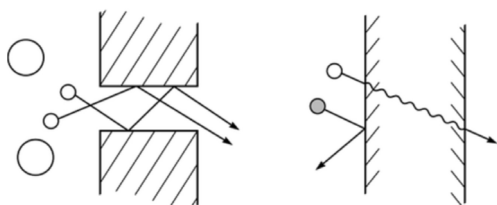
Slika 1 – Pregled procesa i sustava za hvatanje CO₂

Postupak ne uključuje skladištenje i rukovanje opasnim kemikalijama, već jednostavan rad, toleranciju na visoki sadržaj SO_x i NO_x spojeva i učinkovito hvatanje CO₂. Prve uspješne industrijske membranske sustave za odvajanje plina izgradio je Monsanto (američka tvrtka za proizvodnju i prodaju agrokemijskih proizvoda, sjemena i za genetičko inženjerstvo) 1979. – 1980. g. Sustavi su odvajali vodik od dušika, argona i metana u plinu za pročišćavanje postrojenja za sintezu amonijaka. Od 1980-ih, membrane za odvajanje plina pronašle su primjenu u raznim procesima, od kojih je najvažnije odvajanje CO₂ iz prirodnog plina i vodika iz raznih rafinerijskih i petrokemijskih procesa.



Slika 2 – Pojednostavljen prikaz filtriranja ugljikova dioksida pomoću membrane

Čistoća CO₂ vrlo je važna za sam proces njegovog izravnog hvatanja pa su očekivano potrebni membranski materijali visoke selektivnosti i visoke propusnosti čime se minimalizira energija potrebna za prijenos CO₂. Način na koji plinovi i pare prolaze kroz membrane ovisi o materijalu membrane i sastavu plina. Dva su modela korištena za opisivanje ovih membranskih procesa. U modelu protoka kroz pore, plinovi kroz membranu prolaze preko sićušnih pora, a mješavine plinova se odvajaju jednim oblikom molekularne filtracije. U modelu difuzije otopine pretpostavlja se da nema trajnih pora i da se plin otapa u materijalu membrane kao u tekućini. Otopljeni plin zatim difundira kroz membranu nasumičnom difuzijom niz gradijent koncentracije.



Slika 3 – Prikazi modela protoka kroz pore i modela difuzije otopine

Na prvom prikazu membrane mikroporusa odvajaju se zbog razlika u molekularnoj difuziji kroz propusne pore, dok se na drugom prikazu, pri gustoj otopini,

difuzijske membrane odvajaju zbog razlike u topljivosti i pokretljivosti permeata u materijalu membrane. Tipično dvostupanjsko postrojenje za odvajanje sastoji se od prvog stupnja membrane koji proizvodi produkt plin koji sadrži 2 % CO₂ i permeat plin koji sadrži oko 35 % CO₂. Permeatni plin se ponovno komprimira na tlak dovodnog plina od 65 bara i šalje u drugu membransku fazu koja proizvodi zaostali plin koji sadrži 10 % CO₂, koji ponovno cirkulira natrag u dovod i struju propusnog plina bogatu CO₂ koja se odzračuje. Većina površine membrane koristi se u prvoj fazi. Količina izgubljenog metana u drugom stupnju s permeatom CO₂ ovisi o selektivnosti membrane drugog stupnja, tu bi bile korisne membrane s većom selektivnošću čak i pri istoj propusnosti. S današnjim membranama od celuloznog acetata, koje imaju selektivnost od 15, 2 – 4 % metana u dovodnom plinu se gubi u struji permeata. Kad bi se mogle izraditi membrane s vrijednošću selektivnosti 25 – 30 gubitak metana bi se uvelike smanjio. Ovisno o cilju primjene zarobljenog CO₂ ponekad je potrebno ukloniti kisik ili vlagu, ovo posebno vrijedi za kasniju ponovnu upotrebu CO₂ nakon procesa hvatanja i pročišćavanja, gdje katalitička konverzija može biti, u nekim slučajevima, osjetljiva na kisik ili mokro punjenje CO₂ te tada mogu biti potrebni dodatni koraci poliranja što predstavlja dodatni financijski problem.

Mnoge trenutačne primjene membranskog odvajanja plinova toleriraju cijenu od 50 €/m² za membranski materijal. Najčešće korištena vrsta membrana su Loeb-Sourirajan membrane koje su napravljene od jednog polimera, dakle oko 50 g polimera po m² membrane. Današnja industrijska postrojenja za odvajanje plina sadrže 1000 – 500 000 m² membrane. Kako bi se smanjila potrebna površina membrane, materijali membrane moraju se oblikovati u tanke membrane sa selektivnim slojem debljine 0,1 – 1,0 μm. Ako se membranski materijal ne može jednostavno i rezultirajuće oblikovati u ovako tanku membranu, manja je vjerojatnost pronalaska komercijalne upotrebe. S obzirom na to da se skoro 80 % svjetske potrošnje energije veže uz fosilna goriva, ovi procesi hvatanja štetnih plinova od velike su važnosti. Trenutno se u svijetu membranski procesi još uvijek pomno istražuju kako bi se smanjili troškovi hvatanja, transporta i skladištenja ugljikova dioksida te kako bi zemlje s lošijom financijskom situacijom također mogle pridonositi smanjenju štetnih emisija. Prognoze pokazuju da će takvi procesi imati veoma važnu ulogu u budućnosti za razvoj budućih generacija.

Literatura

1. Richard W. Baker and Bee Ting Low: Gas Separation Membrane Materials: A Perspective, Membrane Technology and Research, Inc., 39630 Eureka Drive, Newark, California 94560, United States; <https://doi.org/10.1021/ma501488s>
2. Castel C., Bounaceur R., Favre E.: Membrane Processes for Direct Carbon Dioxide Capture From Air: Possibilities and Limitations; <https://doi.org/10.3389/fceng.2021.668867>
3. Haramija V., Tehnologije hvatanja i zbrinjavanja ugljikovog dioksida. Pregledni rad. Zagreb, KONČAR - Institut za elektrotehniku
4. Ređep, A. (2021.) Analiza troškova hvatanja, transporta i skladištenja ugljikovog dioksida i razvitak projekata u Norveškoj. Završni rad. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet.



BOJE INŽENJERSTVA

Intervju „Na kavi s asistentima“ – Martina Miloloža, mag. ing. oecoing.

Dora Ljubičić (FKIT)

U ovom broju ugostila nas je asistentica Martina Miloloža sa Zavoda za industrijsku ekologiju.

Najprije, molim Vas, predstavite nam se.

Za početak bih Vam se htjela zahvaliti na pozivu „za kavu“. Moje ime je Martina Miloloža i asistentica sam na Zavodu za industrijsku ekologiju.

Kako je izgledao Vaš put do FKIT-a?

Na FKIT sam došla, naravno, nakon završenog srednjoškolskog obrazovanja kojeg sam pohađala u Osijeku. Inače, rođena sam u Osijeku tako da od tamo kreće moj put prema FKIT-u. Pri upisu fakulteta sam bila zainteresirana za studij Ekoinženjerstvo jer je obuhvaćao, po meni, zaštitu okoliša uz pravni segment, što mi je bilo zanimljivo.



Slika 1 – Martina Miloloža, mag. ing. oecoing.

Na čemu trenutno radite u sklopu Vašeg znanstvenog rada?

S obzirom na aktualni HRZZ projekt Primjena naprednih tehnologija obrade voda za uklanjanje mikroplastike (AdWaTMiR, IP-2019-04-9661), trenutno radim na istraživanju biorazgradnje čestica mikroplastike primjenom mikroorganizama. Točnije, primjenom okolišnih mikroorganizama (bakterija i/ili gljiva) koji su izolirani iz realnih okolišnih uzoraka. Također, provodim testove toksičnosti primjenom raznih testnih organizama u svrhu utvrđivanja toksičnog utjecaja mikroplastika na vodene organizme. Uočeno je povećanje toksičnog utjecaja mikroplastika povećanjem njezine koncentracije i smanjenjem veličine čestica mikroplastika.

Mislite li da je moguće poništiti onečišćenje učinjeno mikroplastikom?

S obzirom na ubrzani način života i visoki standard, plastika je dio našega svakodnevnoga života, stoga i ne čudi podatak da se više koncentracije (mikro)plastike pronalaze u rijekama/tlima blizu gusto naseljenih i urbanih područja. Potreban je proaktivni pristup, odnosno djelovanje na izvoru nastanka problema. Problem nije jednoznačan, već obuhvaća razne segmente koje je potrebno obuhvatiti. Potrebno je pronaći suživot s plastikom, pravilno je koristiti, ali i zbrinjavati, kako bi se što je više moguće smanjilo njeno dospijevanje u okolišne sastavnice.

Smatrate li da je javnost dovoljno svjesna problematike mikroplastike u okolišu?

Problematika mikroplastike je postala aktualna zadnjih par godina i trenutno znanstvena zajednica intenzivno proučava ovo područje. Svakako bi trebalo težiti smanjenju upotrebe plastičnih ambalaža, no potrebno je da svatko do nas shvati da ipak ima utjecaj. Potrebna nam je promjena svijesti jer promjenom navika možemo potaknuti i motivirati druge na isto. Korištenjem platnenih vrećica, kupovanjem proizvoda koji ima manje ambalaže, ne korištenjem jednokratnog plastičnog pribora za jelo, ne korištenjem plastičnih čaša i slamki, korištenjem staklenih boca za vodu, izbjegavanjem sredstva za osobnu higijenu koja sadrže mikrogranule, korištenjem manje deterdženata, te izbjegavanjem sintetske odjeće, neki su od savjeta kako se može smanjiti količina plastičnoga otpada u svakodnevici.

Bavite li se na Zavodu genetski modificiranim mikroorganizmima?

Ne, na Zavodu se ne bavimo genetski modificiranim mikroorganizmima. Radimo isključivo s okolišnim mikroorganizmima što znači da iz okolišnih uzoraka izoliramo mikroorganizme. Primjerice, iz uzorka tla izoliramo bakterije te ih identificiramo i upotrebljavamo u bioremedijacijske svrhe. Dakle, usmjereni smo na biološke procese, odnosno istražujemo primjenu mikroorganizama za uklanjanje onečišćujućih tvari iz okoliša.

Jeste li oduvijek htjeli raditi u znanosti?

Jesam, oduvijek sam htjela raditi u znanosti jer me je to privlačilo nakon završetka fakulteta. Drago mi je da se otvorila prilika da ostanem u znanosti i da na takav način započnem svoju karijeru. Ovaj posao pruža razne mogućnosti i segmente koje bi bilo poželjno iskoristiti za vlastitu izgradnju.

Koji su Vam hobiji izvan posla?

U slobodno vrijeme volim se baviti nekom aktivnošću, tipa trčanje, fitness, ali volim i kuhati, tako da mi je isprobavanje novih i brzih recepata zanimljivo. Također, najviše se opuštam uz glazbu (gitaru) i dobru knjigu.

Je li Vam ovo prvi susret s našim časopisom – Reaktorom ideja?

Ovo mi nije prvi susret s Reaktorom ideja. Za vrijeme svojih studentskih dana, bila sam uključena u rad Studentske sekcije, odnosno bila sam uključena u rad novinarskog tima. Osobno mi je to bilo super iskustvo zbog organizacije svih obveza, ali i poboljšanja pisanja i izražavanja.

Tri prednosti i tri mane rada sa studentima?

Što se tiče nastave i rada sa studentima, osobno mi je to najdraži dio posla. Prednosti su te da se može prenositi znanje, komunicirati sa studentima i čuti što njih muči, uz osobnu izgradnju strpljenja i boljeg razumijevanja drugih. Jedino je teže raditi ukoliko studenti nisu pripremljeni za nastavu ili su nezainteresirani. No općenito, moje iskustvo sa studentima je pozitivno, tako da imam samo dobre komentare na rad sa studentima.

Za kraj, imate li neku misao koju želite podijeliti s čitateljima, naročito studentima?

Savjetovala bih da mogu sve, jer ipak se kaže: „Što želja zna što je nemoguće”. Dakle, samo hrabro i samo naprijed, ostvarite svoje snove, budite otvoreni za nova iskustva i za vlastitu izgradnju, i odustajanje nije opcija. Idite za onim što Vas ispunjava i što ćete raditi sa zadovoljstvom.

Hvala Vam na intervjuu, izdvojenom vremenu i predivnoj, motivacijskoj poruci za kraj!

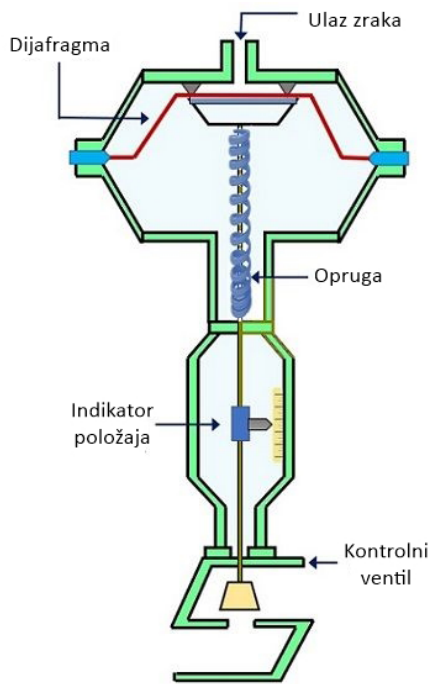
PneuAct

Laura Glavinić (FKIT)

Meki pneumatski aktuatori su uređaji napravljeni od fleksibilnih, rastezljivih i laganih materijala koji se pod utjecajem sile ili dodira pokreću pomoću komprimiranog zraka, napuhivanjem i ispuhivanjem. Izrazito su važni u neurorehabilitaciji¹, a posljednjih godina privlače sve veću pozornost zbog potencijala da se od njih izrade roboti koji u potpunosti sigurno mogu stupati u interakciju s ljudima i okolišem². Proces izrade funkcionalnih pneumatskih aktuatora je dugotrajan, prvenstveno jer se moraju ručno dizajnirati, a svaki dizajn zasebno testirati. Znanstvenici s MIT-a savladali su ovu prepreku i razvili novi alat nazvan *PneuAct* koji koristi autonomni strojni proces pletenja za dizajn i digitalnu proizvodnju mekih pneumatskih aktuatora. *PneuAct* može poboljšati jednostavnost izrade i sveprisutnost ovih uređaja koji su okosnica mnogih robota i potpornih tehnologija.³

Pneumatski aktuatori

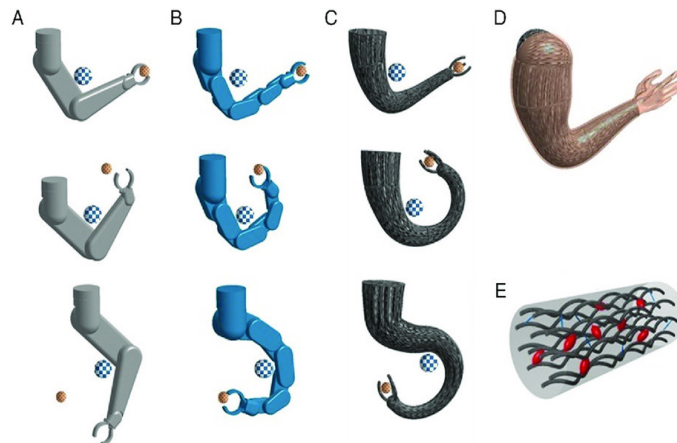
Pneumatski aktuatori su uređaji koji pretvaraju energiju komprimiranog zraka (ili nekog drugog plina) u mehaničku silu, odnosno pokret, koji regulira jedan ili više kontrolnih elemenata. Jednostavno rečeno, pneumatski aktuatori rade na osnovu razlike u tlakovima. Komprimirani plin zauzima manje prostora i nalazi se na višem tlaku, a kada se propusti kroz ventil ili neki drugi kontrolni element njegova ekspanzija generira pokret uređaja. Sastoje se od tri glavne komponente: komore (tijela), klipa ili nekog drugog pomičnog elementa te ventila ili nekog drugog kontrolnog elementa.



Slika 1 – Pojednostavljena shema pneumatskog aktuatora⁴

Meki pneumatski aktuatori

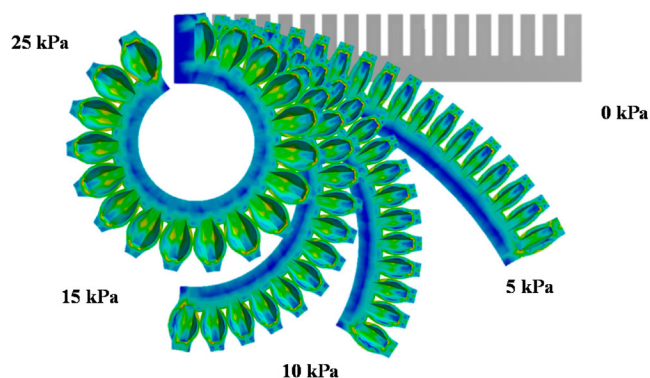
Meke pneumatske aktuatori nalazimo u robotima i nosivim uređajima, neizostavan su dio rehabilitacijskih tehnologija, a predstavljaju ključan element u razvoju meke robotike. Izrađeni su od fleksibilnih materijala, kao što su silikoni, gume i tekstili. Tradicionalni roboti su „kruti“ i usprkos tome vrlo precizni i često fleksibilni, ali ipak zahtijevaju mekše komponente i izradu kako bi se minimalizirala mogućnost oštećenja, a maksimalizirala njihova učinkovitost i sigurnost (posebno u interakciji s ljudima).



Slika 2 – Usporedba klasične i meke robotske ruke⁵

Pneumatski pogon mekih robota može biti pozitivan i negativan. Pozitivan pogon odnosi se na pogon aktuatora pomicanjem, deformiranjem i ispunjavanjem komora s komprimiranim plinom pri čemu se tijelo aktuatora širi i pomiče. Obrnuto, negativan pogon odnosi se na pomicanje i deformiranje komora pneumatskih aktuatora ispuštanjem zraka iz praznina u njihovoj strukturi.

Princip rada mekih pneumatskih aktuatora temelji se na više ćelija koje se napuhuju i ispuhuju, te tako pokreću sustav. Različiti su dizajna, od kojih je najjednostavniji linearan u kojem su ćelije složene linearnim redoslijedom i pomiču se u određenim sekvencama kako bi generirale pokret.



Slika 3 – Savijanje linearnog mekog pneumatskog aktuatora pri različitim tlakovima⁶

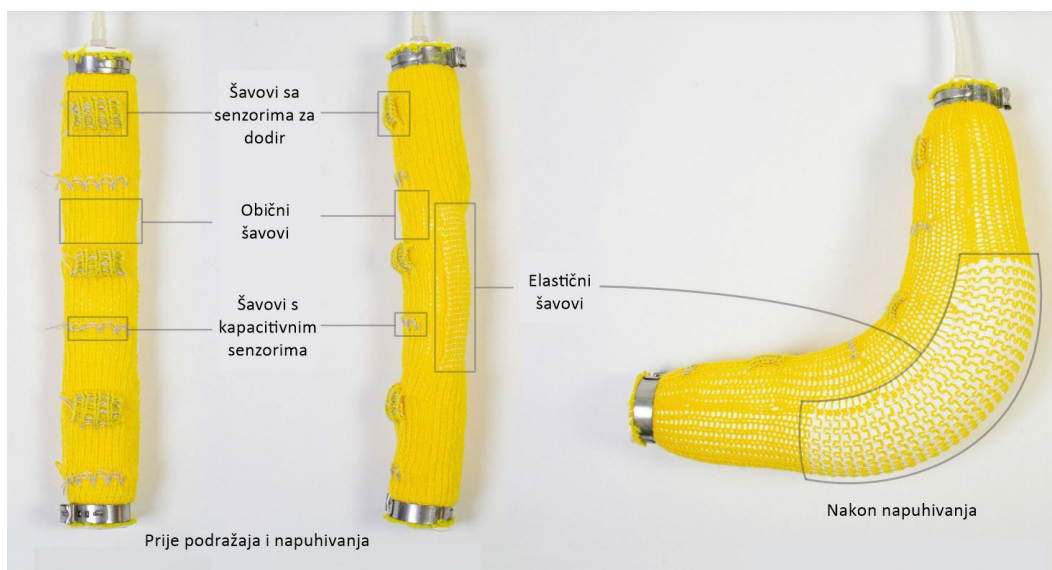
Meki pneumatski aktuatori imaju nevjerojatno brz odaziv, izrazito su sigurni i praktični, no njihov potencijal zasjenjuju poteškoće povezane prvenstveno s dizajniranjem istih. Njihovo dizajniranje podrazumijeva pronalaznje dovoljno robusnih prikladnih materijala, razvoj i ugradnju odgovarajućih senzora, te zasebno testiranje svakog prototipa. Cijeli proces je izrazito nepraktičan i dugotrajan. Tim znanstvenika iz MIT-ovog Laboratorija za računarske znanosti i umjetnu inteligenciju (engl. *Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory, CSAIL*) razvili su alat PneuAct koji omogućava lak dizajn mekih pneumatskih aktuatora s integriranim sensorima koristeći strojno pletenje. Izradili su cjevasti prototip od žute tkanine kojeg zgodno nazivaju „banana prsti“, a iz njega nekoliko prototipa koji uključuju: pomoćnu rukavicu, pomoćni rukav, meku ruku, hvataljku na senzore i pneumatskog četveronožnog robota koji može hodati naprijed i okretati se.

PneuAct je proces strojnog pletenja sličan klasičnom pletenju iglom, ali sa strojem koji radi autonomno. Softver omogućava dizajniranje aktuatora i njihovu simulaciju prije nego se proizvedu, zbog čega zasebno testiranje svakog dizajna prije konačnog prototipa više nije potrebno. Digitalni dizajn uz strojno pletenje omogućava brzu i jednostavnu proizvodnju pneumatskih aktuatora s integriranim sensorima. Aktuatori se programiraju na razini svake niti, a senzori za dodir i elektrode za kapacitivni senzor frekvencije mogu se integrirati kroz vodljivu pređu.

PneuAct alat ima potencijal pomoći ljudima s ograničenom pokretljivošću prstiju i udova, jer tako izrađeni aktuatori zahtijevaju minimalnu količinu aktivnosti mišića kako bi se pomicali. Dodatno, znanstvenici s MIT-a se nadaju da će njihov alat olakšati i pojednostavniti izradu mekih pneumatskih aktuatora i povećati njihovu sveprisutnost u robotici. Sve u svemu, *PneuAct* je vrlo domišljat, inovativan i praktičan alat koji bi mogao naći široku primjenu u svijetu robotike i dati dodatan vjetar u leđa mekim pneumatskim aktuatorima.



Slika 4 – Različite vrste prototipa izrađenih pomoću PneuAct alata⁷



Slika 5 – Pregled aktuatora⁷

1. Hussain S., Jamwal P. K., Vliet P.V., Brown N. A. T., Robot Assisted Ankle Neuro-Rehabilitation: State of the art and Future Challenges, Expert Review of Neurotherapeutics 2021, 111-121.
2. Su H., Hou X., Zhang X., Qi W., Cai S., Xiong X., Guo J., Pneumatic Soft Robots: Challenges and Benefits, Actuators 2022, 92.
3. <https://www.designboom.com/technology/mit-scientists-autonomous-knitting-soft-assistive-robotic-wearables-05-03-2022/> (19. 3. 2023.)
4. <https://electronicscoach.com/pneumatic-actuator.html> (19. 3. 2023.)
5. Alici G., Softer is Harder: What Differentiates Soft Robotics from Hard Robotics?, MRS Advances 2018, 1557–1568.
6. Hu W., Mutlu R., Li W., Alici G., A Structural Optimisation Method for a Soft Pneumatic Actuator, Robotics 2018, 24.
7. Luo Y., Wu K., Spielberg A., Foshey M., Rus D., Palacios T., Matusik W., Digital Fabrication of Pneumatic Actuators with Integrated Sensing by Machine Knitting, In CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '22), 29 travnja-5 svibnja, 2022, New Orleans, LA, USA



Fotografski film

Nela Rapinac (FKIT)

Fotografiranje nije oduvijek bilo jednostavno; samo pritisnuti gumb i odmah vidjeti sliku na ekranu. Prije digitalnih kamera, fotografije su se obrađivale ručno te su često izgledale loše zbog nemogućnosti prilagođavanja fokusa, otvora, brzine zatvarača i sličnih naprednih postavki fotoaparata. Najraniji fotografski procesi zapravo nisu koristili film. Prvi fotografski postupak naziva se dagerotipija, a izumio ga je Louis Jaques Mand Digeerre 1839. godine. Polirao bi se list bakra premazanog srebrom, obrađivao dimovima, pario živinom parom, isprao i osušio te zapečatio iza stakla. Kasnije se počela istraživati osjetljivost na fotografsku emulziju, a prvi fleksibilni filmski valjak na papirnoj bazi je izumio i prodao George Eastman 1885. Ono što se danas naziva nitratnim filmom je zapravo prozirna plastična filmska rola izrađena 1889. godine od lako zapaljivog spoja nitroceluloze. Međutim, nitratni film nije bio toliko stabilan pa je 1908. predstavljen sigurnosni film, tj. celulozni acetatni film. Ipak, nitratni film se je i dalje koristio jer je bio jači, transparentniji i jeftiniji sve do 1951. godine kada je obustavljen.

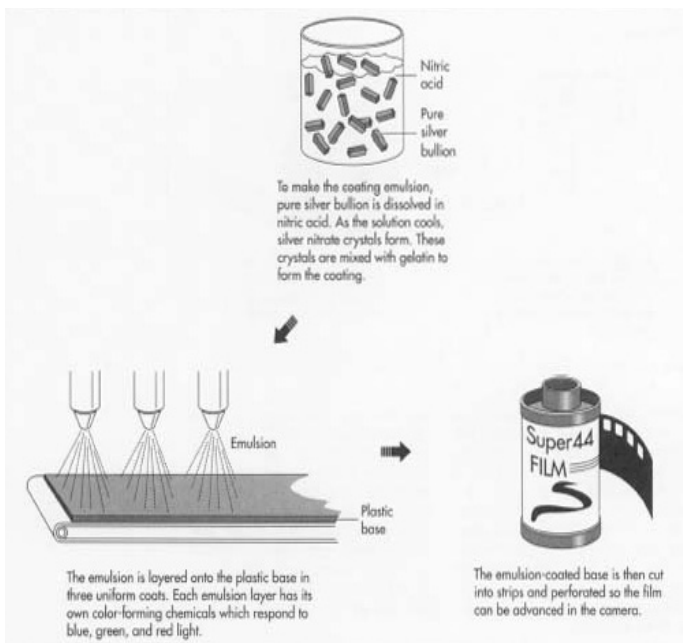
U to vrijeme se razvio i pankromatski film; crno-bijela fotografska emulzija osjetljiva na sve valne duljine svjetla, na čemu se temelji sav moderan film. Konačno, boju u film je uveo Clerk Maxwell s metodom trobojnih boja.

Danas je kolot filma u osnovi bazni sloj s emulzijom koja se nalazi unutar kasete ili uloška i vanjske zaštitne ambalaže. Emulzija je osjetljiva na svjetlost, a sastoji se od celuloznog acetata; drvena pulpa ili pamučni lanci pomiješani s acetatom kako bi tvorili sirup. Napravi se talog od toga te se ti čvrsti peleti isperu i osuše. Peleti se otapaju kako bi se dobio transparentni oblik nalik medu koji se raširi tanko i ravnomjerno na listu koji se okreće na kolu. Kotač kola je obložen kromom te se sporo okreće dok peleti isparavaju. Postupak je sličan nanošenju i sušenju laka za nokte. Baza koja preostane je tanki film od plastike ravnomjerno raspoređene, jednake debljine te se namotava na kolu. Srebro je glavni sastojak



Slika 1 – Dagerotipijska kamera iz 1839. godine

emulzije. Srebrne poluge se otupe u jakoj otopini dušične kiseline, otopina se neprestano miješa i hladi te nastaju kristali koji se odvajaju iz otopine i stavljaju u centrifuge kako bi se odvojila voda. Daljnji postupci se odvijaju u tami zbog osjetljivosti na svjetlo. Želatina je vezivno sredstvo koje pričvršćuje kristale na bazu, a napravljena je od destilirane vode obrađene kalijevim jodidom i kalijevim bromidom. Strojevi premažu precizne količine emulzije u mikro tankim slojevima na širokim trakama plastične baze. Uzastopni slojevi triju emulzija nanose se na bazu kako bi se stvorio film u boji, a svaki sloj emulzije ima svoje kemikalije za oblikovanje boje koje se nazivaju povezane boje. Tri sloja emulzije u boji filma reagiraju na plavo, zeleno i crveno svjetlo. Trake baze obložene emulzijom izrezane su uže, perforirane tako da se film može napredovati u kameri i spajati, osim trenutnog filma i folije koji su spakirani ravno. Film je pakiran u patrone, kasete, rolne, instant pakete ili listove. Spremnici se koriste u određenim vrstama kamera i uključuju kalem za polijetanje koji je ugrađen tako da se izloženi film i uložak uklanjaju kao jedinica. Rola filma se sastoji od filma naslonjenog na papir koji je pakiran na kalemu poput onog u kameri. Film je namotan na kalem u kameri, a taj kalem i film se uklanjaju.



Slika 2 – Shema prikaza proizvodnje filma

U svim fazama izrade fotografski film izuzetno je osjetljiv na svjetlost, toplinu, prašinu i nečistoće. Protok zraka u prostorije za proizvodnju filmova ispere se i filtrira. Temperatura i vlaga pažljivo su regulirani. Proizvodne prostorije svakodnevno se čiste, a radnici nose zaštitnu odjeću i ulaze u osjetljiva radna područja kroz zračne tuševe koji čiste osoblje prašine i onečišćenja. Svaki korak proizvodnje pažljivo se pregledava i kontrolira. Na primjer, kotač obložen kromom na kojem se formira baza pregledava se kako bi se održao završni sloj sličan ogledalu jer će malene nesavršenosti utjecati na kvalitetu filma. Konačno, uzorci filma uklanjaju se iz dovršenih serija i podvrgavaju se mnogim testovima, uključujući fotografiranje s uzorcima.

Najzanimljiviji dio je kako nastaje slika na filmu. Nakon što se pritisne okidač, na sloju filma se počinju stvarati latentne slike vidljive energije koja se odbija od objekta u tražilu te se te slike ne mogu vidjeti dok se ne razvije film u tamnoj komori. Najsvjetliji dio slike izložio je većinu srebrvih halogenid zrna u tom dijelu filma, a ostali dijelovi imaju manje svjetlosne energije koja je dosegla film s manje zrnaca. U trenutku kada ima dovoljno fotoelektrona u kristalnoj rešetki, oni se mogu kombinirati s dovoljno pozitivnih rupa da formiraju stabilno mjesto latentne slike. Općenito se smatra da je stabilno mjesto latentne slike najmanje dva do četiri atoma srebra po zrnu. Za film u boji postupak se odvija odvojeno za crveni, zeleni i plavi dio reflektirane svjetlosti. Svaka od te tri boje tvori latentnu sliku u svojem dijelu sloja filma osjetljivog na tu boju. Prava fotoefikasnost filma mjeri se njegovom izvedbom kao fotonski detektor. Svaki foton koji dođe do filma, ali ne tvori latentnu sliku, gubi informaciju. Moderni filmovi u boji obično uzimaju od 20 do 60 fotona po zrnu kako bi stvorili latentnu sliku koja se može razviti. Proces razvoja zaustavlja se pranjem ili kupkom.



Slika 3 – Usporedba pozitiva i negativa

Literatura

1. <https://petroleumservicecompany.com/blog/petroleum-product-of-the-week-photographic-film/>
2. <http://www.madehow.com/Volume-2/Photographic-Film.html>
3. [https://www.tonybedford.co.uk/sunset-seagull-blog/vegan-photographic-film-doesnt-exist29\(3\), 469-480](https://www.tonybedford.co.uk/sunset-seagull-blog/vegan-photographic-film-doesnt-exist29(3), 469-480)
4. <https://en.wikipedia.org/wiki/Daguerreotype>
5. <https://thedarkroom.com/slide-film-vs-color-negative-film/>

I Opservatorij Vera C. Rubin

Kaja Mašić (FKIT)

Opservatorij Vera C. Rubin nalazi se na vrhu Cerro Pachóna, planine na sjeveru Čilea. Još uvijek postoje brojna neodgovorena pitanja o svemiru, a upravo ova zvjezdarnica bi svojim desetogodišnjim istraživanjem (engl. *Legacy Survey of Space and Time*, LSST), koje bi trebalo početi u drugoj polovici 2024., trebala dati odgovore na ta pitanja.¹

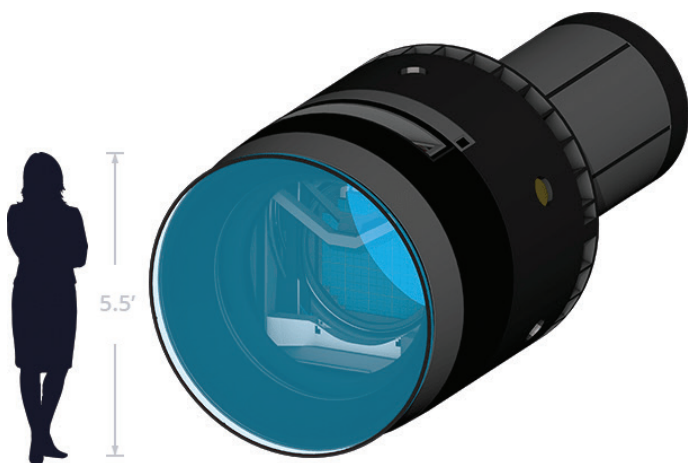


Slika 1 – Opservatorij

Opservatorij Rubin će tijekom deset godina svake noći snimati fotografije neba južne hemisfere pomoću najveće kamere ikada konstruirane za astronomiju. U tablici su prikazane karakteristike LSST kamere.²

duljina	3,73 m
visina	1,65 m
masa	2800 kg
broj piksela	3200 megapiksela
raspon valnih duljina	320-1050 nm

Slika 2 – Karakteristike LSST kamere



Slika 3 – Veličina LSST kamere

Prvotno ime projekta bilo je Veliki sinoptički teleskop, ali u prosincu 2019. potvrđeno je novo ime: Opservatorij Vera C. Rubin. Dr. Vera C. Rubin bila je američka astronomkinja koja je dokazala da u svemiru postoji tamna tvar, a upravo jedan od glavnih znanstvenih ciljeva Opservatorija Rubin je otkriti više o toj misterioznoj nevidljivoj materiji.



Slika 4 – Vera C. Rubin

Opservatorij Rubin sadrži *Simonyi Survey Telescope*, teleskop od 8,4 metra s tri zrcala. Teleskop je kompaktnog oblika te se brzo kreće s jedne točke na nebu na drugu. Snimat će nebo svake noći, automatiziranom kadencom te tijekom desetogodišnjeg istraživanja prikupiti oko 800 fotografija svake lokacije na nebu. Tijekom desetogodišnjeg istraživanja Opservatorij Rubin svake će noći proizvesti oko 20 terabajta podataka, a podacima će se moći pristupiti putem internetskog portala pod nazivom *Rubin Science Platform*.¹

Zašto su potrebne te fotografije naveo je direktor izgradnje Opservatorija Vera C. Rubin, prof. dr. sc. Željko Ivezić u Glasu Hrvatske na Hrvatskoj radioteleviziji. Kao jedan od razloga navodi mjerenja koja će poboljšati razumijevanje širenja svemira jer je prije dvadesetak godina otkriveno da se širenje svemira ubrzava umjesto da se usporava. Ne zna se koji je razlog tomu, ali postoje dvije osnovne teorijske hipoteze. Jedna zamisao je da u svemiru postoji nepoznati fluid (tamna energija) koji ima neobična svojstva, kao što je negativan tlak, koja dovode do ubrzanog širenja. Druga mogućnost je da je teorija gravitacije, tj. Einsteinova opća teorija relativnosti pogrešna kada se primjenjuje na širenje svemira. Za razumijevanje širenja svemira potrebna su precizna promatranja i mjerenja za nekoliko milijardi galaksija, a upravo to će omogućiti Opservatorij Vera C. Rubin.³

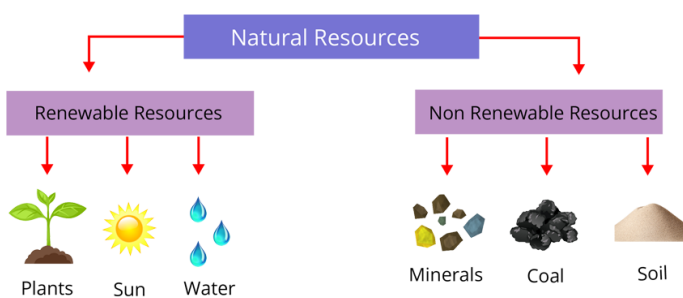
Literatura

- <https://www.lsst.org/> (12. 3. 2023.)
- <https://lsst.slac.stanford.edu/> (12. 3. 2023.)
- <https://glashrvatske.hrt.hr/izvan-domovine/izgradnja-velikog-teleskopa-u-cileu-10464736> (12. 3. 2023.)

I Protočne baterije

Tajana Rubilović (FKIT)

Svima nam je poznata činjenica da imamo obnovljive i neobnovljive izvore energije. Budući da će neobnovljivih izvora energije u budućnosti biti sve manje i manje, raste potreba za smanjivanjem naše ovisnosti o njima. Jedan od trenutaka kada su mnoge razvijene zemlje shvatile svoju ovisnost o fosilnoj energiji bio je naftni embargo OPEC-a sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Jedna od posljedica embarga 1973. bila je učetverostručena cijena nafte. To je poprilično narušilo gospodarstvo mnogih industrijskih zemalja te se tada sve više počinje okretati alternativnim izvorima energije. Kako bi zaštitila SAD od takvih situacija u budućnosti, NASA, među ostalim, započinje s razvojem protočnih baterija.

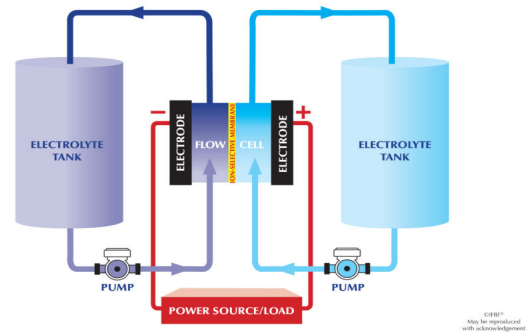


Slika 1 – Shema obnovljivih i neobnovljivih izvora energije mikroplastike

Što su zapravo protočne baterije?

Protočne baterije su punjive baterije u kojima elektrolit teče kroz jednu ili više elektrokemijskih ćelija iz jednog ili više spremnika. One su elektrokemijski uređaji koji nam daju mogućnost uzimanja i pohranjivanja elektrona transformacijom kemikalija iz jednog oksidacijskog stanja u drugo oksidacijsko stanje. Za razliku od litijevih baterija, ovdje su elektrode inertne, a aktivni materijali teku kroz bateriju. Elektrokemijske ćelije mogu biti spojene paralelno ili u seriju, čime određujemo snagu protočnog baterijskog sustava.

Budući da energiju iz obnovljivih izvora mogu skladištiti mjesecima, s protočnim baterijama možemo povećati kapacitet skladištenja energije. Znamo da možemo imati višak proizvedene obnovljive energije te nam je upravo zato potrebna tehnologija koja taj višak može skladištiti te brzo osloboditi kako bismo mogli smanjiti ranije spomenutu ovisnost o neobnovljivim izvorima energije.



Slika 2 – Protočna baterija

Još jedna od prednosti protočnih baterija je ta da su jeftina metoda za pohranu električne energije. Mogu biti izrađene od jeftinijih materijala poput termoplastike i materijala na bazi ugljika, mnogi njihovi dijelovi mogu se reciklirati te elektroliti mogu obnoviti i ponovno upotrijebiti. Materijali ovih baterija također su slabo zapaljivi te imaju relativno malen utjecaj na okoliš.

Iako ima mnoge prednosti, komercijalna primjena protočnih baterija je, za sad, i dalje relativno slaba. U rujnu 2022. godine je na elektroenergetsku mrežu, u kineskom gradu Dalian, priključen novi sustav za pohranu energije, tj. protočna baterija. Svakodnevno bi trebala energijom opskrbljivati čak do 200 000 stanovnika Daliana. To je trenutno najveća protočna baterija na svijetu.

Činjenica je da su obnovljivi izvori energije nepredvidljivi. Vjetar ne puše uvijek istim intenzitetom te ima sunčanih i oblačnih dana. S primjenom protočnih baterija ne bi trebali toliko ovisiti niti o neobnovljivim izvorima niti o nepredvidljivosti obnovljivih izvora. Iz tog razloga bi protočne baterije mogle imati sve značajniju ulogu u budućnosti.

Literatura

- <https://www.thechemicalengineer.com/features/flow-batteries-chemicals-operations-that-promise-grid-scale-storage/>
- <https://lidermedia.hr/tehnolo/najveca-protocna-baterija-na-svijetu-spojena-je-na-mrezu-145436>
- <https://povijest.hr/nadanasnjidan/zapoceo-arapski-naftni-embargo-1973/>
- <https://flowbatteryforum.com/what-is-a-flow-battery/>
- <https://www.vedantu.com/biology/renewable-and-non-renewable-resources>

Elektrokemijska sinteza amonijaka

Kristian Koštan (FKIT)

Amonijak, molekulske formule NH_3 , svakodnevno se koristi u poljoprivrednoj, kemijskoj i strojarскоj industriji. Čak 80 % amonijaka upotrebljava se u svrhu gnojiva o kojem ovisi 50 % proizvedene hrane.¹ Procjenjuje se da bi bez upotrebe sintetskih gnojiva današnja populacija Zemlje bila upola manja.² Industrijskom proizvodnjom amonijaka sintetska gnojiva stupila su na tržište kao odličan oblik dušika za poljoprivrednu primjenu.

Začetke efikasnijeg tehnološkog procesa proizvodnje amonijaka vežemo za dva nobelovca, Fritza Habera i Carla Boscha. Haber-Boschov postupak današnji je standard koji se temelji na reakciji i procesu osmišljenima 1910-ih. Nažalost, proces generira značajnu količinu onečišćenja. 1,4 % globalnih emisija CO_2 i 1 % utroška ukupne energije pripada Haber-Boschovom postupku.³ U Republici Hrvatskoj najpoznatije poduzeće u sferi proizvodnje amonijaka i njegovih gnojiva je Petrokemija d.d. u Kutini.

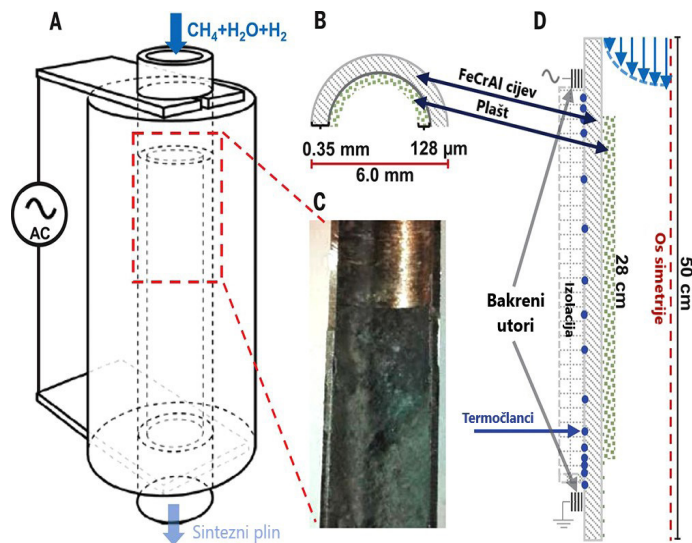


Slika 1 – Postrojenje Amonijak 2, Petrokemija d.d.¹¹

Od početka provedbe Haber-Boschovog postupka do danas istražilo se mnogo mogućnosti optimiranja reakcije sinteze amonijaka i onih kemikalija koje mu prethode. Veliki dio istraživanja odnosi se na katalizatore reakcije dušika i vodika. Krećući od osmija, proces sinteze istražen je na rutenijevim, željezo-kobaltovim i kompleksirajućim metalnim te ostalim katalizatorima.⁴

Upotreba obnovljive električne energije u industriji podiže stupanj održivosti procesa. Elektrokemijskom sintezom vodika iskorištava se električna energija iz obnovljivih izvora. Pozelenjavanje stoljeće starog procesa ostvarilo bi se zamjenom dobivanja pojnog vodika reformacijom plina s dobivanjem pojnog vodika elektrolizom vode. Granica isplativog elektrolitičkog dobivanja vodika je deset tona po danu što predstavlja problem.⁵

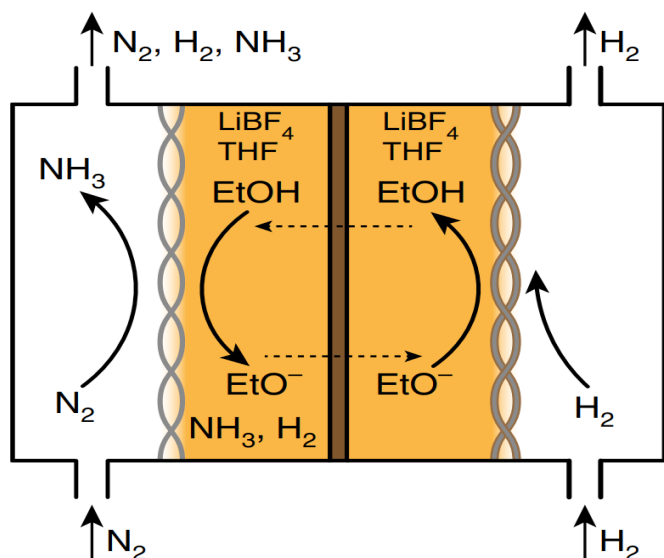
Na svu sreću ideje vezane za ekološku optimizaciju procesa pomoću obnovljivih izvora energije ne staju na elektrolizi vode nego se pretaču u domenu prijenosa topline. Standardno zagrijavanje fluida za izmjenu topline ili samog procesnog prostora od interesa u industriji temelji se na sagorijevanju plinova, nafte ili njenih destilata i krutih goriva. Opće poznata činjenica je da se takvim procesima proizvodi značajna količina onečišćenja. Elektrotermija se postavlja kao moguće rješenje. Posredno ili neposredno zagrijavanje pomoću električne energije dobivene obnovljivim putem isključuje onečišćenje nastalo gorenjem klasičnih goriva. Primjena elektrotermije pri reformiranju plina i zagrijavanju katalizatora već je načet smjer istraživanja. Primjer je reformator s otpornim zagrijavanjem (slika 2).



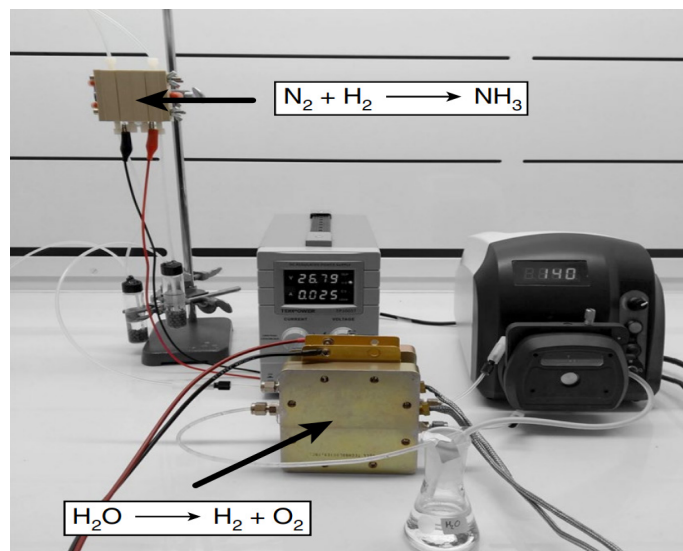
Slika 2 – Otporno zagrijavanje reaktora u laboratorijskom mjerilu. (A) -ilustracija otporno zagrijavanog reaktora. (B) -ilustracija presjeka u dijelu s plaštom. (C) -Presjek reaktora nakon rada. (D) -ilustracija osnosimetričnog presjeka s pozicijama termočlanaka¹²

Područje značajnog interesa osim procesa i operacija koji prethode i slijede samoj sintezi amonijaka primjena je obnovljive električne energije u svrhu poticanja dušika i vodika na reakciju. Primjena takvog izvora energije u sintezi najzahtjevniji je dio pozelenjavanja proizvodnje amonijaka. Najobećavajući načini elektrolize leže u ćelijama s medijem za prijenos iona.

Ćelije s kapljevitim prijenosnicima iona uzastopno su korištene u elektrokemijskim eksperimentima. Primjer toga istraživanje je u kojem se uspio proizvesti amonijak na katodi uz etanol kao regenerirajući prijenosnik vodika s anode. Vodik je dobiven elektrolizom vode i reakcije su se odvijale pri sobnoj temperaturi.⁶



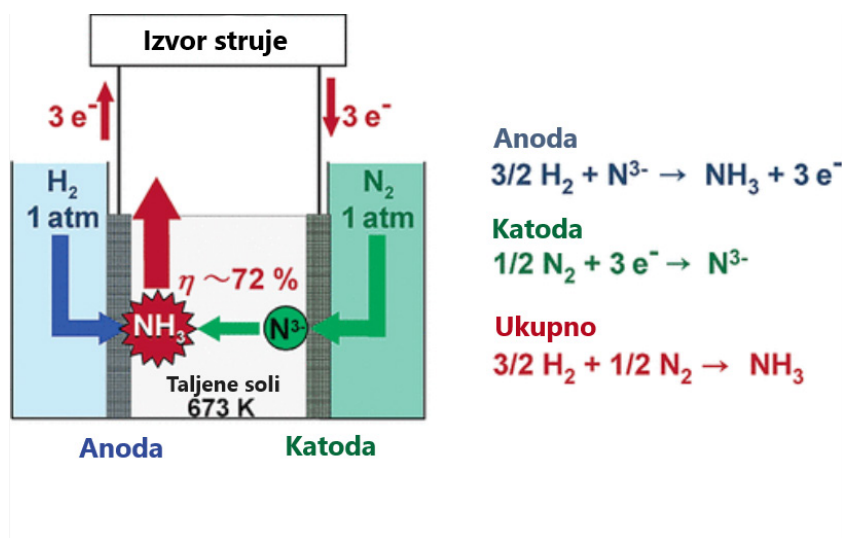
Slika 3 – Shema ćelije



Slika 4 – Fotografija ćelije

Eutektičke smjese i taljene soli također se koriste za prijenos iona. Istraživanje iz 2003. primjer je gdje se koristi smjesa LiCl-KCl-CsCl s 0,5 % množinskog udjela Li₃N. Ovaj put amonijak je dobiven na anodi i korištena je povišena temperatura.⁷ Voda se u nekim literaturama koristi kao izvor vodika *in situ* u ćeliji.⁸

Uz kapljevite vodiče iona koji spajaju elektrode javljaju se i oni u čvrstom stanju. Čvrsti vodiči napravljeni su od organskog polimera ili keramike koja sadrži smjesu prijelaznih metala kao titanij, itrij i cirkonij. U tablici 1 prikazan je sastav ćelija u raznim istraživanjima.⁹



Slika 5 – Shema ćelije s reakcijama

Prema prikazanim podacima u tablici 1 i rezultatima ostalih navedenih istraživanja može se vidjeti da su vrijednosti brzina reakcija jako male. Takav problem susreće se pri mnogim isprobanim ćelijama. Strujna učinkovitost također čini dobar dio briga oko uspješnosti sinteze.

S obzirom na to da je elektrokemijska priprava amonijaka jako mlad koncept koji se ozbiljno sagledava tek proteklih 20 godina treba mu dati vremena da se razvije. Tehnologija proizvodnje amonijaka na zeleniji način već postoji i koristi elektrolizu vode pomoću električne energije iz obnovljivih izvora. Siemens je u Ujedinjenom Kraljevstvu postavio pokazni pogon za sintezu amonijaka tako dobivenim vodikom.¹⁰



Slika 6 – Siemensov pogon

Literatura

- <https://ampower.com/agriculture/> (pristup 19.3.2023.)
- <https://ourworldindata.org/how-many-people-does-synthetic-fertilizer-feed> (19. 3. 2023.)
- Ampelli, C. Electrode design for ammonia synthesis. *Nat Catal* 3, 420–421 (2020)
- Z. JANOVIĆ i A. JUKIĆ: Sto godina Haber-Boschova postupka dobivanja amonijaka..., *Kem. Ind.* 67 (11-12) (2018) 479–493
- A Critical Assessment of Green Ammonia Production and Ammonia..., *Kem. Ind.* 71 (1-2) (2022) 57–66
- Lazouski, N., Chung, M., Williams, K. et al. Non-aqueous gas diffusion electrodes for rapid ammonia synthesis from nitrogen and water-splitting-derived hydrogen. *Nat Catal* 3, 463–469 (2020)
- Murakami, T., Nishikiori, T., Nohira, T., & Ito, Y. (2003). Electrolytic Synthesis of Ammonia in Molten Salts under Atmospheric Pressure. *Journal of the American Chemical Society*, 125(2), 334–335.
- Jiarong Yang, Wei Weng, Wei Xiao, Electrochemical synthesis of ammonia in molten salts, *Journal of Energy Chemistry*, Volume 43, 2020, Pages 195-207
- Garagounis Ioannis, Kyriakou Vasileios, Skodra Aglaia, Vasileiou Eirini, Stoukides Michael, Electrochemical Synthesis of Ammonia in Solid Electrolyte Cells, *Frontiers in Energy Research*, vol. 2, 2014
- <https://www.chemistryworld.com/features/ammonia-synthesis-goes-electric/4012190.article> (pristup 19.3.2023.)
- <https://tehnika.lzmk.hr/petrokemija-d-d/> (19. 3. 2023.)
- Electrification of Catalytic Ammonia Production and Decomposition Reactions: From Resistance, Induction, and Dielectric Reactor Heating to Electrolysis, Žiga Ponikvar, Blaž Likozar, and Sašo Gyergyek, *ACS Applied Energy Materials* 2022 5 (5), 5457–5472

Tablica 1 – Tablica sastava ćelija u raznim istraživanjima

Literatura	T (°C)	Radna elektroda	Elektrolit	Električna vodljivost (S/cm)	η_{NH_3} (mol/s.cm ²)	Strujna učinkovitost (%)
Wang et al. (2005b)	650	Ag–Pd	YDCPK	2.3×10^{-2}	9.5×10^{-9}	≈40
Marnellos and Stoukides (1998), Marnellos et al. (2000)	570	Pd	SCY	1.9×10^{-3}	4.5×10^{-9}	78
Zhang et al. (2007)	550	Ag–Pd	LSGM	3.9×10^{-3}	2.37×10^{-9}	≈70
Wang et al. (2010a)	530	Ag–Pd	BCD	0.93×10^{-2}	3.5×10^{-9}	≈80
Wang et al. (2010b)	530	BSCF	BCY	7×10^{-3}	4.1×10^{-9}	60
Chen and Ma (2008)	520	Ag–Pd	LBGM	0.82×10^{-2}	1.89×10^{-9}	≈60
Guo et al. (2009)	500	Ag–Pd	BCY	5.4×10^{-3}	2.1×10^{-9}	≈60
Wang et al. (2011)	500	Ag–Pd	BCZS	4×10^{-3}	2.67×10^{-9}	≈80
Liu et al. (2010)	480	Ag–Pd	BCC	2.34×10^{-4}	2.69×10^{-9}	≈50
Amar et al. (2011c)	450	LSFCu–SDC	SDC–karbonat	3.3×10^{-3}	5.39×10^{-9}	≈3.5
Amar et al. (2011b)	400	CFO–Ag	Karbonat–LiAlO ₂	4×10^{-5}	2.32×10^{-10}	≈2.5
Kordali et al. (2000)	90	Ru/C	Nafion	4.5×10^{-2}	2.12×10^{-11}	<1
Liu and Xu (2010)	80	SSN	Nafion	4.5×10^{-2}	1.05×10^{-8}	<1
Liu and Xu (2010)	80	SSN	SPSF	5×10^{-2}	1.03×10^{-8}	<1
Xu et al. (2009)	80	SFCN	SPSF	5×10^{-2}	1.13×10^{-8}	90.4
Zhang et al. (2010)	80	SBCN	Nafion	4.5×10^{-2}	8.7×10^{-9}	<1
Lan et al. (2013)	25	Pt	miješani NH ₄ ⁺ /H ⁺ Nafion	5×10^{-2}	3.1×10^{-9} (N ₂ + H ₂)	2.2
Lan et al. (2013)	25	Pt	miješani NH ₄ ⁺ /H ⁺ Nafion	5×10^{-2}	1.14×10^{-9} (Zrak+H ₂ O)	<1
Lan and Tao (2013)	80	Pt–C	H ⁺ /Li ⁺ /NH ₄ ⁺ miješano	5.1×10^{-3}	9.37×10^{-10}	<1



SCINFLUENCER

I Zašto su rijeke važne?

*Tara Pavlinušić Dominković
(FKIT)*

Poznato je da bez vode nema života. Rijeke kao izvor pitke vode iznimno su važne te zauzimaju samo 0,0002 % ukupne vodene mase na Zemlji. Njihova iskoristivost daleko je veća u odnosu na površinu koju zauzimaju.¹

Kroz povijest, rijeke su bile ključne u nastajanju naselja jer su bile izvor pitke vode, a s vremenom su se počele sve više iskorištavati – za navodnjavanje, obranu od napada, kao izvor energije, za odlaganje otpada, a u nekim dijelovima svijeta služe i za vjerske obrede.³ Kroz većinu ovih aktivnosti rijeke se onečišćuju.



Slika 1 – Vjerski običaji na rijeci Ganges



Rijeke nam osim kao izvor pitke vode, služe i kao izvor hrane. Na globalnoj razini u njima živi oko trećine opisanih vrsta kralježnjaka te oko 40 % riba.⁴ Bioraznolikost rijeka ovisi o samom tipu rijeke te se mijenja ovisno o izvorima, riječnim obalama, brzacima, rukavcima, koritima i tako dalje.⁶ Osim broja vrsta u rijekama, mijenja se i broj i raznolikost biljnih vrsta uz obalu same rijeke. Uz ribe, u rijekama su najčešće životinje puževi i rakovi, a uz obalu ptice močvarice poput roda ili čaplja.

Samim time, rijeke se koriste i za rekreacijski ribolov, što pozitivno utječe i na turizam i posjećenost. Važno je napomenuti da prekomjerno crpljenje rijeke ima negativan učinak na njeno zdravlje.²

Čovjekova ovisnost o energiji sve je veća, a kao dugoročno rješenje nameću se obnovljivi izvori energije, između ostalog i hidroelektrane za čiju izgradnju su potrebne rijeke.⁵ Pored svih prednosti hidroelektrana i korištenja obnovljivih izvora energije i one imaju negativan utjecaj na ekosustav. Male hidroelektrane ne utječu negativno na okoliš dok velike hidroelektrane smanjuju bioraznolikost,

njihova izgradnja često zahtjeva potapanje cijelih dolina i raseljavanje stanovništva. Primjer toga je izgradnja HE „Tri klanca“ u Kini zbog čije gradnje je poplavljeno preko 29 milijuna četvornih kilometara i raseljeno preko milijun stanovnika, a posljedice će biti i veće kad se u umjetnom jezeru nakupi sav otpad potopljenih gradova i ogromne količine smeća.



Slika 2 – Otpuštanje vode iz akumulacijskog jezera HE „Tri klanca“

Suprotan problem je previše vode u rijekama koji se sve češće javlja, posebice u zimskim mjesecima. Poplave su sve veći problem koji se javlja kao posljedica klimatskih promjena i ekstremnih vremenskih uvjeta kao što su jake kiše.⁷ Poplavne ravnice mogu pomoći u takvim situacijama sakupljanjem viška vode i postepenim otpuštanjem nazad u rijeku. Riječni krajolici u kojima su nastanjeni dabrovi imaju posebno projektirane bazene i brane koji usporavaju prolazak vode.



Slika 3 – Dabrova brana

Problem nastaje u tome što područja uz rijeke često nisu prirodnog izgleda nego su uz njih stambena naselja i industrija koji ne mogu ublažiti štetan utjecaj poplava.

Za razliku od prirodnih nepogoda, za antropogeno onečišćenje zaslužni smo sami. Otpad čini najveći problem onečišćenosti rijeka, a otpadna voda smatra se jednim od najvećih onečišćivača jer se nepročišćena voda uz industrijski otpad ispušta u obližnje rijeke i potoke.⁸ Iako prirodni organizmi razlažu biološki otpad, sastav

otpada se razlikuje i svejedno dolazi do onečišćenja. Osim industrijskog otpada, problem predstavlja i plastični otpad koji se ne odlaže pravilno nego se baca uz rijeke, u šume i slično.



Slika 4 – Plastični otpad bačen uz obalu rijeke Temze

Može se zaključiti da su rijeke vrlo važne za opstanak čovječanstva. S obzirom na njihovu višestruku korist, trebali bismo se prema njima i prema okolišu općenito odnositi s većom odgovornošću.



Slika 5 – Čista rijeka kao odraz odgovornog ponašanja

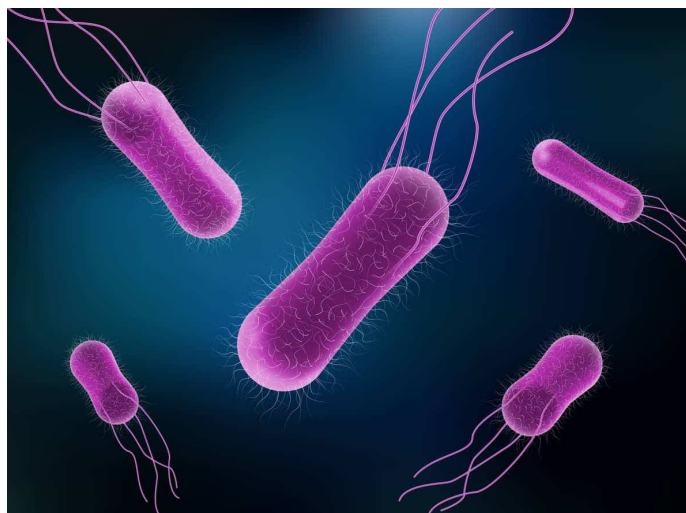
Literatura

1. James P.M. Syvitski, Sagy Cohen, Albert J. Kettner, G. Robert Brakenridge, How important and different are tropical rivers? — An overview, *Geomorphology*, Vol. 227, 2014, str. 5-17.
2. <https://www.newscientist.com/article/mg25734263-800-why-rivers-are-important-for-everything-from-biodiversity-to-wellbeing/> (pristup 18.3.2023.)
3. <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=52876> (18. 3. 2023.)
4. <http://https://www.ekologija.com.hr/hidroelektrane-i-utjecaj-na-okolis/> (pristup 18.3.2023.)
5. <https://www.koncar.hr/poslovna-podrucja/elektroenergetika/proizvodnja-elektricne-energije/> (18. 3. 2023.)
6. Udovičić B., Čovjek i okoliš, Kigen, Zagreb, 2009, str. 120-142.
7. <https://crorivers.com/zivi-svijet-rijeka/> (18. 3. 2023.)
8. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy_en (18. 3. 2023.)

Biosenzori za otkrivanje bakterijskih patogena

Karla Radak (FKIT)

Razni patogeni koji se prenose hranom i vodom, zajedno s nekoliko onečišćujućih tvari iz okoliša koje se prenose zrakom, glavni su uzroci bolesti kod ljudi i životinja. Bakterijski patogeni se tradicionalno otkrivaju različitim metodama koje se oslanjaju na uzgoj patogena pomoću različitih diferencijalnih ili selektivnih medija.¹ Ove metode zahtijevaju puno vremena te imaju nisku osjetljivost i slabu specifičnost. Nadalje, postoje neki patogeni koji se ne mogu uzgajati ni na jednom rutinskom mediju za rast, što je rezultiralo napretku tehnologije počevši s razvojem imunoloških i molekularnih metoda za otkrivanje bakterijskih patogena. Utvrđeno je da su te metode puno brže, no glavni nedostaci su niska osjetljivost, slaba specifičnost i visoki troškovi.



Slika 1 – Bakterije roda *Salmonella* spp. jedne su od najčešćih uzročnika trovanja hranom u Hrvatskoj

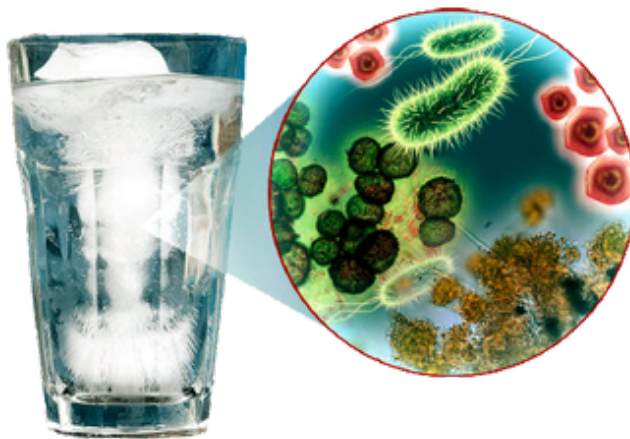
Želja za vrlo osjetljivom, brzom i ekonomičnom metodom otkrivanja bakterijskih patogena dovela je do izuma mnogih brzih analitičkih senzora u posljednjem desetljeću. Oni mogu ekonomično detektirati bakterijske patogene pri niskoj koncentraciji s brzim obradama rezultata analize. Također, unatoč njihovoj širokoj primijenjenosti u medicini za dijagnozu zaraznih bolesti, slaba je primjene takve senzorske tehnologije u otkrivanju zaraznih patogena prisutnih u hrani, vodi i okolišu.

Postoje razne brze tehnike za otkrivanje mikroba u vodi, hrani i okolišu kao što su biosenzori i mikrofluidne senzorske tehnike. Među svim metodama, mikrofluidički senzori, stekli su veliko priznanje i širu primjenu u kliničkoj dijagnostici, kontroli sigurnosti hrane, praćenju kvalitete vode i okoliša.

Patogeni su odgovorni za razne zarazne bolesti i smrt na globalnoj razini. Te se zarazne bolesti mogu

spriječiti ako se uzročnici točno i brzo otkriju. Stoga bi tehnike koje se koriste za njihovo otkrivanje trebale biti brze, pouzdane, specifične i jeftine kako bi posebice bile dostupne u područjima s ograničenim resursima.

Detekcija bakterijskih patogena iz hrane, vode i okoliša može se postići korištenjem konvencionalnih ili biosenzorskih tehnika. Iako su konvencionalne tehnike klasificirane kao „zlatni standard” za otkrivanje bakterijskih patogena, te su tehnike imale prednost jer su mogle otkriti samo održive bakterijske izolate koji se mogu dalje proučavati i karakterizirati. Međutim, tehnika je radno intenzivna, dugotrajna, manje specifična i osjetljiva, pa je stoga neučinkovita. S druge strane, uporaba biosenzora nudi veće prednosti u usporedbi s konvencionalnim tehnikama u detekciji bakterijskih patogena u hrani, vodi i okolišu jer je tehnika brza, vrlo osjetljiva, specifična, selektivna, manje naporna i vrlo učinkovita. Nedavno je došlo do povećanja svijesti o javnom zdravlju i sigurnosti što je dovelo do povećanja potražnje za brzim sensorima u kontroli sigurnosti hrane i praćenju kvalitete vode.



Slika 2 – Voda onečišćena bakterijskim patogenima

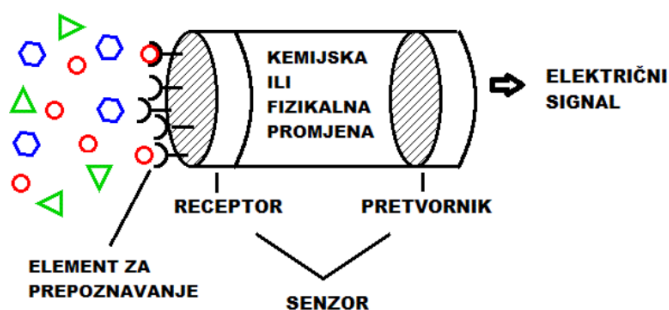
Biosenzori su analitički uređaji koji se sastoje od dvije komponente. Elementi za bioprepoznavanje u biosenzorima koriste načelo enzimskog kompleksa „ključ i ključ” u prepoznavanju analita prisutnih u uzorku. U usporedbi s drugim tehnikama detekcije bakterija, biosenzori su brži, specifičniji, osjetljiviji i vrlo pouzdani.³

Glavno razmatranje pri izradi biosenzora je proizvodnja osjetljivog i specifičnog uređaja za višekratnu upotrebu koji je neovisan o čimbenicima okoliša kao što su temperatura i pH. Jedan od glavnih izazova biosenzora je trošak komercijalizacije uređaja za kontrolu sigurnosti hrane i kakvoće vode zbog visoke cijene proizvoda što njihovu široku primjenu čini vrlo ograničenom.³ Biosenzori nisu otporni na toplinu jer sadrže neke molekule osjetljive na toplinu kao što su enzimi, stoga se ne mogu sterilizirati toplinom.

Dva vitalna parametra koriste se za objašnjenje osjetljivosti biosenzora, a uključuju granicu kvantifikacije (LOQ) i granicu detekcije (LOD). LOD brzog senzora pokazatelj je minimalne koncentracije patogena/stanica

koja se može otkriti pomoću tog senzora, dok je LOQ minimalna koncentracija patogena/stanica koja se točno i dosljedno otkriva i mjeri. Iako su oba vrlo važna parametra, istraživači su prihvatili LOD kao standardnu mjeru analitičke osjetljivosti.¹ Unatoč tome što su brži i pouzdaniji način otkrivanja bakterijskih patogena, osjetljivost analitičkih senzora varira od senzora do senzora. Brže je provesti bakterijsku analizu tekućina nego krutine jer tekućina sadrži homogeniju mješavinu patogena od krutina. Priprema uzorka čvrste hrane uključivati će uzgoj bakterija prije analize, što će onda poništiti brzinu testa, stoga je korak pripreme uzorka koji ne uključuje bakterijsku kulturu neophodan da bi se uistinu odredila osjetljivost biosenzora.

Postoje različiti brzi senzori koji se koriste u detekciji patogena, no najčešći brzi senzori uključuju biosenzore i mikrofluidne senzore.³ Ovi uobičajeni brzi analitički senzori koji se koriste za otkrivanje bakterijskih patogena, uključujući njihove osjetljivosti i vrijeme ispitivanja. Mogu se koristiti za izravno otkrivanje čak i vrlo niskih razina bakterijskih patogena bez obogaćivanja. Oni su pokazali sposobnost postizanja visoke prenosivosti, minijaturizacije i dopuštaju uključivanje digitalnih tehnologija kao što su pametni telefoni te su vrlo relevantni u postavkama s niskim resursima. Na taj način se nestručnjacima i tehničarima omogućuje laka primjena. Različite kategorije biosenzora primijenjene su u detekciji bakterijskih patogena, a neki od njih su optički biosenzori, elektrokemijski biosenzori, biosenzori osjetljivi na masu te mikrofluidni senzori.



Slika 3 – Biosenzori za praćenje teških metala i toksičnih spojeva u okolišu

Optički biosenzori pretvaraju rezultat interakcije između sredstava za bioprepoznavanje i analita u optički signal koji je izravno proporcionalan koncentraciji. Najčešće su korišteni biosenzori u detekciji mikrobnih patogena u hrani, vodi i okolišu.¹ Imunosenzori su najčešće korišteni optički senzori, posebice imunotest s bočnim protokom i imunotest s aptamerom. Aptameri su oligonukleotidi DNA ili RNA koji se vežu na specifičnu ciljnu molekulu (patogen) s visokim afinitetom i specifičnošću vrlo sličnom interakciji između antigena i protutijela.³ Imunosenzori temeljeni na aptamerima pojavili su se kao alternativa imunosenzorima temeljenim na antitijelima zbog visokih troškova proizvodnje antitijela koja se koriste u imunosenzorima.

Općenito, aptameri su dugi između 25 i 90 baza i njihova upotreba u imunosenzorima daje neke prednosti u odnosu na njihove analogne imunosenzore temeljene na antitijelima.

Elektrokemijski biosenzori pretvaraju rezultate interakcije između sredstva za bioprepoznavanje i analita u električne signale koji su proporcionalni koncentraciji analita. Na temelju parametra koji se mjeri, elektrokemijski biosenzori mogu se kategorizirati ili kao amperometrijski koji mjere promjenu struje nakon vezanja analita i agenasa za bioprepoznavanje, ili impedimetrijski koji mjere impedanciju ili potenciometrijski koji mjere električni potencijal.² Unatoč brzini, postoje određena ograničenja u korištenju elektrokemijskih biosenzora. Također, mikrobnih patogena često nisu ravnomjerno raspoređeni u hrani, vodi ili uzorcima iz okoliša, stoga uporaba elektrokemijskih tehnika u otkrivanju takvih patogena postaje teška, osobito bez pripreme uzorka.

Tehnika biosenzora osjetljivog na masu uključuje primjenu izmjenične struje dane frekvencije za induciranje piezoelektričnih učinaka za mjerenje mase sloja na površini senzora. Svaka proizvedena kemijska reakcija utjecat će na frekvenciju osciliranja, stoga ovi biosenzori osjetljivi na masu mjere promjene u frekvenciji izazvane interakcijom između elementa za bioprepoznavanje i analita. Ova je tehnika isplativa te je općenito prikladna za brzo otkrivanje analita u prijenosnim formatima.

Mikrofluidni senzori odnose se na analitičke senzore koji mogu brzo izvesti jednu ili više laboratorijskih operacija na prijenosnom čipu.³ Mikrofluidni analitički uređaji temeljeni na papiru sadrže nekoliko hidrofilnih celulozih vlakana koja precizno prenose tekućine od ulaza do određenog izlaza upijanjem ili kapilarnim djelovanjem. Ovaj novi dijagnostički sustav jeftino je, ali pouzdano sredstvo za analizu kemijskih i bioloških tvari, stoga je primjenjiv u mnogim zemljama s niskim prilivom u kojima postoji ograničen broj zdravstvenih radnika i dijagnostičke opreme. Papir je lako dostupan u mnogim dijelovima svijeta po vrlo niskim cijenama. On omogućuje kretanje tekućina kroz kapilarne radnje, što omogućuje imobilizaciju reagensa na njihovoj površini. Također, papir ima visoku biokompatibilnost jer se prvenstveno sastoji od celuloze. Nadalje, korištenje papira omogućuje protok tekućine duž površine bez upotrebe pumpe ili struje.

Literatura

1. Raphael Chukwuka Nnachi, Ning Sui, Bowen Ke, Zhenhua Luo, Nikhil Bhalla, Daping He, Zhugen Yang, Biosensors for rapid detection of bacterial pathogens in water, food and environment, Environment International, Vol.166, 2022.
2. Vahulabaranan Rajagopalan, Swethaa Venkataraman, Devi Sri Rajendran, Vaidyanathan Vinoth Kumar, Vaithyanathan Vasanth Kumar, Gayathri Rangasamy, Acetylcholinesterase biosensors for electrochemical detection of neurotoxic pesticides and acetylcholine neurotransmitter: A literature review, Environmental Research, 2023.
3. Amit Kumar Singh, Shweta Mittal, Mangal Das, Ankur Saharia, Manish Tiwari, Optical biosensors: a decade in review, Alexandria Engineering Journal, Vol. 67, 2023.

I Otpad i njegova toksičnost

Nikolina Karačić (FKIT)

Otpad, svaka čvrsta, tekuća ili plinovita tvar kojoj je istekao rok korisne ili dozvoljene uporabljivosti.² Otpad je sporedan proizvod kućanstava, zdravstvenih djelatnosti, tehničkog postupka, ili ostatak industrijskih proizvoda. Razvrstava se po podrijetlu, agregatnom stanju (čvrsti, tekući ili plinoviti), svojstvima, zakonskoj definiciji (toksični, opasni, eksplozivni, radioaktivni, odnosno podoban za ponovnu uporabu – recikliranje), te prema kratkoročnom ili dugoročnom riziku za zdravlje ljudi i okoliša. Otpad je jedan od ključnih problema moderne civilizacije i neizbježna posljedica našeg načina života. Povećanje blagostanja donosi brojne prednosti, ali i povećanje količina i štetnosti otpada. Samo u jednoj godini u Hrvatskoj nastaje 9 milijuna tona otpada. To su dvije tona po stanovniku i ta količina raste svake godine za 2 %.

Godišnje se proizvede oko 270 kg otpada po glavi stanovnika. Otpad postaje problem broj jedan, prijeti izravno zdravlju ljudi, odnosno posredno onečišćuje tlo, vodu i zrak, čak 37 % otpada završi na divljim odlagalištima i postaje smeće. Stoga se može reći da se otpadom naziva svaka stvar koja se više ne može upotrijebiti.⁴

Prema mjestu nastanka otpad može biti:

1. Komunalni otpad – otpad iz kućanstva i otpad sličan otpadu iz kućanstva, a nastaje u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima. Taj se otpad redovito prikuplja i zbrinjava u okviru komunalnih djelatnosti.

2. Tehnološki (industrijski) otpad – nastaje u proizvodnim procesima, u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima, a po količini, sastavu i svojstvima razlikuje se od komunalnog otpada. Može biti ambalažni otpad, uredski otpad, tvornički restorani te otpadne tvari specifične za svaku industriju, razlikuju se po kemijskim i fizikalnim svojstvima. Za nadzor toka i zbrinjavanje tehnološkog otpada propisane su posebne procedure, kojih se mora pridržavati svaki proizvođač odnosno vlasnik tehnološkog otpada.

Prema svojstvima otpad može biti:

1. Opasni otpad – su opasne tvari koje ugrožavaju ljudsko zdravlje i okoliš kada se s njime nepravilno rukuje. Sadrži tvari koje imaju jedno od ovih svojstava: eksplozivnost, toksičnost, radioaktivnost, korozivnost, zapaljivost, kancerogenost... Potječe iz industrije, poljoprivrede, ustanova (instituti, bolnice i laboratoriji). Razvrstavaju se kao: (otrovne otpadne tvari, spojevi teških metala, zapaljive otpadne tvari, korozivne otpadne tvari, tvari razarnog djelovanja, radioaktivni otpad). Manje količine opasnog otpada nastaju u domaćinstvu i zovu se problematične tvari.

2. Neopasni otpad – otpad koji nema niti jedno od svojstava opasnog otpada i ne podliježe značajnim fizičkim, kemijskim i biološkim promjenama.

3. Inertni otpad – neopasni otpad koji ne podliježe značajnim fizikalnim, kemijskim ili biološkim promjenama. Inertni otpad je netopiv u vodi, nije goriv, niti na koji drugi način reaktivan, niti je biorazgradiv pa ne ugrožava okoliš, npr. građevinski otpad.



Slika 1 – Otpad

U svakodnevnom životu često se čini da je najvažnije otpad nekuda odvesti. Sigurno da je nužno, iz sanitarno-higijenskih razloga, redovito i organizirano odvođenje otpada, međutim time nije sve riješeno i stvarni problemi tek počinju.¹

Neorganizirano i nepropisno odlaganje otpada, bez primjerenog nadzora ima višestruke posljedice, često nepopravljive koje uzrokuju dugotrajna i velika zagađenja koji postaje teret okolišu kojeg će netko ipak morati riješiti, npr. naknadne sanacije takvih odlagališta su vrlo skupa, raspadanjem organske tvari nastaju CO_2 i CH_4 , što utječe na efekt staklenika, neispravno i nehigijenski odbačen otpad uzrok je požara i eksplozije, glodari i kukci koji borave na odlagalištima prenose brojne zarazne bolesti, vjetar raznosi otpad umanjujući estetski izgled i šire se neugodni mirisi itd.

Nepropisno odlaganje otpada može uzrokovati onečišćenje vode, zraka, tla i hrane. Navedeni okolišni čimbenici, kojima je čovjek je izložen izravno i neizravno, utječu na njegovo zdravlje i dobrobit, blagostanje i životni standard. Ovdje se mogu uključiti različite štetne pojave kao što su poplave i suše koje mogu ugroziti budućnost zajednice, ali i korištenje izvora hrane, vode, energije i materijala kao i tla.

Kako bi se osigurala kvaliteta života ljudi i okoliša, potrebno je odrediti razinu izloženosti određenom okolišnom čimbeniku koja je prihvatljiva uz zanemarujući ili prihvatljivi zdravstveni rizik. U kontekstu kvalitete života, rizik se podrazumijeva na neželjene štetne učinke nastale uslijed izloženosti određenom čimbeniku okoliša. Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO), zagađenje zraka koje proizlazi iz nepravilnog zbrinjavanja otpada uzrokuje smrt oko 1,6 milijuna ljudi svake godine.

Otpad može sadržavati razne kemikalije koje su toksične za ljudsko zdravlje i okoliš.⁵ Među najopasnijim tvarima u otpadu su teški metali (poput olova, kadmija, žive i arsena), pesticidi, otapala, kemikalije za čišćenje, lijekovi, radioaktivni materijali i druge opasne tvari. Udisanje kemikalija koje isparavaju iz otpada može uzrokovati iritaciju očiju, nosa i grla, a dugotrajna izloženost može dovesti do kroničnih zdravstvenih problema kao što su respiratorni problemi, oštećenja jetre, bubrega i središnjeg živčanog sustava, pa čak i raka.

Također, onečišćenje vode i zemlje znatno utječe na kvalitetu tla, što može dovesti do smanjenja produktivnosti zemlje i smanjenja usjeva. Onečišćenje vode može dovesti do ozbiljnih zdravstvenih problema kod ljudi i životinja ako se kontaminirana voda koristi za piće ili za navodnjavanje poljoprivrednih usjeva.³

Stoga je vrlo važno da se otpad pravilno zbrinjava kako bi se smanjio rizik od negativnih učinaka na zdravlje i okoliš. Pravilno zbrinjavanje otpada uključuje upotrebu sigurnih metoda obrade otpada, odvojeno prikupljanje i recikliranje različitih vrsta otpada, te redovitu inspekciju i nadzor nad sanitarnim deponijima i drugim objektima za obradu otpada.



Slika 2 – Nepropisno odlaganje otpada

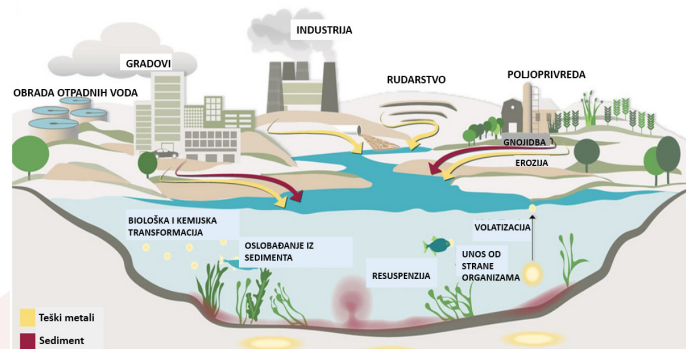
Literatura

1. R. Keles, The Quality of Life and the Environment, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Vol. 35, 2012, str. 23-32.
2. <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/d3f9d45e-115f-559b-b14f-28552410e90a> (19. 3. 2023.).
3. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241511353> (19. 3. 2023.)
4. http://ss-mareljkovica-sb.skole.hr/upload/ss-mareljkovica-sb/newsattach/200/GOSPODARENJE-OTPADOM_SKRIPTA.pdf (18. 3. 2023.)
5. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=45898> (18. 3. 2023.)

Ekotoksikologija teških metala

Adriana Tičić (FKIT)

Onečišćenje uzrokovano teškim metalima jedno je od ozbiljnijih prijetnji zdravlju globalnog ekosustava i čovjeka zbog toksičnih i mobilnih karakteristika teških metala. Teški metali kao što su aluminij, kadmij, bakar, željezo, olovo, mangan, nikal, selen i cink lako opstaju u okolišu i teško se mogu uništiti ili razgraditi. Otpadne vode iz kućanstva i razne antropogene aktivnosti kao što su primjena pesticida i izgaranje fosilnih goriva izvor su teških metala što dovodi u konačnici i do njihove akumulacije u okolišu. Onečišćenje uzrokovano teškim metalima nastaje njihovim otjecanjem ili taloženjem iz zraka pri čemu dospijevaju sve do slatkovodnih ekosustava. Poznato je da su površinske vode (rijeke, jezera, vodene akumulacije) primarni izvor pitke vode za žive organizme, a s obzirom na to da riječna voda lako asimilira i prenosi antropogene otpadne vode, ljudsko zdravlje biva ugroženo upravo preko vode za piće. Prema podacima Svjetske Zdravstvene Organizacije (WHO) iz 2017. godine rasponi koncentracija aluminija, arsena, bakra, željeza i cinka u slatkovodnom okolišu u svijetu iznose između 0,1 – 0,2 mg/L, 1 – 2 µg/L, 0,005 – 30 mg/L, 0,5 – 50 mg/L, 0,01 – 0,05 mg/L¹.



Slika 1 – Izvori teških metala

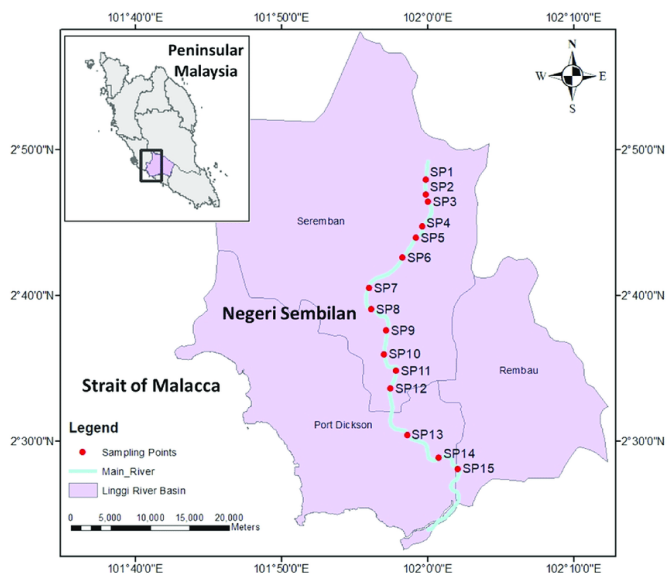
Izloženost teškim metalima ispitivana je na nekoliko organizama, kao što su primjerice rakovi i ribe. Ispitivanja provedena na zebricama (*Danio rerio*) su pokazala smanjene otkucaje srca, odgođeno izleganje i morfološke promjene tijekom izloženosti niklu koncentracije 0,025 mg/L. Nadalje, ispitivanja provedena na vrsti *Daphnia magna* su utvrdila da kadmij i olovo izazivaju negativne učinke kao što su kasno izleganje i smanjena reprodukcija već pri efektivnoj koncentraciji olova $EC_{50} = 21,02 \mu\text{g/L}$.¹ Međutim, učinci teških metala nisu ograničeni samo na vodene organizme, već se mogu štetno odraziti i na ljudsko zdravlje. Jedan od puta unosa teških metala u ljudski organizam je preko hranidbenog lanca s obzirom na to da teški metali imaju sposobnost akumulacije u dijelovima hranidbenog lanca kao što su voda, sediment, zooplankton, ribe. Iako su neki metali poput željeza i

cinka bitni za rast stanica ljudskog tijela, nepravilna akumulacija i povećan unos tih metala može uzrokovati oksidativni stres i dovesti do nastanka karcinoma. Primjerice, arsen može uzrokovati karcinom pluća i kože čak i pri nižim koncentracijama od 8,1 µg/L, dok se kadmij povezuje s karcinomom dojki ako se unosi hranom u koncentracijama višim od 10 µg po danu. Nadalje, poremećen kognitivni razvoj, hiperaktivna ponašanja i smanjeni kvocijent inteligencije se također povezuju s kroničnom izloženosti manganu preko vode koncentracije oko 2 mg/L.¹ Razne probavne tegobe poput proljeva, abdominalne boli, povraćanja i mučnine su povezane s izloženosti bakru. Koncentracije aluminija od 100 µg/L mogu uzrokovati razne neurološke bolesti, Alzheimerovu bolest i oslabljenost imunološkog sustava.

Iz prethodno navedenog može se vidjeti koliko je važno napraviti procjenu rizika izloženosti čovjeka i okoliša teškim metalima. Stoga su brojne zemlje i međunarodne agencije razvile smjernice i standarde za održavanje i poboljšanje kvalitete riječnih ekosustava. Tako je nastala Okvirna direktiva o vodama (engl. *Water Framework Directive*) u okviru vodne politike Europske unije čija je svrha zaštititi vodene ekosustave i potaknuti održivo korištenje vode.

Za procjenu rizika od teških metala koristi se RQ metoda kroz indeks pojedinačnog faktora, Hakansonov indeks potencijalnog ekološkog rizika i Nemerow integrirani indeks onečišćenja za označavanje razine teških metala. Međutim, ove se metode u praksi rijetko primjenjuju jer mogu predvidjeti rizik samo za specifičnu vrstu umjesto za cijelu populaciju. Iz istog razloga češće se koristi distribucija osjetljivosti vrsta (SSD) integriranjem podataka o toksičnosti u vodenim sustavima za svaku trofičku razinu kako bi se povećala točnost procjene rizika za okoliš. Korištenjem SSD-a, umjesto kroničnih i akutnih podataka, obuhvaćeno je više raspona vrsta kako bi se smanjili faktori procjene i tako povećala valjanost procjene rizika. SSD je u biti vjerojatnosni model varijabilnih osjetljivosti vrsta tijekom izloženosti stresoru i koristi se za donošenje odluka prilikom procjene ekološkog rizika.

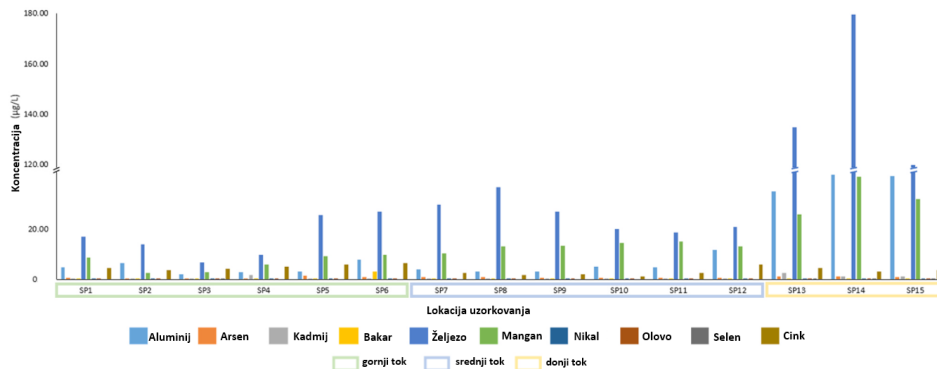
Kao konkretan primjer uzet je slučaj onečišćenja rijeke Linggi u Maleziji gdje je onečišćenje izazvano prisutnošću pesticida, a također je otkrivena i prisutnost teških metala (arsena, kroma, željeza, olova, cinka) u sedimentu. Resuspenzijom sedimenta lako se mogu osloboditi teški metali i dospjeti u površinske vode što kao rezultat ima nakupljanje teških metala u riječnom ekosustavu. Općenito, slijev rijeke Linggi nalazi se na Malezijskom poluotoku (savezna država Negeri Sembilan) na području pod utjecajem raznih antropogenih aktivnosti kao što je otpad iz industrijskih zona, stočarske proizvodnje i plantaži uljanih palmi. Uzorci voda prikupljeni su s 15 različitih lokacija (engl. *sampling points*) rijeke Linggi.



Slika 2 – Područje istraživanja i točke uzorkovanja u rijeci Linggi

Rezultati ispitivanja pokazali su prisutnost teških metala u površinskim dijelovima rijeke Linggi, i to čak 9 različitih vrsta metala: aluminij, kadmij, bakar, željezo, mangan, nikal, selen, cink, arsen. Srednje koncentracije teških metala su redom iznosile: željezo (45,77 µg/L) > mangan (14,41 µg/L) > aluminij (11,72 µg/L) > cink (3,79 µg/L) > arsen (0,71 µg/L) > kadmij (0,49 µg/L) > bakar (0,37 µg/L) > nikal (0,24 µg/L) > olovo (0,10 µg/L) > selen (0,01 µg/L). Svi navedeni metali su otkriveni na svih 15 lokacija uzorkovanja, osim selena koji je otkriven jedino na lokaciji 13, 14 i 15. Srednja koncentracija teških metala je bila veća u središnjem i donjem toku rijeke zbog povećanih antropogenih aktivnosti u tim dijelovima (tvornice elektrotehnike, tvornice za galvanizaciju, poljoprivredna i stočarska industrija, plantaže palminog ulja, farme svinja i peradi). Kemijska gnojiva, aditivi u hrani za stoku i izmet stoke s farmi su sve potencijalni izvori teških metala koji lako dopijevaju u okoliš i tako i u pitku vodu. Jedan od glavnih faktora koji utječu na specifikaciju teških metala je tvrdoća vode. Niža tvrdoća vode povezana je s većom toksičnošću teških metala. Teški metali se zadržavaju u otopljenom obliku u mekoj vodi u odnosu na tvrdu vodu. Suprotno tome, toksičnost teških metala opada u tvrdoj vodi.

Jedno od prethodnih istraživanja je pokazalo da je toksičnost cinka za *Gambusia holbrooki* veća u mekoj vodi nego u tvrdoj s LC₅₀ vrijednošću koja je rasla od 0,67 mg/L do 58,38 mg/L.¹ Međutim, u ovoj studiji je posebno promatrana ovisnost između koncentracija ciljanih teških metala i vrijednosti pH, temperature, vodljivosti, saliniteta, otopljenog kisika i zamućenosti za navedenu rijeku Linggi. Pri nižim pH vrijednostima je veća koncentracija teških metala u vodi, dok porastom pH vrijednosti opada koncentracija teških metala s obzirom na to da se oni apsorbiraju na sediment. Utvrđeno je da porastom saliniteta raste i koncentracija teških metala u vodi s obzirom na to da povećanjem slanosti dolazi do povećanja vodljivosti natrijevih iona



Slika 3 – Distribucija teških metala

u vodi, a time se povećava ispuštanje teških metala iz sedimenta u površinsku vodu. S druge strane, smanjenjem koncentracije otopljenog kisika u vodi dolazi do povećanog otapanja teških metala u toj vodi. Utjecaj temperature na koncentraciju teških metala je složen jer temperatura sama po sebi ima različite utjecaje ovisno o količini otopljenog kisika, vodljivosti. Zamućenost, s druge strane, nema značajniji utjecaj na koncentraciju teških metala u rijeci.

U ovom istraživanju za ispitivanja su poslužili slatkovodni organizmi karakteristični za Maleziju kao što su alge, rakovi i ribe. Za procjenu toksičnosti izračunate su vrijednosti HC5 (koncentracija pri kojoj 5 % vrsta osjeti štetan učinak) i PNEC (predviđena koncentracija bez štetnog učinka). Utvrđeno je da vrijednosti HC5 slijede niz: mangan > aluminij > bakar > olovo > arsen > kadmij > nikal > cink > selen. Selen je najtoksičniji metal s HC5 vrijednošću 8,62 µg/L, dok je najmanje toksičan metal mangan čija HC5 iznosi 209,88 µg/L.¹

Iz navedenog istraživanja se može zaključiti da su glavni izvor teških metala u okolišu antropogene aktivnosti i upravo su one glavni čimbenik povećanja ekološkog rizika u rijeci Linggi. Iako neki metali predstavljaju manji rizik za zdravlje okoliša i čovjeka od ostalih, učinak bioakumulacije se ne smije zanemariti. Uostalom, ekološka pitanja usko su vezana i uz održivost i ravnotežu gospodarskog rasta i zato se ona ne smiju zanemariti već ih je važno integrirati u planiranje urbanog razvoja.

Literatura

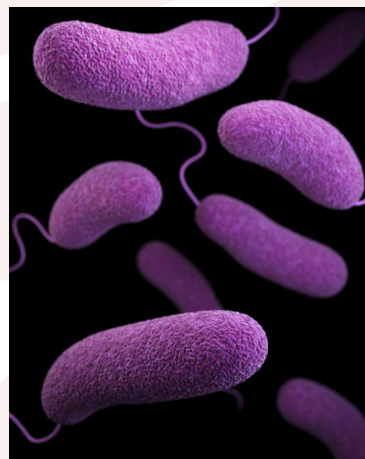
1. Muhammad Raznisyafiq Razak, Ahmad Zaharin Aris, Nurul Amirah Che Zakaria, Sze Yee Wee, Nur Afifah Hanun Ismail, Accumulation and risk assessment of heavy metals employing species sensitivity distributions in Linggi River, Negeri Sembilan, Malaysia, Ecotoxicology and Environmental Safety, Volume 211, 2021

Razvoj i utjecaj *Vibrio parahaemolyticus*

Iva Turkalj (FKIT)

Vibrio parahaemolyticus je glavni patogen koji se prenosi hranom i uzrokuje gastroenteritis od konzumacije sirove ili neadekvatno kuhane morske hrane.³ Bakterija *V. parahaemolyticus* je prema Gramu negativni, halofilni, svinuti štapić s jednom polarnom flagelom i pokretljiv je kad raste u tekućem mediju. Prvi dokumentirani slučaj bolesti koja se prenosi hranom *V. parahaemolyticus* dogodio se u Osaki u Japanu – godina je bila 1950. Stjecanje ovog organizma koje se prenosi hranom najznačajnije je iz morskog okruženja i prepoznato je kao najvažniji patogen koji se prenosi morskim plodovima, s najvećom učestalošću implikacija u slučajevima bolesti koje se prenose hranom i koji uključuju morske plodove. Zapravo, u nekim zemljama, poput Kine, *V. parahaemolyticus* vodeći je uzrok bolesti koja se prenosi hranom. Osim rasprostranjenosti u morskom okolišu, pokazalo se da je prisutan u slatkoj vodi i morskim plodovima ulovljenim iz takvih područja iako se to

čini rijetkim. Iako raširen, brojevi se sezonski razlikuju, posebno u umjerenim regijama, gdje su bakterije prisutne u većem broju tijekom ljetnih mjeseci i to je usko povezano s prijavljenim slučajevima. Međutim, školjke, osobito kamenice, bile su čest izvor infekcije i to vrijedi ne samo za *V. parahaemolyticus*, već i za mnoge druge vrste *Vibriosa*. Vibriji mogu preživjeti i razmnožavati se u onečišćenim vodama s povećanom koncentracijom soli pri temperaturi od 10 °C do 30 °C..

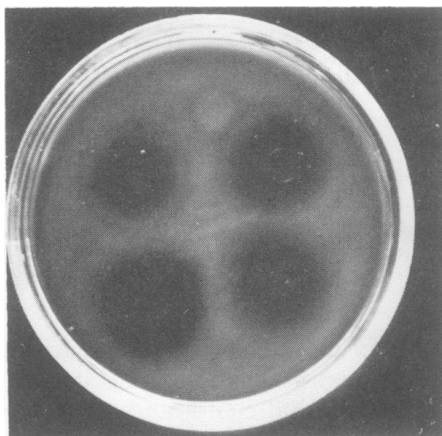


Slika 1 – *Vibrio parahaemolyticus*

Glavni patogeni čimbenici *V. parahemolitika* su termosni izravni hemolizin (TDH) i hemolizin povezan s TDH (TRH).¹ Naime, teško je osigurati sigurnost hrane jednostavnim testiranjem na TDH i TRH u uzorcima hrane. Prvo, većina izolata hrane ili ekoloških sojeva *V. parahaemolyticus* ne posjeduju tdh ili trh; 84 % kliničkih i 1,57 % morskih izolata *V. parahaemolyticusa* bilo je tdh-pozitivno, a 12 % kliničkih i 3,66 % izolata morskih plodova bilo je pozitivno na trh gen, što ukazuje na to da većinu kliničkih izolata čine tdh ili trh geni.¹ Drugo, teško je izbjeći pogrešno otkrivanje uzoraka kontaminiranih sojevima koji proizvode toksine jer otkrivanje toksičnih proteina zahtijeva visoku osjetljivost tako da količine toksina proizvedenih sojem ovise o njegovoj sposobnosti i uvjetima kulture. Čak i ako soj posjeduje tdh ili trh gen, ne mora nužno izraziti te proteine. Konačno, negativni sojevi TDH i TRH mogu posjedovati i druge čimbenike virulencije kao što su sustavi izlučivanja tipa III (TTSS), koji ubrizgavaju bakterijske proteine efektoru u stanice domaćina.² Stoga se otkrivanje bakterijskih stanica *V. parahaemolyticus* preporučuje pri otkrivanju njihovih toksina za uzorke hrane ili okoliša. U Japanu službena metoda ispitivanja uzoraka hrane zahtijeva otkrivanje ukupnog *V. parahaemolyticusa*, a ne samo patogenih sojeva. Stoviše, *V. parahaemolyticus*, poput koliforma, koristi se kao indikatorski soj sanitarne kvalitete hrane.³ Ako se *V. parahaemolyticus* otkrije u kuhanoj hobotnici ili raku, na primjer, to ukazuje na to da je kontaminacija *V. parahaemolyticusa* nastala iz okoliša ili opreme za kuhanje kao što je daska za rezanje nakon kuhanja.

Gastroenteritis je stanje koje se najčešće doživljava kada su ljudi zaraženi *V. parahaemolyticusom*, s proljevom, grčevima u trbuhu i mučninom u najmanje 70 % slučajeva (ICMSF, 1995).³ Zabilježeni su i drugi sindromi bolesti, poput bolesti slične koleri, septikemija, infekcije rana i dizenterija. Često je samoograničavajući i rijetko fatalan. Međutim, zabilježeni su smrtni slučajevi.

Ključni aspekt izolacije *V. parahaemolyticusa* i odnosa prema humanoj patogenosti je takozvani „Fenomen Kanagawa”. Fenomen Kanagawa je beta-hemolitička reakcija (slika 2) uzrokovana termostopivnom izravnom hemolizom koja se odvija na određenom mediju i usko je povezana s patogenošću. Na uvjete rasta proizvodnje toplinski stabilnog hemolitika utječe niz parametara rasta, uključujući pH i vrstu ugljikohidrata u mediju.¹



Slika 2 – Kanagawa Fenomen

Glavna metoda za otkrivanje *V. parahaemolyticus* je putem uzgajanja kulture: obogaćivanje u bujonu, apliciranje na selektivnom agaru i identifikacija sumnjivih kolonija. *V. parahaemolyticus* obično su izolirani na TCBS agaru. Teško je razlikovati kolonije između *V. parahaemolyticus* i drugih saharoza nefermentirajući spp. kao što su *V. mimicus* i *V. vulnificus* jer svi oni tvore zelene kolonije poput *V. parahaemolyticus*. Za identifikaciju izoliranih kolonija potrebna su biokemijska ispitivanja koja zahtijevaju dodatno vrijeme. Dakle, metoda kulture je dugotrajna, naporna i neučinkovita. Ipak, kontaminacija *V. parahaemolyticusa* u hrani mora se otkriti što je brže moguće jer se sirovi plodovi mora, glavni izvor infekcije *V. parahaemolyticus*, otpremaju odmah nakon proizvodnje zbog kratkog roka trajanja.

Razvijene su mnoge metode brzog otkrivanja, uključujući konvencionalnu lančanu reakciju polimeraze (PCR), kvantitativni PCR u stvarnom vremenu, izotermalno pojačanje posredovano petljom i test za nadutost imunode.² Ove metode brzo otkrivaju *V. parahaemolyticus*, ali sve zahtijevaju dobro obučeno osoblje i skupu opremu poput termalnog biciklista pa je nepraktično za test na licu mjesta.

U ranijim istraživanjima, krajem 20. stoljeća, duž Jadranskog mora u Hrvatskoj te dijelom u Sloveniji (Izola, Poreč, Linski kanal, Rijeka, Krk, Novigrad, Biograd, Murter, šibenik – Skrad, Pakoštane i Ston) u različitim uzorcima morske hrane dokazana je pojava *Vibrio spp.*, i to u 9,3 % od 150 obrađenih uzoraka. Najzastupljenije vrste bile su *V. parahaemolyticus* u 6,7 % i *V. vulnificus* u 2,7 % obrađenih uzoraka. Pozitivni nalazi bili su utvrđeni na Krku u 20 % uzoraka, Biogradu (14,3 %), Novigradu (8,9 %), Šibeniku – Skradin (8,3 %), Poreču (5,6 %) i Izoli (4,6 %).

U Hrvatskoj je pojavnost *Vibrio parahaemolyticus* u morskoj hrani zabilježena u hrani koja se nalazi na tržnicama ili nudi u hotelskoj ponudi i to u značajnim postocima.³ Tako je na tržnicama postotak uzoraka u kojima je dokazan ovaj uzročnik pronađen je kod škampa, dok je najviši postotak dokazan u školjaka. Prevalencija i broj *V. parahaemolyticus* u morskoj vodi ovisi o temperaturi i salinitetu vode, no može ovisiti i o drugim čimbenicima, kao što su količina planktona u vodi, te svakako ciklus plima/oseka. Mnoge vrste riba mogu biti kontaminirane bakterijom, iako će prevalencija i ukupan broj varirati od vrste do vrste.

Čini se da je razlika u prevalenciji i broju povezana s vrstama i njihovom staništu (obalno područje ili duboko more). Voda koja se koristi u sabirnim centrima i tržnicama sadrži velike koncentracije *V. parahaemolyticus*, pa treba svakako obratiti pažnju na fazu nakon izlova jer očito postoji velika opasnost ponovne kontaminacije već ulovljenih riba, a i riba u moru u koje se ova voda vraća.⁴



Slika 3 – Prisutnost *V. parahaemolyticusa* u marinskom ekosustavu

Ovo saznanje se svakako može iskoristiti, te bi korištenu vodu prije povratka u prirodu trebalo klorirati ili prokuhati, kako bi se u njoj broj *Vibrio* spp. sveo na najmanju moguću mjeru. Pranje utrobe vodom nakon evisceracije smanjuje broj *V. parahaemolyticus* u ribljim filetima, za razliku od riba čija utroba nakon evisceracije nije isprana vodom.⁴ Kod pripreme hrane kod kuće, vrijeme koje prethodi ispiranju utrobe riba smatra se ključnim korakom u odnosu smanjenja mogućnosti kontaminacije i smanjenja ukupnog broja *V. parahaemolyticusa*.

Literatura

1. Taro Yonekita, Naoki Morishita, Eiji Arakawa, Takashi Matsumoto, Development of a monoclonal antibody for specific detection of *Vibrio parahaemolyticus* and analysis of its antigen, *Journal of Microbiological Methods*, Vol. 173, 2020
2. Yonekita, Taro, et al. "Development of a monoclonal antibody for specific detection of *Vibrio parahaemolyticus* and analysis of its antigen." *Journal of microbiological methods*, Vol. 173, 2020
3. Mikuš, Tomislav, et al. "Rizici infekcije s *V. parahaemolyticus* u hrani morskog podrijetla." *MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu*, 2010, str. 294–298.
4. <https://foodmicrobiology.academy/2020/02/17/vibrio-parahaemolyticus-in-the-marine-environment-and-seafood/> (19. 3. 2023.)

RADIONICA: FINANCIJSKA PISMENOST

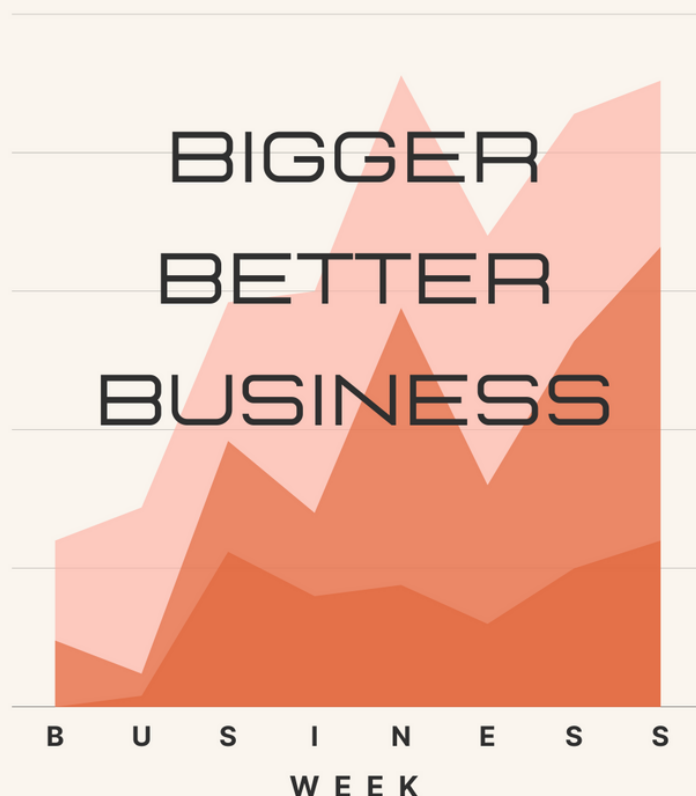


22. travnja 2023.
9 - 12h

Marulićev trg 20
Klub nastavnika



FKITMCMXIX



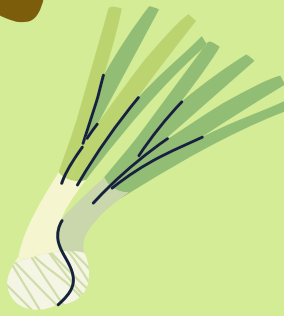
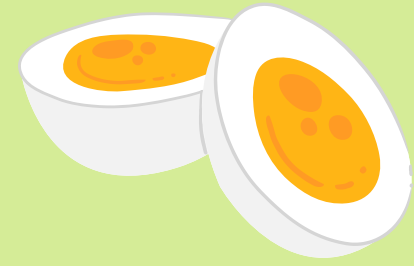
Nadolazeći projekt Business Week će se održati
4. i 5. svibnja 2023. na Fakultetu kemijskog
inženjerstva i tehnologije u predavaoni
Klub nastavnika, Marulićev trg 20!

Za sve dodatne informacije i prijavu posjetite Instagram profil
Studentske sekcije HDKI.

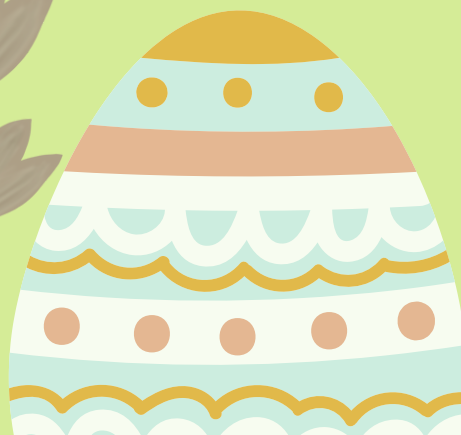


@studentskasekcijahdki

Kemija Uskrsa



- Žuta boja žumanjaka je zbog prisutnosti karotenoidnih pigmenata luteina i zeaksantina
- Oko 90% bjelanjka je voda
- Mladi luk sadrži značajnu količinu flavonoida (uključujući kvercetin), polifenola s antioksidativnim svojstvima
- Proljetno povrće te se jede na početku svog formiranja
- Rotkvice su bogate vlaknima zbog čega su dobre za probavu, kao i za reguliranje razine šećera u krvi
- Četiri glavne organske kiseline prisutne su u korijenu rotkve: oksalna, jabučna, malonska i eritorbinska kiselina
- Dušikov oksid veže se na mioglobin i mijenja boju svježeg mesa u jarko crvenu poznatu kao nitrozilmioglobin
- Naknadno zagrijavanje mesa uzrokuje kemijske reakcije i mijenja mioglobin u spoj poznat kao nitrozil-hemokrom



SADRŽAJ
vol. 7, br. 5, 2023.

KEMIJSKA POSLA

Projekt CeSaR na FKIT-u – 4. dio	1
Neobičan spoj pronađen u Rembrandtovoј Noćnoj straži	3
Svemir 25 (1968. – 1973.)	5
Novo punilo za koštane implantate s povećanom bioaktivnošću	7
Novi pristup poboljšanju isporuke lijekova za liječenje tumora mozga u djece	8

ZNANSTVENIK

Čišćenje oceana od plastike: san ili stvarnost?	10
Elektronička koža fleksibilna poput krokodilske kože	12
Onečišćenje dušikom	13
Membranski procesi za izravno hvatanje CO ₂ iz zraka: mogućnosti i ograničenja	14

BOJE INŽENJERSTVA

Intervju „Na kavi s asistentima“ – Martina Miloloža, mag. ing. oecoing.	16
PneuAct	18
Fotografski film	20
Opservatorij Vera C. Rubin	22
Protočne baterije	23
Elektrokemijska sinteza amonijaka	24

SCINFLUENCER

Zašto su rijeke važne?	27
Biosenzori za otkrivanje bakterijskih patogena	29
Otpad i njegova toksičnost	31
Ekotoksikologija teških metala	32
Razvoj i utjecaj <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	34

