

reaktor IDEJA 7

službeno glasilo Studentske sekcije HDKI-ja | vol 7

svibanj 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 sačuvar normu za daljn tek u zajedni znanstvenika koji su se probili u teoriji i u praksi. Bivio se običnim, praktičnim problemima, koji su bili primjenjivani na mnogim



INOVATIVNI GEL ZA LIJEČENJE TUMORA MOZGA

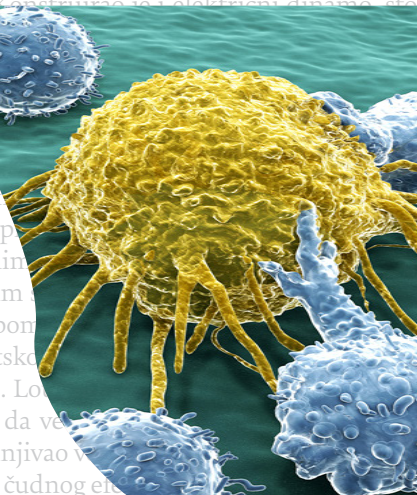
STR. 2

SINTETIČKOM BIOLOGIJOM PROTIV KLIMATSKIH PROMJENA

STR. 22



nomopolarni motor i otkrio elektromagnetsku indukciju. Dokazao je da mijenjanjem magnetskog polja dobijemo električno polje (Faradayev zakon). Konstruirao je i električni dinamo, što je preteča modernog generatora. Niemu u čast fizička 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 v riješio problem koji je zbunjivao v vinskog talogu, dolazi do čudnog e



PRIMJENA BIOSENZORA U ZDRAVSTVENOJ DIJAGNOSTICI

STR. 24

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

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

ISSN 2584-6884
e-ISSN 2459-9247
Zagreb



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

I uz to učiniti našu struku sjajnom?

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

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

Podržite rad Studentske sekcije donacijom

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

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

Reaktor ideja – više od studentskog časopisa.



MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA

www.mzo.hr



STUDENT
SKI ZBOR
SVEUČILIŠTA
U ZAGREBU



Uredništvo *Reaktora ideja*

Dragi čitatelji,

predstavljamo Vam sedmi broj *Reaktora ideja* u ovoj akademskoj godini.

Završava ljetni semestar i počinju ispitni rokovi. Svim studentima, ali i asistentima i profesorima želim puno uspjeha i strpljenja u nadolazećem razdoblju. Studentima završnih godina želim puno sreće u pisanju i obrani završnih i diplomskih radova. Hvala svima koji su pisali u ovo izazovno vrijeme poznato po mnoštvu akademskih obveza. Nadam se da ćete svi predah od učenja naći u sljedećim stranicama kako biste odmaknuli misli, priuštiti si zasluženi odmor, ali i prisjetili se kako nam je struka svestrana i lijepa.

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. 7, Str. 1–28

Izlazi mjesečno (kroz akademsku godinu)

Časopis sufinancira Ministarstvo znanosti i obrazovanja
Republike Hrvatske, Zagreb

Zagreb,
svibanj, 2023.

SADRŽAJ

Kemijska posla.....	1
Znanstvenik.....	9
Boje inženjerstva.....	13
Scinfluencer.....	22





KEMIJSKA POSLA

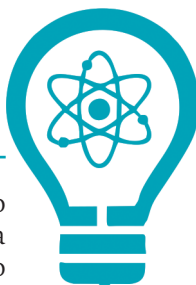
I Financijska pismenost

Jelena Barač (FKIT)

Pojednostavljeno, financijsku pismenost možemo definirati kao skup znanja, ponašanja i odnosa prema novcu čijom kombinacijom donosimo pravilne financijske odluke koje imaju velik utjecaj na dobrobit i budućnost pojedinca, ali i pridonose ekonomskom razvoju društva u cjelini. Razvoj tehnologije i pojava novih i složenijih financijskih proizvoda doveli su do toga da financijska pismenost postaje nužna i neophodna vještina svakog mladog modernog čovjeka.

Studentska sekcija HDKI-ja prepoznala je neupitnu važnost financijske pismenosti studenata te je 22. travnja 2023. održana radionica na spomenutu temu u sklopu projekta „Edukacije”.

Članovi projektne skupine „FINtelligent” (Ivana Petrović, Julijana Šestan, Jakov Protega i Ivan Mršo) Financijskoga kluba, temeljito su i stručno razradili teme poput banaka, debitnih i kreditnih kartica, kredita, kamatne stope, obračuna plaće, štednje i mnogih drugih iznimno važnih pojmova. Brojna pitanja sudionika pokazala su da su teme financijske prirode, koje se mladima nekada čine nezanimljivima, itekako važne i da je zainteresiranost za njih velika.



Slika 1 – Radionica Financijska pismenost

Financijska pismenost temelj je našeg odnosa s novcem a njezina uključenost u društvo izrazito je potrebna te ovakve projekte valja pozdraviti i priželjkivati ih još i više.

Ovim se putem u ime Sekcije još jednom zahvaljujem članovima „FINtelligentu” na prenesenom znanju i nadam da ćemo u skoroj budućnosti imati priliku ponovno surađivati.

Inovativni gel za liječenje tumora mozga: Nova nada za pacijente

Kaja Mašić (FKIT)

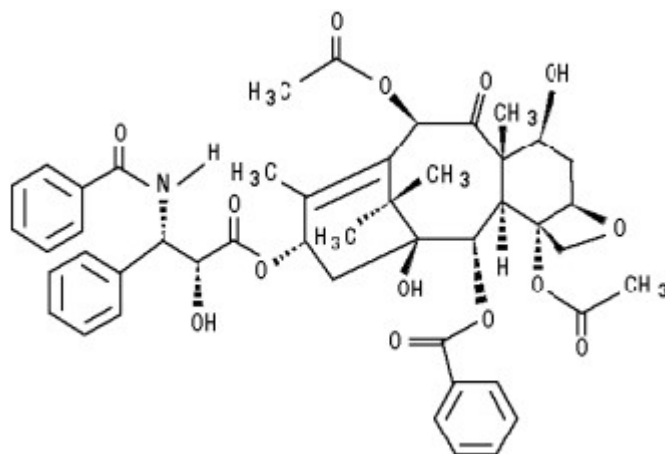
Tumori mozga nastaju abnormalnom diobom stanica i mogu se, prema prirodi rasta stanica, podijeliti na dobroćudne i zloćudne. Najčešći zloćudni tumor je glioblastom.¹ Glioblastom multiforme (GBM) je tumor mozga glioma četvrtog stupnja, što znači da je najagresivniji tip tumora. Liječenje započinje kirurškim zahvatom nakon čega slijedi zračenje i oralna kemoterapija. Dosadašnje standardno liječenje omogućilo je produljenje života, ali ne i potpuno izlječenje.²

Novu nadu oboljelim osobama daje otkriće znanstvenika sa Sveučilišta Johns Hopkins. Istraživanje je provedeno na miševima te je izliječeno 100 % miševa s agresivnim tumorom na mozgu. Istraživanje je vodio kemijski i biomolekularni inženjer Honggang Cui. Njegov tim kombinirao je lijek protiv raka i antitijelo u otopini koja se sama sastavlja u gel kako bi ispunila sićušne brazde preostale nakon operacije uklanjanja tumora na mozgu. Gel može doprijeti do područja do kojih operacija ne može. Trenutačni lijekovi teško dosežu do navedenih područja i manje su učinkoviti u ubijanju preostalih stanica raka i inhibiranju rasta tumora.



Slika 1 – Laboratorijski miš

Kombinacija proteinskih lijekova s terapeutičkim malim molekulama može sinergizirati njihovu biološku i farmaceutsku aktivnost kako bi se poboljšala terapijska učinkovitost, ali izazov razvoju učinkovitih sustava za isporuku lijekova predstavlja njihova razlika u molekularnim karakteristikama kao što su veličina i topljivost u vodi. Zato je tim znanstvenika odlučio paklitaksel (PTX), male molekule lijeka protiv raka slabe topljivosti u vodi pretvoriti u molekularni hidrogel koji se može koristiti za lokalnu dostavu hidrofilnog makromolekularnog antitijela aCD47. Znanstvenici objašnjavaju da se vodene otopine hidrogela filamena paklitaksela (PF) koje sadrže aCD47 mogu izravno taložiti u šupljinu resekcije tumora te da time omogućuju punjenje šupljine hidrogelom i dugoročno oslobađanje oba terapeutika.⁴



Slika 2 – Struktura paklitaksela

Također je otkriveno da hidrogel filamena paklitaksela (PF) stimulira imunološki odgovor generiran makrofagima za lokalno liječenje glioblastoma. Kada su znanstvenici kod izliječenih miševa ponovno uzrokovali tumor na mozgu, njihov imunološki sustav pobijedio je tumor bez dodatnog liječenja. Kao što je već spomenuto, gel se primjenjuje nakon kirurškog uklanjanja tumora na mozgu. Naime, ako se gel primijeni bez prethodne operacije, stopa preživljavanja iznosi 50 %.³

Ovo otkriće budi nadu za liječenje glioblastoma kod ljudi. „Sada nam je izazov prenijeti uzbuđujući laboratorijski fenomen na klinička ispitivanja.“, rekao je Henry Brem, glavni neurokirurg u bolnici Johns Hopkins.³

Literatura

1. <https://www.hzjz.hr/aktualnosti/svjetski-dan-obiljelih-od-tumora-mozga/> (12. 5. 2023.)
2. <https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/glioblastoma-multiforme-gbm-advancing-treatment-for-a-dangerous-brain-tumor> (12. 5. 2023.)
3. <https://www.sciencedaily.com/releases/2023/04/230424162901.htm> (12. 5. 2023.)
4. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2204621120> (12. 5. 2023.)



Jestiva elektroceutička kapsula stimulira hormon koji regulira glad

Monika Petanjko (FKIT)

U današnje vrijeme zbog stresnog načina života, sve više dolazi do pojave poremećaja u gastrointestinalnom traktu. Prema tome, tim istražitelja je razvio inovativnu jestivu elektroceutičku kapsulu koja može modulirati razine hormona ghrelina povezanog s glađu, a dosad je djelotvornost ispitana kod životinja.¹

Istraživači MIT-a pokazali su da pomoću jestive kapsule koja stanicama daje električnu struju mogu aktivirati endokrine stanice u želucu kako bi stvorili ghrelin. Ghrelin je hormon koji stimulira apetit, a oslobađaju ga endokrine stanice u želucu koje su dio enteričkog živčanog sustava, koji kontrolira glad, mučninu i osjećaj sitosti.²

Rezultati istraživanja pokazali su da kada se kapsula proguta, elektronički FLASH uređaj može promijeniti razinu gastrointestinalnog hormona u krvi električnom stimulacijom želuca, s potencijalnim primjenama u poremećajima, uključujući kaheksiju, poremećaje prehrane i stanja koja rezultiraju kroničnim povraćanjem.



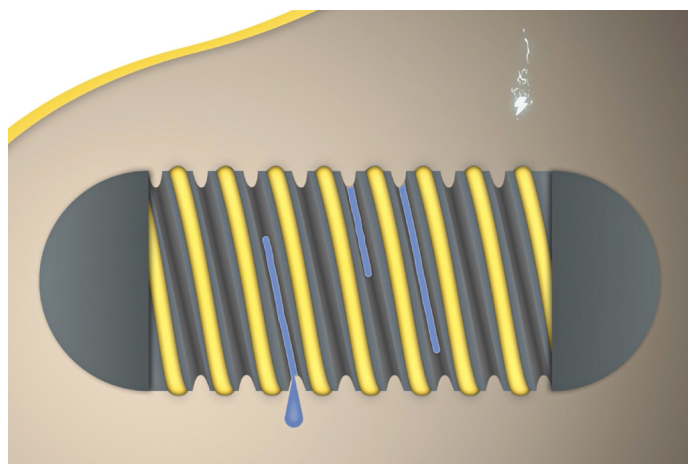
Slika 1 – Elektroceutička kapsula

Znanstvenici smatraju da je navedena jestiva kapsula vrlo obećavajuća s obzirom na to da sadrži elektroniku umjesto kemikalija ili lijekova. Također, pruža isporuku ciljanih električnih impulsa određenim stanicama u crijevima na način koji može regulirati razinu neuronskih hormona u tijelu.¹

Unutar uređaja nalazi se elektronika na baterije proizvedeći električnu struju koja teče preko elektroda na površini kapsule. U prototipu korištenom u istraživanju, struja je stalno radila, ali znanstvenici su primijetili kako

bi buduće verzije mogle biti dizajnirane tako da se struja može bežično uključiti i isključiti. Jedan od glavnih izazova u dizajniranju takvog uređaja je osiguravanje kontakta elektroda na kapsuli sa želučanim tkivom.

Tekućina u želucu, koja oblaže tkiva, može ometati elektroceutički sustav, stoga su istražitelji tražili načine da odbace tekućinu i omoguće sustavu dobar kontakt sa želučanim tkivom. Površina kapsule sastoji se od žljebova s hidrofilnim premazom koji funkcioniraju kao kanali odvlačeći tekućinu iz tkiva želuca. Dizajnirana je po uzoru na značajke vodene kože guštera *Moloch horridusa* koja uz pomoć ljuski bolje apsorbira vodu u sušnim područjima.¹



Slika 2 – Prikaz građe kapsule

Istraživači su testirali svoju kapsulu dajući je u želuce velikih životinja. Tako se pokazalo da FLASH tehnologija, koja povezuje elektroniku i izvor baterije unutar kapsule, reproducibilno povećava razinu ghrelina kod svinja, što rezultira značajnim skokom razine ghrelina u krvotoku. Otkriće opisane kapsule navelo ih je na daljnje istraživanje te kako bi se kapsula mogla koristiti u drugim dijelovima gastrointestinalnog trakta. Također, nadaju se da će u skoro vrijeme uređaj moći testirati i na ljudskim pacijentima.²

Ovaj razvoj pruža mnoge nove načine za istraživanje složenih međusobnih veza između mozga i crijeva i za daljnje korištenje elektroceutika kao kliničke intervencije te bi se takvi sustavi mogli dizajnirati i prilagoditi za specifične primjene izvan akutne i kratkoročne stimulacije želuca.

Literatura

1. <https://www.techexplorist.com/ingestible-electroceutical-capsule-increases-hunger-regulating-hormone-levels/59608/> (10. 5. 2023.)
2. <https://www.genengnews.com/topics/translational-medicine/ingestible-electroceutical-capsule-shows-potential-for-treating-gi-disorders/> (10. 5. 2023.)
3. <https://news.mit.edu/2023/ingestible-capsule-stimulates-hunger-regulating-hormone-0426> (10. 5. 2023.)

Festival znanosti 2023.

Rafaela Kovačević (FKIT)

Ova godina je obilježena mnogim značajnim obljetnicama u području znanosti i tehnologije, a svaka od njih predstavlja važnu prekretnicu u povijesti čovječanstva. Na primjer, prošlo je 70 godina od otkrića strukture DNA koje je revolucioniralo naše razumijevanje genetike, a isto tako i 50 godina od predstavljanja prvog mobilnog telefona, koji je promijenio način na koji komuniciramo i ostvarujemo veze. Prošlo je 120 godina od kada je Maria Sklodowska Curie postala prva žena dobitnica Nobelove nagrade za kemiju, a njezino priznanje postavilo je važan temelj za buduće generacije znanstvenica koje slijede njezin primjer. Smrt Nikole Tesle prije 80 godina, podsjeća nas na njegov izuzetni doprinos u području elektrotehnike, a njegova vizija bežične tehnologije ostaje važna i inspirativna i danas. Na kraju, rođenje Franje Hanamana prije 145 godina, izumitelja žarulje s volframovom niti, ukazuje na njegov utjecaj na razvoj električne rasvjete i energije, čiji su se benefiti osjetili širom svijeta. Sve ove obljetnice slave postignuća i otkrića koja su utjecala na naš svakodnevni život i ostavila trajan pečat u znanosti i tehnologiji.

Dana 28. travnja Boje inženjerstva održale su svoju radionicu na Festivalu znanosti u Tehničkom muzeju Nikola Tesla. Festival znanosti je jedna od najvećih manifestacija za popularizaciju znanosti u Hrvatskoj. Održava se širom cijele Hrvatske, a tema ovogodišnjeg Festivala je Priroda i društvo. Društvo otkriva prirodu, promjene, zakonitosti koje imaju utjecaj na čovjekov život. Čovjekov rad može i negativno utjecati na okoliš, pa čak i na nas. U današnje vrijeme znanost se usmjerava na zaštitu okoliša i korištenje prirodnih resursa. Boje inženjerstva su u skladu s temom izvele pokuse koji su bili vezani za prirodu. Izrađivala se prirodna kozmetika, odnosno balzami za usne i kreme za ruke. Gospina trava, kokosovo ulje i pčelinji vosak su prirodne tvari koje imaju mnoga ljekovita svojstva za kožu. Od pokusa se izvodio Kemijski snijeg koji je pokazivao svojstvo superapsorpcije, koji izgledom podsjeća na snijeg. Izvodile su se reakcije nastajanja O_2 i CO_2 i ispitivanje njihovih svojstava pomoću šibice plamena. Silikatni vrt mnogima daje efekt šume, farme i vrta. Hidrofobnost praha cimeta ostaje na površini vode zbog površinske napetosti. Na Festivalu su bili učenici u grupama i pojedinačni posjetitelji.

Učenici su bili oduševljeni radionicom koju su vodile studentice Dora Bakšić, Dora Lovrenčić, Lana Rončević i Ana Žitković koje su svojim znanjem i entuzijazmom uspješno prenijele znanje na mlade. Ova radionica, koju su izvele u sklopu Festivala znanosti, jedna je u nizu aktivnosti kojom tim Boje inženjerstva nastoji promovirati prirodne znanosti i potaknuti mlade na zanimljive i interaktivne načine učenja.

Na radionici su se izvodili različiti pokusi koji su potaknuli učenike na razmišljanje i istraživanje, a ujedno su i osigurali zabavno i edukativno iskustvo. Sudjelovanjem u ovakvim javnim događanjima, Boje inženjerstva pridonose popularizaciji znanosti i potiču mlade na istraživanje i otkrivanje novih stvari.





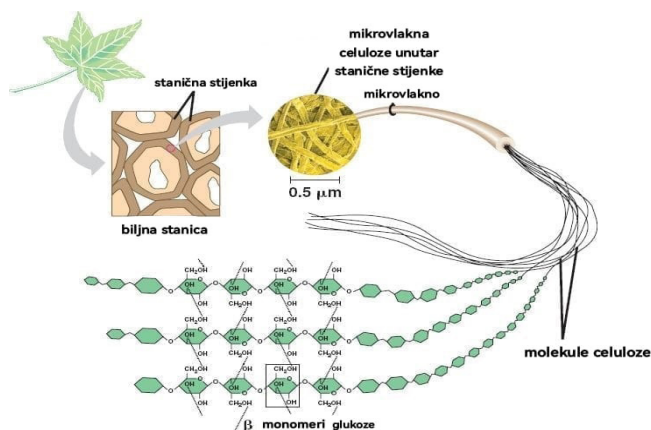
Čvršćim papirnatim vrećicama do biogoriva

Tara Pavlinušić Dominković (FKIT)

Papirnatu vrećice su popularna alternativa plastičnim vrećicama u cilju smanjenja utjecaja na okoliš uzrokovanih uporabom plastike. U svijetu se godišnje proizvede 5 trilijuna plastičnih vrećica, a da bi se sve raspale treba proći i do 1000 godina. Samo u Americi godišnje se baca 100 milijardi vrećica, što je ekvivalentno bacanju 12 milijuna barela (1,9 milijardi litara) sirove nafte. Papirnatu vrećice trebale bi se upotrijebiti nekoliko puta kako bi mogle konkurirati konvencionalnim polietilenskim vrećicama. Ponovna uporaba vrećica u najvećoj mjeri ovisi o čvrstoći. Problem je što su polietilenske vrećice čvršće od papirnatih što ih čini jednostavnijima i praktičnijima za uporabu, dok papirnatu vrećice imaju ograničenu uporabu jer im čvrstoća naglo pada nakon vlaženja te je malo vjerojatno da će se moći ponovno koristiti ako se namoče.

Potrebno je osmisлити proces koji bi stvorio dovoljno izdržljive papirnatu vrećice da se mogu koristiti više puta. Također, osim primarnog zahtjeva povećanja čvrstoće, posebice čvrstoće mokrih vrećica, ključno je obratiti pozornost i na ekonomski i ekološki aspekt procesa. Korištenje skupih kemijskih procesa nije isplativo za komercijalnu uporabu i proizvodnju stoga se javlja potreba za nekemijskim metodama. Potencijalno rješenje je torefikacija.

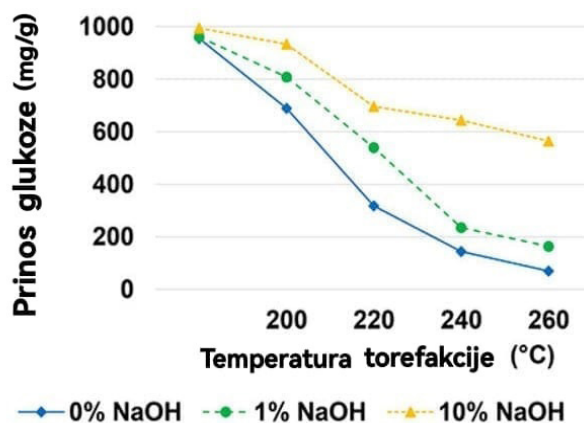
Torefikacija je termokemijski proces koji podrazumijeva poboljšavanje svojstava goriva biomase smanjenjem sadržaja vode i hlapivih tvari iz nje. Svojstva na koja se torefikacija odnosi su veća energetska gustoća, hidrofobno ponašanje, homogeniji sastav i drugo. Naziva se blagom pirolizom jer se odvija u inertnoj ili redukcijskoj atmosferi, dakle, u odsutnosti kisika, ali na temperaturama od 200 °C do 350 °C koje su niže od onih na kojima se odvija piroliza, dok je tlak atmosferski. Tijekom torefikacije, lignocelulozni spojevi poput hemiceluloze, celuloze i lignina podvrgnuti su degradaciji. Među navedenim, hemiceluloza je najizloženija razgradnji.



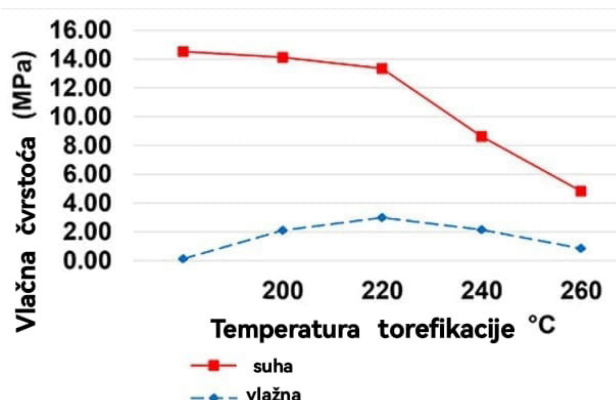
Slika 1 – Struktura celuloze

Udio glukoze u papiru nakon torefikacije je manji nego što je bio prije tog procesa, stoga je potrebno provesti alkalni tretman. Alkalna obrada predstavlja proces u kojem se biljna vlakna podvrgavaju djelovanju koncentrirane vodene otopine jake baze kako bi se promijenila mehanička svojstva, struktura i morfologija, a ima izravan utjecaj na celuloznu fibrilu, stupanj polimerizacije te ekstrakciju lignina i hemiceluloznih vlakana. Kod alkalne obrade, vlakna se urone u otopinu natrijeva hidroksida na neki vremenski period čime se poveća hrapavost površine što rezultira boljim mehaničkim spajanjem te se poveća količina celuloze izložena na površini vlakana, a samim time i broj mogućih mjesta reakcije. Kao posljedica alkalne obrade javljaju se poboljšana mehanička svojstva, posebice čvrstoća i krutost samih vlakana.

Dakle, pokazalo se da se prinos glukoze smanjuje torefikacijom, no nakon tretiranja toreficiranih uzoraka papira s alkalnom otopinom natrijeva hidroksida, prinos glukoze se povećava. Na primjer, prinos glukoze u sirovom filter papiru bio je 955 mg/g supstrata, dok je za isti uzorak papira toreficiran na 200 °C prinos glukoze iznosio 690 mg/g supstrata. Prinos glukoze je porastao na 808 mg/g i 933 mg/g supstrata s 1 %, odnosno 10 % alkalnom obradom. Također, mokra vlačna čvrstoća papira povećava se za 1533 % nakon torefikacije od 40 minuta na 200 °C, odnosno za 2233 %, 1567 % i 557 % nakon 40 minuta torefikacije na 220°C, 240 °C i 260 °C, redom.



Slika 2 – Prinos glukoze (mg/g) nakon alkalne obrade supstrata s 1 % i 10 % otopinom NaOH



Slika 3 – Promjena vlačne čvrstoće u ovisnosti o temperaturi za suhi i vlažni papir

Nakon alkalne obrade prinos glukoze u papiru je povećan, što ga čini boljim izvorom za proizvodnju biogoriva.

Biomasa predstavlja biorazgradivi dio proizvoda, otpada ili ostataka proizvedenih u poljoprivredi, šumarstvu i srodnim industrijama, kao i biorazgradivi dio industrijskog i komunalnog otpada, uključujući tvari biljnog i životinjskog podrijetla. Biomasa se sastoji od celuloze, hemiceluloze i lignina, a sama celuloza je najprisutnija tvar u biomasi s udjelom do 50 %.

Obzirom da potreba za energijom raste sve bržim tempom, a uporaba fosilnih goriva ima negativan utjecaj na okoliš, potrebno je osmisлити nove strategije i tehnologije za što bolje iskorištavanje i veću učinkovitost obnovljivih izvora energije, u koje, osim energije Sunca, vjetra, vode i vrućih izvora, spada i biomasa. Korištenje istrošenih vrećica kao supstrata za proizvodnju biogoriva predstavljalo bi značajan napredak i dovelo bi do velikog porasta u iskorištavanju obnovljivih izvora energije koji je u zadnjih petnaestak godina dosegao rast od oko 5,4 %.

Osim navedene prednosti ovog koncepta, recikliranje i smanjenje otpada od papira pomaže u smanjenju ukupno proizvedenog krutog otpada. Prelaskom s polietilenskih na papirnate vrećice za višekratnu uporabu velik dio tog otpada bi se smanjio, posebno ako bi se papirnate vrećice iskoristile za proizvodnju biogoriva.

Literatura

1. S. Bhushan, U. Jayakrishnan, B. Shree, P. Bhatt, S. Eshkabilov & H. Simsek, Biological pretreatment for algal biomass feedstock for biofuel production. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11 (2023) 109870.
2. N. Chand & M. Fahim, *Tribology of natural fiber polymer composites*. Woodhead publishing, (2020).
3. C.M. Galanakis, *Handbook of coffee processing by-products: sustainable applications*. Academic Press, (2017).
4. J. Tripathi, D. Ciolkosz & D.G.Sykes, Torrefied paper as a packaging material and subsequently as a bioethanol substrate: Synergy of torrefaction and alkaline treatment for increased utility. *Resources, Conservation and Recycling*, 191 (2023) 106882.
5. <https://www.eko-plasty.cz/produkty-z-celulozy/> (12. 5. 2023.)
6. <https://tehnika.lzmk.hr/biogoriva-2/> (12. 5. 2023.)



4. ZORH susret

Jelena Barač (FKIT)

U travnju je u suncem okupanom Splitu organiziran četvrti po redu ZORH, skup na temu zaštite okoliša u Republici Hrvatskoj.

Projekt su uspješno organizirali studenti Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu zajedno s Fakultetom materijala, metalurgije i reciklaže u Košicama, studentskom sekcijom Hrvatskog društva kemijskih inženjera, SEA-EU alijansom i Pomorskim fakultetom u Kotoru.

I ovogodišnji je ZORH okupio studente iz područja tehničkih i prirodoslovnih znanosti te znanstvenike i stručnjake koji se aktivno bave pitanjima u području ekologije i zaštite okoliša kao i djelatnike iz srodnih industrija koji svojim iskustvom mogu upozoriti na probleme onečišćenja vode i zraka te na zbrinjavanje otpada nastalog u proizvodnji. Osim što su mogli čuti izvrsna predavanja, studenti su imali priliku aktivno sudjelovati u skupu prezentirajući svoje znanstvene radove posterskim priopćenjem.

Bilo je zaista nadahnjujuće poslušati predavanje bivšeg FKIT-ovca Stjepana Džalta o tome kako se snašao nakon fakulteta, na koje je prepreke naišao i kako ih je savladao.

Dodatno bogatstvo ovog skupa je njegov internacionalni karakter koji je omogućio sudionicima uspostavljanje kontakata dragocjenih za daljnji akademski, profesionalni ali i osobni razvoj.

Neizmjereno je važno poticati ovakve skupove i suradnje među fakultetima kako bi se razmijenila znanja i ostvarile suradnje koje će jednoga dana zasigurno napraviti pozitivnu razliku i pomak u društvu.



Slika 1 – Studentice FKIT-a (s lijeva na desno: Paula Priselec, Karla Radak, Lea Raos, Jelena Barač) na ZORH-u su sudjelovale s posterskim priopćenjem



Slika 2 – Stjepan Džalto, predavač na 4. ZORH skupu



Zelene baterije

Tajana Rubilović (FKIT)

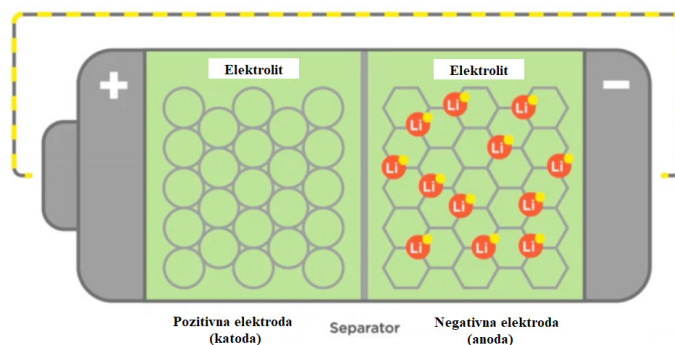
Moderne punjive baterije, uključujući litij-ionske baterije, iako imaju mnogo prednosti, nisu ekološki prihvatljive. Ekološki prihvatljivija alternativa bile bi organske baterije koje koriste redoks-organske elektrodne materijale (OEM) koji se mogu sintetizirati iz organskih, „zelenih“ elemenata koji se nalaze u prirodi. Ove godine, tj. 2023. kineski tim je u časopisu *Angewandte Chemie* predstavio novi OEM za visokoučinkovite vodene organske baterije koje nisu samo jednostavne već i pristupačne za recikliranje.

Kako uopće funkcionira baterija? Kako će baterija raditi, koliki će joj biti napon te koliko energije može pohraniti ovisi o elektrodama i elektrolitima te o kemijskim reakcijama koje oni proizvode. Svaka od tih reakcija ima određeni standardni potencijal te će razlika u standardnom potencijalu između elektroda na neki način biti jednaka sili kojom će elektroni putovati između dvije elektrode. Na primjer, odgovarajući materijal za anodu bio bi materijal koji proizvodi reakciju sa znatno nižim, tj. negativnijim standardnim potencijalom od materijala koji je odabran za katodu. To je poznato kao ukupni elektrokemijski potencijal ćelije koji je bitan upravo zato što određuje napon te ćelije.

Baterija funkcionira tako da pohranjuje kemijsku energiju te ju potom pretvara u električnu energiju. Sastoji se od jedne ili nekoliko elektrokemijskih ćelija, a ona se sastoji od dvije elektrode koje su odvojene elektrolitom.

Kemijske reakcije u bateriji uključuju protok elektrona od prvog materijala, tj. elektrode do drugog materijala, tj. elektrode, kroz vanjski krug.

Upravo taj protok elektrona osigurava električnu struju koja se potom može koristiti za obavljanje rada. Izraz za reakciju koja uključuje izmjenu elektrona je reakcija redukcije-oksidacije, ali ipak najčešće se koristi naziv redoks-reakcija. Cijela se reakcija može podijeliti u dvije polureakcije, a u slučaju elektrokemijske ćelije jedna se polureakcija odvija na anodi, a druga na katodi.



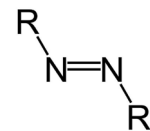
Slika 1 – Prikaz litij-ionske baterije

Različiti materijali se mogu koristiti kao elektrode u bateriji. Koji materijali i u kojoj kombinaciji se koriste, ovisi o specifičnim potrebama konačnog proizvoda. Na primjer, detektor dima treba raditi godinama, ali zahtjeva vrlo malo struje dok, za razliku od njega, bljesak svjetla fotoaparata radi kratko i u razmacima, ali zahtijeva relativno visok napon.

Materijali koji se tradicionalno koriste u komercijalnim baterijama su anorganski elektrodni materijali koji imaju mnogo nedostataka poput ograničenog kapaciteta, toksičnih elemenata, visokih troškova te poteškoća u recikliranju. Za razliku od njih, organske baterije s redoks-organskim elektrodnim materijalima je moguće jeftino i jednostavno reciklirati.

Dug put pred organskim baterijama s redoks-organskim elektrodnim materijalima (OEM) tek je započeo, tj. trenutačno su na samom početku razvoja prema svakodnevnoj praktičnoj primjeni. Na Sveučilištu za znanost i tehnologiju Huazhong, tim pod vodstvom Chengliang Wanga uspješno je napravio značajan napredak ka njihovoj široj primjeni. Cilj je uporaba OEM-a u baterijama s vodenim elektrolitima. U usporedbi s tradicionalnim organskim elektrolitima koji se koriste u litij-ionskim baterijama, oni su „zeleniji”, isplativiji i ekološki prihvatljiviji. Za materijal je odabran azobenzen.

Grupa je odlučila upotrijebiti azobenzen iz više razloga. Može se proizvesti po niskoj cijeni i u velikim količinama, topljiv je u organskim otapalima te netopljiv u vodi. Azo skupina ($-N=N-$) u ovoj molekuli može reverzibilno prenijeti dva elektrona, što doprinosi visokom kapacitetu. Za razliku od azo skupine, većina drugih funkcionalnih skupina može prenijeti samo jedan elektron. Temeljito ispitivanje otkrilo je da azobenzen prolazi kroz brzo, reverzibilno vezivanje dvaju protona (H^+) kako bi postao hidroazobenzen tijekom procesa



Slika 2 – Funkcionalna azo skupina

pražnjenja nakon prihvaćanja dva elektrona. Prototipne kovane ćelije i laminirane vrećice različitih veličina s azobenzenskim OEM-ima i cinkovim protuelektrodama postigle su kapacitete na skali amper-sati održavajući više od 200 ciklusa punjenja/pražnjenja.

Ove zelene baterije imaju veliki potencijal za svakodnevnu primjenu u budućnosti što je vidljivo iz njihovih brojnih prednosti. Male molekule azobenzena, za razliku od polimernih OEM-a, mogu se jeftino reciklirati jednostavnim postupkom ekstrakcije te upotrebom lako dostupnih organskih otapala. Materijal elektrode može se reciklirati s iskorištenjem od preko 90 % u bilo kojem stanju napunjenosti i stabilan je na zraku i u napunjenom i u ispražnjenom stanju. Naposljetku, bez gubitka kapaciteta, reciklirani proizvod mogao bi se izravno ponovno upotrijebiti kao OEM.

Literatura

1. <https://www.sciencedaily.com/releases/2023/04/230421112703.htm> (13. 5. 2023.)
2. <https://www.science.org.au/curious/technology-future/batteries> (13. 5. 2023.)
3. <https://hr.eferrit.com/funkcionalne-skupine/> (13. 5. 2023.)



ZNANSTVENIK

I Natrijev oksibat

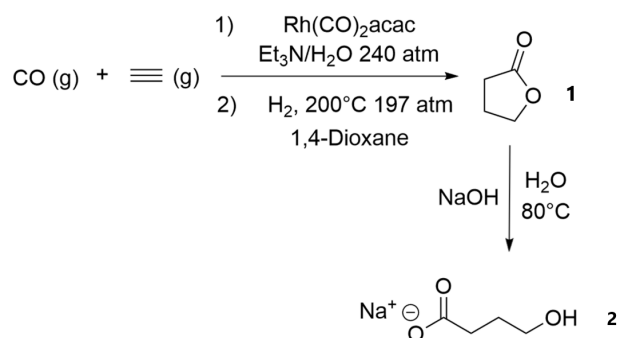
Kristian Koštan (FKIT)

Budni ste usred noći? Trudite se zaspati, ali na bilo koju stranu da se okrenete dočeka Vas mentalno stanje između budnosti i iscrpljenosti? Prema istraživanjima postoji vjerojatnost od 33 % da sam pogodio kako će Vaš odgovor biti „da“. Nažalost, trećina populacije pati od kronične nesanice. Česti su uzroci starenje i dijabetes.¹ S druge strane, postoji doživotna, gotovo kobna, nesanica koja je uzrokovana dugoročnim biokemijskim poremećajem. Takva, ozbiljnija, nesanica naziva se narkolepsija i često se manifestira uz katapleksiju. Katapleksija je nagli gubitak mišićnog tonusa pri punoj svijesti. Simptom narkolepsije nije samo nesanica, nego i gubitak reguliranja ciklusa budnosti i spavanja.² Samo 0,16 % populacije pati od narkolepsije.³

Farmakoterapija narkoleptičara sastoji se od stimulansa ili inhibitora ponovne pohrane noradrenalina. Inhibitori ponovne pohrane serotonina koriste se kod slučajeva s katapleksijom. Takvi spojevi smanjuju pospanost preko dana. Od svih spojeva iskače natrijev oksibat koji se ne koristi za direktno povećanje budnosti, nego za poboljšanje sna. Natrijev oksibat, osim što poboljšava san noću, smanjuje katapleksiju danju.³



Povijest ovog korisnog, ali kontroverznog spoja počinje 1874. godine kad Aleksandar Zeitsev uspijeva sintetizirati *gamma*-butirolakton iz sukcinil-klorida koristeći natrijev amalgam. Današnja sinteza laktona na industrijskoj razini znatno je drugačija od Zeitsevljeve. BASF sinteza koristi se rodijevim katalizatorom i uvjetima visokog tlaka te temperature kako bi iz ugljikova monoksida i etina s iskorištenjem od 86 % iznjedrila *gamma*-butirolakton.⁴



Slika 1– BASF sinteza *gamma*-butirolaktona (1) i hidroliza u natrijev oksibat (2)

Natrijev oksibat kao solni oblik *gamma*-hidroksibutirne kiseline nije dobivao pažnju sve do 1960-ih. Korištenje u svrhu anestezije kratko je trajalo, a spoj se također koristio u liječenju čireva i alkoholne apstinencijske krize.

1970-ih otkriva se potencijal kiseline i laktona u liječenju narkolepsije. Paralelno uz medicinski interes raste i konzumacija navedenih spojeva u kulturi sportaša zbog vjerovanja da pospješuje izgradnju mišića.

Popularnost natrijeva oksibata je 1990-ih u akademskoj zajednici padala, a izvan kontrolirane medicinske upotrebe rasla. Natrijev oksibat i srodni spojevi uzrokuju stimulaciju živčanog sustava pri niskim dozama i depresiju živčanog sustava pri visokim dozama. Takvi efekti poznatiji su široj javnosti pri konzumaciji nikotina⁵ i etanola.⁶ Cijela povijest u tom je trenutku završila stavljanjem *gama*-butirolaktona, *gama*-hidroksibutirne kiseline i njenih soli na Listu 1 Akta o kontroliranim tvarima. Zanimljivost je da su *N,N*-dimetiltryptamin i *gama*-hidroksibutirna kiselina tvari na Listi 1 koje se prirodno pojavljuju u ljudskom tijelu.^{7,8}



Slika 2 – Xyrem™ i pribor za doziranje

Prvi značajni proboj na tržište u svrhu liječenja narkolepsije i katapleksije natrijev oksibat ostvario je 2002. godine kad ga je Agencija za hranu i lijekove Sjedinjenih Američkih Država odobrila u formulaciji Xyrem™.

Nedugo nakon SAD-a, lijek su odobrile i europske zemlje. Mana formulacija natrijeva oksibata je primjena usred noći što značajno uznemiruje spavanje bolesnika. Razlog takvog režima uzimanja je nedugotrajnost jedne doze lijeka i potreba za ponovnim doziranjem kako bi trajao do jutarnjih sati.

19-20 sati	21-22 sata	Ponoć	1 sat	1-7 sati
Pripremite obje doze	Uzmite prvu dozu		Uzmite drugu dozu	
<ul style="list-style-type: none"> Podijelite cijelu noćnu dozu na pola Raspodijelite u dvije dodijeljene bočice Dodajte otprilike 60 mL vode u svaku bočicu 	<ul style="list-style-type: none"> Budite u krevetu netom prije uzimanja doze Legnite odmah nakon uzimanja doze 	Pacijenti će možda trebati postaviti alarm kako bi se probudili za drugu dozu	<ul style="list-style-type: none"> Budite u krevetu prije uzimanja doze Legnite odmah nakon uzimanja doze 	Pacijenti nebi smjeli raditi nikakvu rizičnu aktivnost barem 6 sati nakon druge doze
Prije spavanja	U krevetu	2,5-4 sata nakon odlaska u krevet		Sljedeći dan

Slika 3 – Režim uzimanja Xyrem™

Početak svibnja ove godine, točnije 1. 5. 2023., Agencija za hranu i lijekove odobrila je formulaciju natrijeva oksibata koja se uzima u samo jednoj dozi prije spavanja. Avadel Pharmaceuticals dokazao je svoj proizvod LUMRYZ™ boljim od prijašnjih formulacija natrijeva oksibata u fazi 3 kliničkog testiranja. Naspram prijašnjih, ova formulacija značajno pospješuje kvalitetu sna i budnost tijekom dana te umanjuje prisutnost katapleksije. Agencija za hranu i lijekove garantirala je ekskluzivnost lijeka na 7 godina.⁹ Formulacija, kao i prethodne, stoji na Listi 3 Akta o kontroliranim tvarima te se može dobiti samo kroz vrlo strogi program.

Literatura

1. Bhaskar S, Hemavathy D, Prasad S., Prevalence of chronic insomnia in adult patients and its correlation with medical comorbidities, J Family Med Prim Care., 5 (2016) 780-784.
2. Mayo Clinic, Narcolepsy, <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/narcolepsy/symptoms-causes/syc-20375497> (13. 5. 2023.)
3. NORD, Narcolepsy, <https://rarediseases.org/rare-diseases/narcolepsy/> (13. 5. 2023.)
4. Trevor A. Trombley, Rory A. Capstick, and Craig W. Lindsley, DARK Classics in Chemical Neuroscience: Gamma-Hydroxybutyrate (GHB), ACS Chemical Neuroscience, 11 (2020) 3850-3859.
5. Ashton H, Milliman JE, Telford R, Thompson JW., Stimulant and depressant effects of cigarette smoking on brain activity in man, Br J Pharmacol., 48 (1973) 715-7.
6. Hamel R, Demers O, Boileau C, Roy ML, Théoret H, Bernier PM, Lepage JF., The neurobiological markers of acute alcohol's subjective effects in humans, Neuropsychopharmacology, 47 (2022) 2101-2110.
7. Barker SA., N, N-Dimethyltryptamine (DMT), an Endogenous Hallucinogen: Past, Present, and Future Research to Determine Its Role and Function, Front. Neurosci., 12 (2018) 536.
8. Elliott SP., Gamma hydroxybutyric acid (GHB) concentrations in humans and factors affecting endogenous production, Forensic Sci. Int., 133 (2003) 9-16.
9. Avadel, Avadel Pharmaceuticals Announces Final FDA Approval of LUMRYZ™ (sodium oxybate) for Extended-Release Oral Suspension as the First and Only Once-at-Bedtime Oxybate for Cataplexy or Excessive Daytime Sleepiness in Adults with Narcolepsy, <https://investors.avadel.com/news-releases/news-release-details/avadel-pharmaceuticals-announces-final-fda-approval-lumryztm> (13. 5. 2023.)

Solarni apsorpcijski gel za pročišćavanje vode

Veronika Biljan (FKIT)

Čista, pitka voda, postaje sve manje dostupna za konzumaciju. Mnogim sustavima za pročišćavanje i

filtraciju vode troše se relativno velike količine energije i resursa što predstavlja veliki nedostatak u vremenu drastičnih klimatskih promjena. Pojavilo se pitanje kako minimizirati energetske i financijske troškove te efikasno, brzo i jeftino pročititi vodu da bi se zadovoljile današnje potrebe potrošača.



Rješenje su našli znanstvenici istraživači na Sveučilištu Princeton. Razvili su solarni apsorpcijski gel koji pročišćava vodu koristeći samo sunčevu svjetlost.

Inspiracija za ovu inovativnu tehnologiju bila je riba napuhača koja apsorbira veliku količinu vode prilikom neizbježne opasnosti, a vraća se na izvornu veličinu i oblik ispuštanjem vode pri prestanku opasnosti. Analogija je sa solarnim apsorpcijskim gelom da on apsorbira relativno veliku količinu vode na sobnoj temperaturi, no kad se podvrgne zagrijavanju mijenja oblik i ispušta vodu. Takav temperaturno osjetljiv sloj iskombiniran je s PDA tj. polidopaminskim slojem čija je uloga da filtrira metale, patogene i druge potencijalno štetne molekule iz onečišćene vode kao što su kemikalije, nafta i mikroplastika.



Slika 1 – Uređaj sa solarnim apsorpcijskim gelom

Solarni apsorpcijski gel djeluje kao neka vrsta spužve koja upija onečišćenu vodu, zadržava kontaminante u sebi i ispušta čistu vodu. Velik plus ove tehnologije predstavlja jednostavnost upotrebe gela i brz postupak pročišćavanja. Kvadratni metar materijala, debljine jedan centimetar, može proizvesti preko 3,78 L pitke vode za manje od deset minuta što znači da bi bio zadovoljen dnevni unos vode za pojedinca.

Kako funkcionira solarni apsorpcijski gel?

Apsorpcija i ispuštanje vode, ovisno o temperaturi, događaju se u središnjem sloju hidrogela sastavljenog od polimera poli(N-isopropilakrilamid) odnosno PNIPAm. Ispod 33 °C, hidrogel apsorbira vodu iz okoline u kojoj se nalazi. Vađenjem iz vodenog okoliša i grijanjem materijala sunčevom svjetlosti na temperaturu iznad 33 °C počinje ispuštati vodu. Polidopamin (PDA) sloj na površini gela filtrira kontaminante iz vode kao što su teški metali, patogeni, mikroplastika, kemikalije pa čak i nafta.

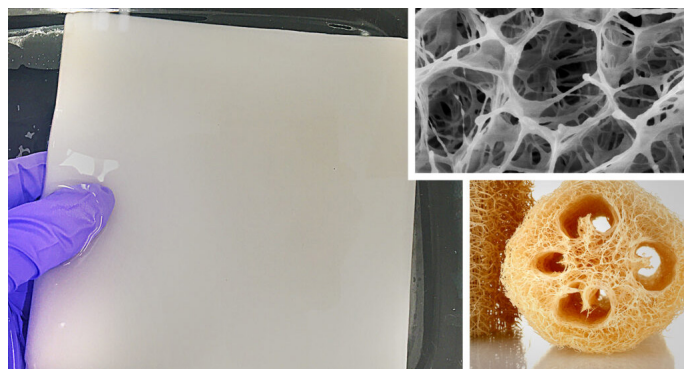
Literatura

1. <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2021/solar-powered-water-purification/> (16. 5. 2023.)
2. <https://engineering.princeton.edu/news/2023/02/08/solar-powered-gel-filters-enough-clean-water-meet-daily-needs> (16. 5. 2023.)

Korisnici bi samo trebali ubaciti takav spužvasti uređaj (slika 1) u onečišćenu vodu i čekati dok ne postane zasićen vodom. Nakon toga izvadi se iz vode i stavi na sunčano mjesto te se čeka sve dok uređaj ne ispusti profiltriranu vodu. Kad bi bio izložen podnevnom sunčevom svjetlu, gel može ispustiti do 70 % apsorbirane vode u samo deset minuta.

Kemijski i biokemijski inženjeri s Princetona također su poboljšali strukturu hidrogela što je omogućilo bržu filtraciju. Izvorna struktura nalik pčelinjem saću pruža veći otpor transportu vode prilikom apsorpcije, dok nova vlaknasta, unutrašnje povezana struktura hidrogela smanjuje otpor strujanju.

Unaprijeđena struktura slična je strukturi lufa biljke (slika 2) od koje se obično izrađuju spužve za kuhinju i kupaonicu. Nova generacija solarnog apsorbirajućeg gela ima dodana i antibakterijska svojstva tako da se eliminiraju neugodni mirisi i omogućuje samočišćenje uređaja.



Slika 2 – Desno, gore – povećana slika strukture gela koja je slična lufa biljci (dolje desno)

Postoje li prednosti nad drugim pročišćivačima?

Jedina energija za pokretanje procesa pročišćavanja sunčeva je radijacija tako da nisu potrebni dodatni trošci energije za razliku od dosadašnjih konvencionalnih pročišćivača. Uređaj sa solarnim apsorpcijskim gelom koristi pasivnu, gravitacijsku filtraciju i može pročistiti vodu puno brže od postojećih tehnologija te se ističe kao jeftinije i jednostavnije rješenje za pročišćavanje vode. Pitka bi voda implementacijom ovakve nove tehnologije postala puno lakše dostupna za nerazvijene zemlje gdje vlada manjak čiste vode, a općenito bi povećala dostupnost pitke vode širom cijelog svijeta.

I Paukova svila

Karla Čulo (FKIT)

Sve na svijetu izgrađeno je od materijala i to nam je nekako sasvim prolazna informacija u mislima, ustvari nešto sasvim poznato čemu ne pridajemo previše pozornosti.

No postoje i oni koji nas ipak materijali nešto više zanimaju.

U modnoj industriji kao i u drugim industrijama pokušava se doći do novih, poboljšanih, inovativnih materijala koji bi mogli unaprijediti mnoge nama već poznate stvari poput pamučnih majica, drvenih stolica ili čak običnog metalnog bicikla.

Jedan od materijala na kojima se značajno radi u posljednje vrijeme je takozvana „paukova svila” koja samim imenom mnogima budi interes i potiče razna pitanja.

Što je paukova svila?

Ovaj materijal zanimljivoga imena već dulje vrijeme šaklja mozgove znanstvenika zahvaljujući svojim nevjerojatnim svojstvima. Paukova svila jača je od čelika, pa čak i približno jaka kevlaru te je izuzetno fleksibilna i lagana, a ujedno se smatra i jednim od najčvršćih materijala na Zemlji.

Fuzhong Zhang, profesor energetike, kemijskog inženjerstva i ekoinženjerstva je u inženjerskoj školi McKelvey na sveučilištu Washington u St. Louisu napravio veliki napredak u proizvodnji sintetičke paukove svile, otvarajući put novom dobu održive proizvodnje odjeće.

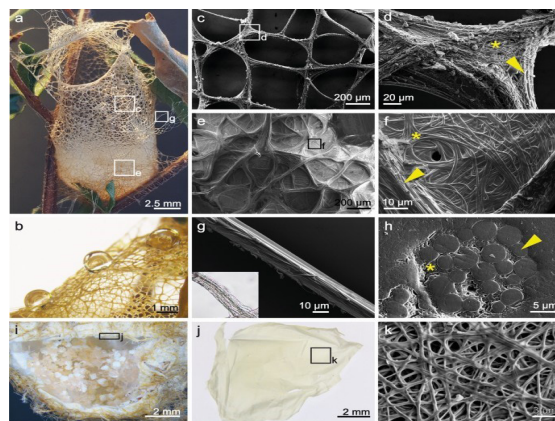
Pomoću sintetiziranog proteina stopala dagnji, Zhang je stvorio nove fuzijske proteine za paukovu svilu zvane bi-terminalne Mfp spojene svile (btMSilks) čija mikrobna proizvodnja ima veće prinose od rekombiniranih proteina svile. BtMSilks vlakna svili omogućuju povećanu čvrstoću i žilavost ne povećavajući joj pritom masu.

Ova spoznaja mogla bi revolucionizirati proizvodnju odjeće jer znači ekološki prihvatljiviju proizvodnju tekstila, ali znanstvenici su primijetili manu. Proizvodnja ovog materijala vrlo je zahtjevna zbog ponavljajućih proteina koji nastaju od brzorastućih bakterija, to jest nanokristala, glavne komponente prirodne paukove svile.

Znanstvenici su dugo tragali za rješenjem ovog problema i naposljetku su ga pronašli ondje gdje su i započeli – s proteinima stopala dagnji. Ispostavilo se da su ti proteini kohezivni, zbog čega se dobro zalijepe jedni na druge.

Postavljanjem fragmenta proteina stopala dagnji na krajeve njegovih sintetičkih proteinskih sekvenci svile odnosno amiloidnih sekvenci s velikom tendencijom stvaranja nanokristala, Zhang je stvorio manje ponavljajući, lagani materijal koji je dvostruko ako ne i višestruko jači od rekombinantne paukove svile.

Budući da je sintetička svila napravljena od jeftine sirovine korištenjem sintetiziranih brzorastućih bakterija, predstavlja obnovljivu i biorazgradivu zamjenu za vlaknaste materijale dobivene naftom poput najlona i poliesteru.



Slika 1– Mikroskopski prikaz paukove svile

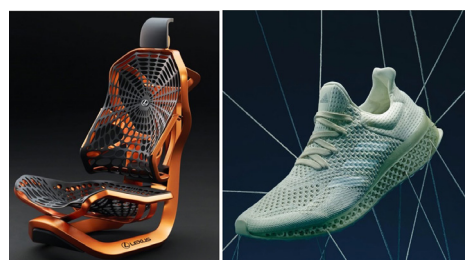
Dolaskom ovog materijala na tržište pojavila su se vrlo interesantna pitanja poput: Može li paukova svila zaustaviti metak ili zrakoplov, je li vodootporna, može li se njome podići čovjek, radi li se o piezoelektričnom materijalu te, najčešće pitanje, je li je paukova svila jeftin materijal?

Odgovor na posljednje pitanje je negativan, paukova svila iznimno je skupocjen materijal. Pretpostavljam kako vas je i pitanje o zaustavljanju zrakoplova zaintrigiralo. Naime predloženo je da postoji mogućnost da se Boeing 747 može zaustaviti u letu koristeći paukovu svilu, a odgovor na pitanje može li paukova svila podići čovjeka davnih dana nam je dao svima poznat Marvelov junak Spiderman.

Paukova svila sve je popularniji materijal u automobilskoj industriji kao i u modnoj, a među poznatijim brendovima koji je koriste su Lexus (automobilska industrija) i Adidas (modna industrija).

Poznato je da pauci proizvode sedam različitih vrsta svile od kojih svaka ima različita svojstva sa znatnom razlikom u mehaničkim sposobnostima.

Nakon čitanja ovog članka dobro razmislite sljedeći put želite li se riješiti pukove mreže koja vam stoji u kutu podruma ili biste je ipak radije unovčili.



Slika 2 – Primjena paukove svile u automobilskoj i modnoj industriji

Literatura

1. ScienceDaily, Washington University in St. Louis, Synthetic biology meets fashion in engineered silk, (2023.), <https://www.sciencedaily.com/releases/2023/04/230420171633.htm> (12. 5. 2023.)
2. Jingyao Li, Bojing Jiang, Xinyuan Chang, Han Yu, Yichao Han, Fuzhong Zhang. Bi-terminal fusion of intrinsically-disordered mussel foot protein fragments boosts mechanical strength for protein fibers. Nature Communications, 2023
3. Spider silk, Properties, uses and produstion, <https://www.chm.bris.ac.uk/motm/spider/page2.htm#> (15. 5. 2023.)
4. D. M. de C. Bittencourt, P. Oliveria, V. A. Michalczechen-Lacerda, G. M. Soares Rosinha, J. A. Jones, E. L. Rech, Bioengineering of spider silks for the production of biomedical materials, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbioe.2022.958486/full> (14. 5. 2023.)
5. Materialstoday, New artificial silk beats spiders at their own game, <https://www.materialstoday.com/biomaterials/news/new-artificial-silk-beats-spiders/> (14. 5. 2023.)



BOJE INŽENJERSTVA

Intervju „Na kavi s asistentima“ – Bruna Babić, mag. ing. oecoling.

Dora Ljubičić (FKIT)

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

Prije svega, hvala Vam na pozivu! Ja sam Bruna Babić Visković, asistentica na zavoda za Analitičku kemiju. Na fakultet sam došla nakon završene srednje škole u Rijeci. Moram priznati ja sam jedna od onih koji u srednjoj još nisu znali što žele, ali ono što sam znala je da volim kemiju i rad u laboratoriju te sam na temelju toga birala Fakultet i nisam pogriješila.

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

Zavod za analitičku kemiju trenutačno broji 5 profesora, 1 docenta, 4 asistenta i naše dvije tehničke suradnice. Općenito se na Zavodu



bavimo metodama obrade pitkih i otpadnih voda, analizama sedimenta, razvojem i validacijom analitičkih metoda, ali također i primjenom bioanalitičkih metoda za praćenje ekotoksičnosti.

U sklopu mojeg doktorata pod mentorstvom prof. dr. sc. Danijele Ašperger bavit ću se metodama obrade otpadnih voda s ciljem uklanjanja ksenobiotika poput antiparazitika i pesticida i praćenjem njihove sudbine tijekom obrade otpadnih voda. Naime, najzastupljeniji postupak za obradu otpadnih voda je šaržna biorazgradnja aktivnim muljem. Ta metoda se pokazala nedostatnom za uklanjanje širokog spektra ksenobiotika te na taj način otpadne vode postaju jedan od njihovih glavnih izvora u okolišu. Stoga, proučavat ću uklanjanje ciljanih komponenata procesom biorazgradnje aktivnim muljem te ostalim alternativnim metodama. Cilj je proučiti i predvidjeti njihovu sudbinu u realnim procesima te na temelju tih saznanja unaprijediti postojeće postupke obrade. Da bi to bilo moguće, osim provedbe navedenih ispitivanja nužno je analitičko praćenje ispitivanih komponenata, identifikacija novonastalih produkata te praćenje toksičnosti prije, tijekom i nakon samog procesa.

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

Ja sam na preddiplomskom studiju završila Kemijsko inženjerstvo, ali za mene je promjena smjera na diplomskom bila pun pogodak. Ekoinženjerstvo me osvojilo predmetima, tematikom, terenskom nastavom i zaista sam uživala te dvije godine. Stoga sam definitivno zadovoljna i opet bi isto odabrala.

Koji Vam je bio najizazovnjiji dio studiranja?

Najizazovnjiji dio mi je uvijek bio uspostaviti ravnotežu između studiranja, društvenog života i studentskog rada, ali i svladavanje straha prema određenim profesorima nastalog na temelju studentskih priča.

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

S industrijom smo do sada najviše surađivali u vidu terenske nastave gdje smo u sklopu laboratorijskih vježbi prof. dr. sc. Danijele Ašperger posjećivali Centralni istraživački laboratorij INA-e, i Centralni kemijsko – tehnološki laboratorij HEP-a Proizvodnje d. o. o.

S Centralnim kemijsko – tehnološkim laboratorijem u HEP-u Proizvodnja d. o. o. surađujemo i na analizama uzoraka iz okoliša, ali uzoraka od kulturne važnosti. Kao studentica obožavala sam takav oblik nastave jer daje uvid u primjenu teorije u realnom sektoru, ali i daje mogućnost studentima da na temelju viđenoga odluče u kojem sektoru bi se mogli vidjeti i s čim bi se voljeli baviti.

Upravo smo dobili lijepe vijesti o projektu na kojem ću sudjelovati, gdje će se surađivati s industrijom i ostalim fakultetima, a radit će se o različitim metodama obrade otpadnih voda te njene uporabe s ciljem ponovne primjene npr. za zalijevanje zelenih površina.

Znanost postoji zbog industrije i industrija zbog znanosti. Ako moram birati, neka bude industrija, to me ipak čeka s vremenom i prema tome se ide i tijekom svih znanstvenih istraživanja.

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

Rad sa studentima u vidu laboratorijskih vježbi ili završnih/diplomskih radova mi je jedan od dražih zaduženja u poslu. Imate priliku biti okruženi s mladim ljudima, prenositi im svoje znanje, našaliti se s njima, nastojati ih zainteresirati za ono što radite. Istovremeno rastete i razvijate se kao osoba, učite se strpljenju i podižete svoje granice, razvijate svoje komunikacijske vještine i različite pristupe različitim studentima. Najteži dio bi bio kada dobijete studente koji su skroz nezainteresirani za bilo kojim oblikom interakcije, ali srećom ne događa se često.

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

Kao što sam već rekla, definitivno nisam znala što želim biti. Ali putem sam pratila što volim, u čemu sam dobra, u čemu uživam i s čim bi se mogla baviti ostatak života.

Je li ovo Vaš prvi dodir s Reaktorom ideja?

Nije. Imala sam već priliku čitati Vaše članke o tematici koja me zanimala i rado pratim Vaš rad.

Koji su Vam hobiji izvan posla?

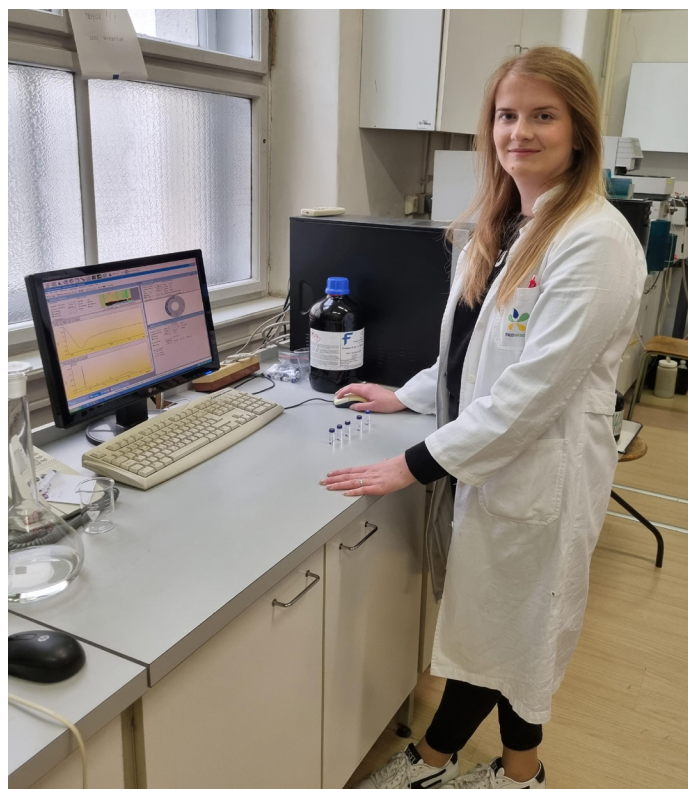
Glavni hobi mi je plaćanje teretane u koju se jedva, suznih očiju natjeram otići. Šalu na stranu, uz teretanu u slobodno vrijeme jako volim čitati knjige, naročito popularnu psihologiju i boraviti u prirodi uz dobro društvo.

Bližimo se kraju intervjua pa slijedi jedno ozbiljno pitanje – sviđa li Vam se aparat sa sladoledom u hodniku Fakulteta?

Pitala sam se kada ćemo na ozbiljna pitanja. Kao veliki obožavatelj slatkoga, molim sve da zanemare moje kampiranje ispred aparata.

Vaša poruka za kraj našim čitateljima.

Poruka bi bila uživajte u svojim studentskim danima, nemojte samo proletjeti kroz studij jedva čekajući da postanete „svoj čovjek“. Razmišljajte što Vas zanima, na temelju toga birajte svoje puteve, vjerujete u sebe i nikada nemojte odustati.



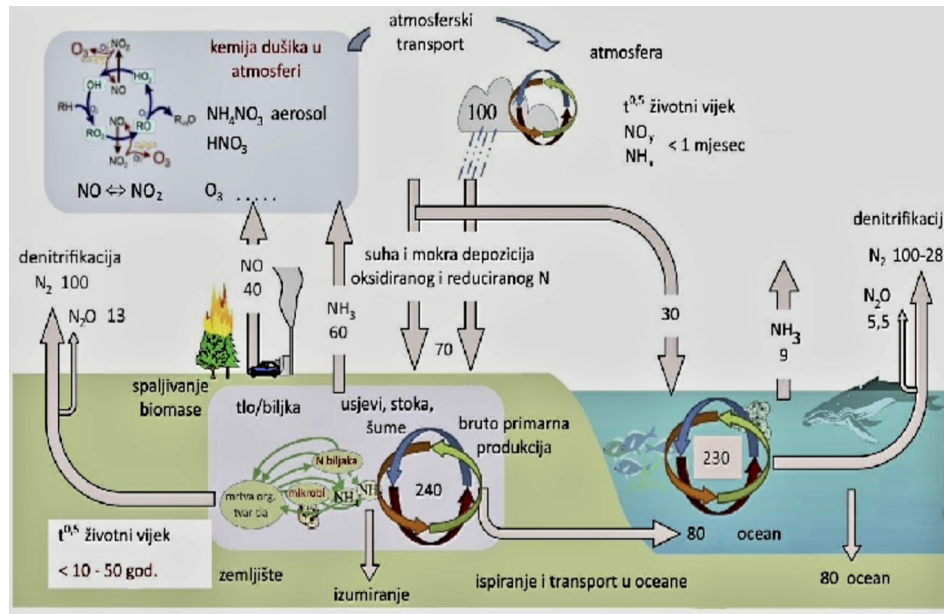
Slika 1 – Bruna Babić, mag. ing. oecoling.

Anammox

Ana Boltek (FKIT)

Dušik je veoma važan element na Zemlji, sastavni je dio proteina i zraka s ukupnim udjelom od 78,1 %. Spojevi dušika prisutni su u organskim materijalima, hrani, gnojivima, eksplozivima i otrovima. Prirodno se javlja u organskom obliku i u tlu, neprestano kružeći između tla i zraka. „Ciklus dušika“ je važan proces u kojem dolazi do pretvaranja nedostupnog atmosferskog dušika u biljkama dostupne amonijeve i nitratne ione.

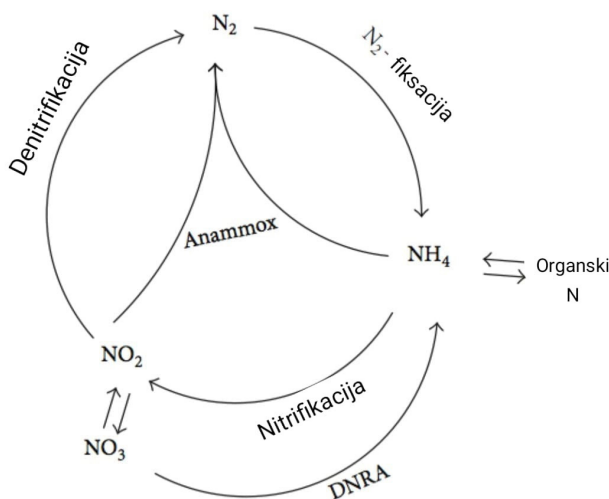
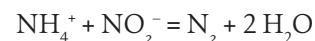
Mikrobi i bakterije u tlu (tzv. „fiksatori dušika“) vežu atmosferski dušik i pretvaraju ga u amonijak i nitrate, spojeve dostupne biljci za korištenje. Biljke i alge koriste zatim te spojeve za izgradnju DNA, RNA i baza ostalih aminokiselina, potrebnih za pravilno funkcioniranje metabolizma životinja koje ih dobivaju hraneći se tim biljkama. Proizvodnja reaktivnog dušika povezana s antropogenim aktivnostima višestruko se povećala tijekom prošlog stoljeća. Prekomjerne emisije reaktivnih dušikovih spojeva mogu poremetiti ravnotežu ciklusa dušika. Do sada su poznati brojni ekološki problemi, kao što su povećane emisije stakleničkih plinova, gubitak bioraznolikosti, klimatske promjene, itd.



Slika 1 – Procesi i tokovi reaktivnog dušika u kopnenim i morskim sustavima i u atmosferi (Tg N god⁻¹)

Anammox, proces anaerobne oksidacije amonijaka, predstavlja inovativan tehnološki napredak u procesima uklanjanja amonijačnog dušika iz otpadnih voda. Ovaj proces kombinira amonijak i nitrit izravno u dušikov plin umjesto prolaska kroz dvostupanjski proces aerobne nitrifikacije i anaerobne denitrifikacije.

Otkriven je prije otprilike 15 godina i rezultirao je novim mogućnostima za istraživanje i razvoj održivih sustava za uklanjanje dušika. U usporedbi s konvencionalnom nitrifikacijom/denitrifikacijom u sustavima s aktivnim muljem, anammox eliminira potrebu za izvorom organskog ugljika za nitrifikaciju, smanjuje potrebu za energijom za prozračivanje, ima manju proizvodnju mulja i manje emisije CO₂. Reakcija anammox procesa može se prikazati kao:



Slika 2 – Sažet prikaz anammox procesa

Prikazanu reakciju izvode bakterije Anammox. Autotrofne Anammox bakterije usko su klasificirane u 6 rodova (*Candidatus Kuenenia*, *Candidatus Scalindua*, *Candidatus Jettenia*, *Candidatus Anammoxoglobus*, *Candidatus Brocadia* i *Candidatus Anammoximicrobium*) i 20 vrsta, od kojih se samo sedam vrsta može obogatiti u kulturi u laboratoriju. Ove različite vrste Anammox bakterija koje se mogu uzgajati obogaćene u laboratoriju pokazuju potencijal za korištenje različitih akceptora elektrona u prisutnosti donora elektrona kao što je amonijev ion (NH₄⁺).

Naime, uspješno provođenje Anammox procesa u praktične primjene ometa spor rast Anammox bakterija i rigorozni okolišni uvjeti potrebni za njihov rast, uključujući preciznu kontrolu temperature i koncentracije nitrita. Nitrat ion (NO_3^-) je stabilan oblik dušika, ali drugi oblici, poput amonijevog iona (NH_4^+) i nitrit ion (NO_2^-), često se ispuštaju u okoliš iz otpadnih voda, što dovodi do pogoršanja kvalitete vode, okoliša i zdravlja ljudi. Od 2000-ih postoji značajan interes za sinergiju djelomične denitrifikacije i anammoxa kao održivog i energetski učinkovitog alternativnog procesa za poboljšanje učinkovitosti uklanjanja dušika u procesima pročišćavanja otpadnih voda.

U usporedbi s drugim procesima denitrifikacije, Anammox zahtijeva sofisticiranu opremu i provedbu u strogim uvjetima procesa. Ovaj zahtjev je dodatno složen kada Anammox radi u uvjetima niske temperature, što zahtijeva upotrebu specijalizirane opreme za kontrolu temperature kako bi se održalo reakcijsko okruženje u optimalnim uvjetima.

Za ublažavanje sporig rasta Anammox bakterija korišteno je nekoliko tehnika, uključujući imobilizaciju bakterija i sukulturu s drugim mikroorganizmima. Uz praktičnu primjenu Anammox tehnologije u komunalnim otpadnim vodama, nekoliko je studija otkrilo da je uz osjetljivost Anammoxa na vanjske promjene okoliša, nedostatak nitritnih akceptora elektrona u stvarnoj otpadnoj vodi problem za primjenu Anammoxa i njegove kombinirane procese u glavnom dijelu procesa pročišćavanja otpadnih voda. Ne postoji samo jedan supstrat koji se može koristiti kao supstrat kulture Anammoxa u studiji jer je stanište u kojem Anammox bakterije žive u prirodi raznoliko i složeno.

U obzir se moraju uzeti interakcije mikrobnih zajednica u anammox sustavu koje također utječu na metaboličke aktivnosti. Procjenjuje se da će do 2050. ljudska populacija dostići 10 mlrd. što za posljedicu ima veću potražnju za hranom za čiju proizvodnju vrlo bitnu ulogu ima dušik. Poljoprivreda je stoga primorana koristiti povećane količine gnojiva koje štetno djeluju na kvalitetu podzemnih voda. Procesi poput Anammoxa vrlo su bitni za daljnji razvoj po pitanju rješavanja ekoloških problema poput onečišćenja voda i emisija stakleničkih plinova. Predviđa se da će upravo takvi procesi imati veoma važnu ulogu u budućnosti.

Literatura

1. Yuan Pan and Dong-Feng Liu: Tapping the Potential of Wastewater Treatment with Direct Ammonia Oxidation (Dirammox); Environmental Science & Technology 2023 57 (18), 7106-7108 doi: 10.1021/acs.est.3c02342.
2. Yanjun Zhu, Dong Li, Saiyue Qi, Sen Yang, Jie Zhang, Wenqiang Wang, Shuai Li: Anticipating on potential electron acceptors for Anammox; Chemical Engineering Journal, 2023, ISSN 1385-8947, doi: 10.1016/j.cej.2023.143458.
3. Xiaoying Chen, Lingjie Liu, Yanmeng Bi, Fansheng Meng, Dong Wang, Chunsheng Qiu, Jingjie Yu, Shaopo Wang; A review of anammox metabolic response to environmental factors: Characteristics and mechanisms; Environmental Research, Volume 223, 2023, ISSN 0013-9351, doi: 10.1016/j.envres.2023.115464.
4. Hussein E. Al-Hazmi, Mojtaba Maktabifard, Dominika Grubba, Joanna Majtacz, Gamal K. Hassan, Xi Lu, Grzegorz Piechota, Giorgio Mannina, Charles B. Bott, Jacek M. Kinia; An Advanced Synergy of Partial Denitrification-Anammox for Optimizing Nitrogen Removal from Wastewater: A Review, Bioresource Technology, 2023, ISSN 0960-8524, doi: 10.1016/j.biortech.2023.129168.



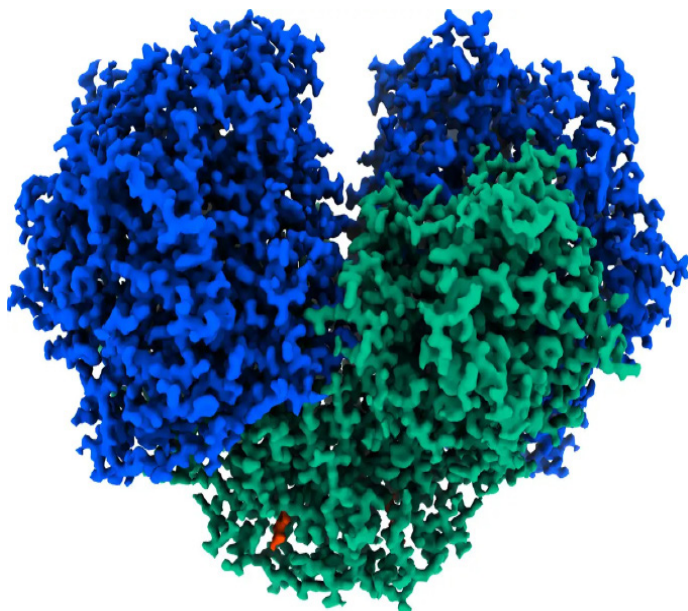
Bakterije koje proizvode struju

Veronika Biljan (FKIT)

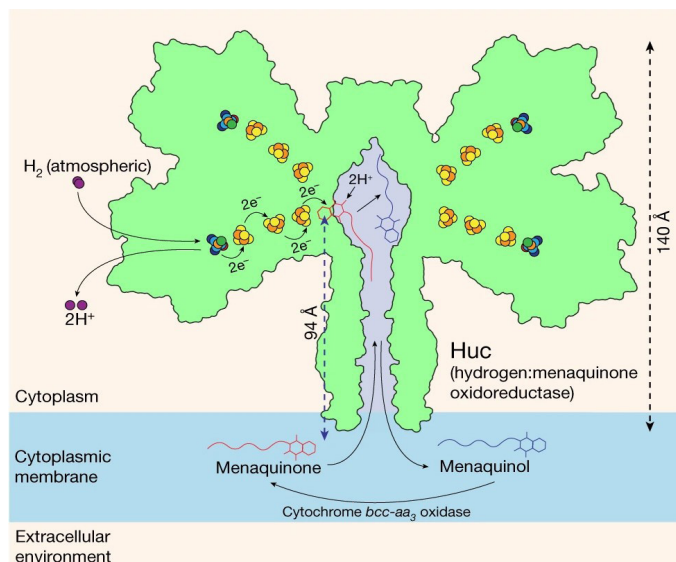
Ranijim istraživanjima dokazano je da mnoge bakterije u nepovoljnim uvjetima, s malo dostupnih nutrijenata, koriste vodik iz zraka kao izvor energije odnosno za preživljavanje na duže vremenske periode. To uključuje bakterije koje žive oko vulkanskih kratera, u tlima Antarktike i na velikim dubinama u oceanu. Detaljnije proučavanje dovelo je znanstvenike do otkrića novog potencijalnog izvora obnovljive energije. Dotične bakterije konzumacijom čak i vrlo malih količina vodika iz atmosferskog zraka direktno proizvode struju. Godišnje bakterije uklone nevjerojatnih 70 milijuna tona vodika iz atmosfere te time direktno oblikuju zrak koji udišemo.

Glavni predstavnik bakterija iz tla koja je predmet istraživanja znanstvenika zove se *Mycobacterium smegmatis* (slika 3). Uzročnik je pretvaranja vodika u električnu energiju enzim hidrogenaza, skraćeno nazvan Huc (slika 1). Toliko je efikasan u usporedbi s ostalim enzimima i kemijskim katalizatorima da može konzimirati manju koncentraciju vodika od atmosferske koncentracije koja iznosi 0,5 ppm. Bolju predodžbu o tome pokazuje činjenica da čak ni plinski kromatograf nije mogao detektirati takvu nisku koncentraciju vodika prilikom konzumacije. Kisik iz zraka inhibira aktivnost većine katalizatora i enzima koji koriste vodik u metaboličkim putovima, dok na Huc nema negativnog utjecaja što mu daje još jednu prednost.

Enzim je uspješno izoliran za daljnja istraživanja i pokazao je izrazitu otpornost na vanjske uvjete, preživljavajući temperaturni raspon od $-80\text{ }^\circ\text{C}$ do $80\text{ }^\circ\text{C}$ bez prestanka aktivnosti čime se jasno vidi temelj izrazite otpornosti takvih bakterija na ekstremne uvjete.



Slika 1 – Enzim hidrogenaza (Huc) izoliran iz *Mycobacterium smegmatis*



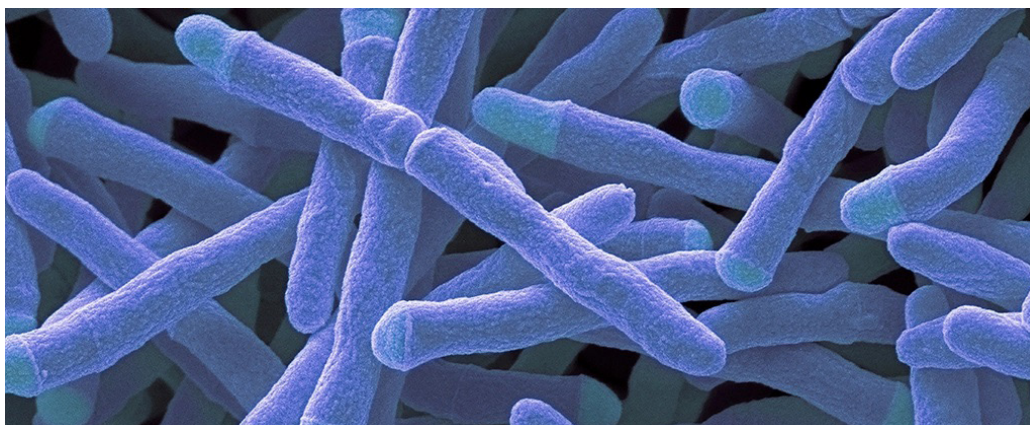
Slika 2 – Shema mehanizma djelovanja Huc enzima

Kako se dolazi do električne energije iz bakterija?

Vodik je najjednostavnija atomna molekula koja se sastoji od dviju jezgri vodika povezanih jednostrukom vezom koju čine dva elektrona. Huc enzim kida vezu između dvaju atoma vodika u molekuli čime se otpuštaju vezni elektroni. Takvi slobodni elektroni u bakterijama putuju do tzv. složenog strujnog kruga koji se zove transportni lanac elektrona te bivaju iskorišteni za opskrbu stanice energijom (slika 2). Usmjereni tok slobodnih elektrona predstavlja struju što znači da Huc izravno pretvara vodik u električnu energiju.

Gdje se može primjenjivati električna energija iz bakterija?

Trenutni domet primjene električne energije stvorene bakterijama su instrumenti koji zahtijevaju vrlo malu količinu struje za rad kao što su elektroničke identifikacijske oznake za životinje, biometrijski senzori, led žarulje i sl. Postoje i mikrobnje gorive ćelije koje generiraju struju iz različitih organskih i anorganskih spojeva. Glavni izazov za napajanje većih uređaja je razina na kojoj se proizvodi Huc enzim. U laboratoriju se može sintetizirati samo u miligramskim količinama, a *scale upom* bi se trebalo doći barem do kilograma kako bi se dobila dovoljna količina električne energije za rad kompleksnijih uređaja.



Slika 3 – SEM slika *Mycobacterium smegmatis*

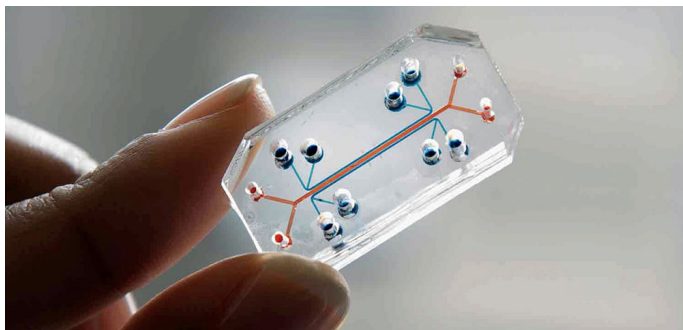
Literatura

1. <https://www.sciencealert.com/soil-bacteria-discovery-could-allow-us-to-produce-electricity-from-thin-air> (6. 5. 2023.)
2. <https://www.iflscience.com/bacterial-enzyme-makes-electricity-out-of-thin-air-67906> (13. 5. 2023.)
3. <https://scitechdaily.com/scientists-have-discovered-an-enzyme-that-converts-air-into-electricity/> (13. 5. 2023.)

I Organi na čipu

Laura Glavinić (FKIT)

Organi na čipu su mikro fiziološki sustavi s rastućom popularnosti zbog njihove mogućnosti imitiranja fizioloških funkcija ljudskih organa, što ih čini idealnim kandidatima za testiranje sigurnosti i učinkovitosti novootkrivenih lijekova. Farmaceutski sektor neprestano se razvija, a inovativne tehnologije na području medicine, organske kemije i bioinformatike kontinuirano razvijaju nove sintetske puteve za razvoj do tada nedostupnih molekula, čime otvaraju vrata mogućnostima razvoja novih lijekova. Testiranje se u farmaceutskom sektoru provodi *in vivo*, na živim subjektima. Uprkos rastućem broju zakona napisanih u cilju minimaliziranja patnje životinja tijekom eksperimentiranja, ista je prisutna, a broj životinja na kojima se testira u posljednjim se desetljećima dramatično povećao.¹ Mogu li organi na čipu konačno riješiti ovaj moralni i etički problem?



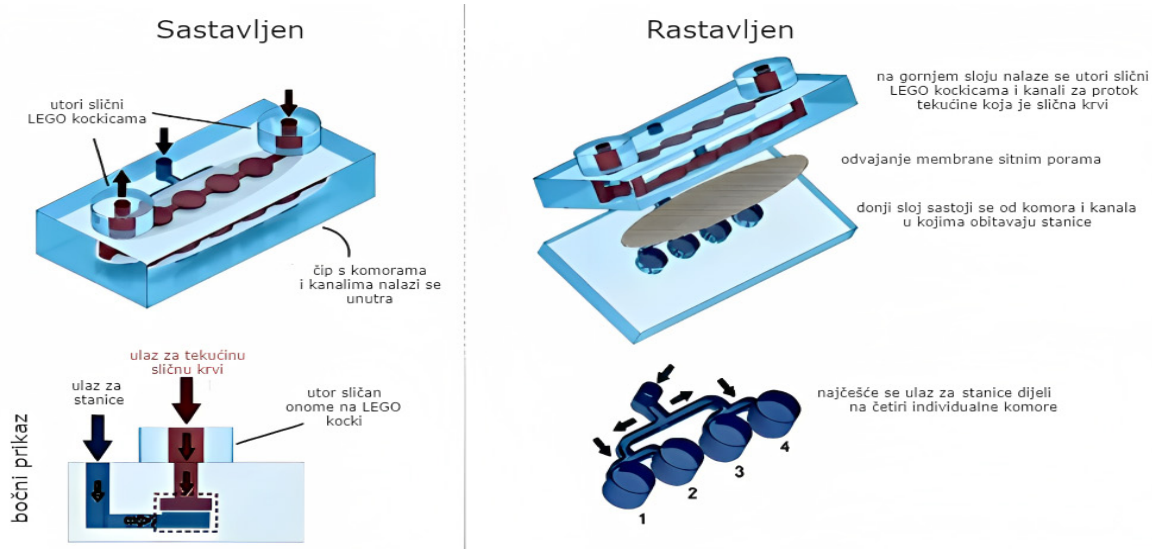
Slika 1 – Pluća na čipu (Wyss Institut, Sveučilište Harvard)²

Organi na čipu

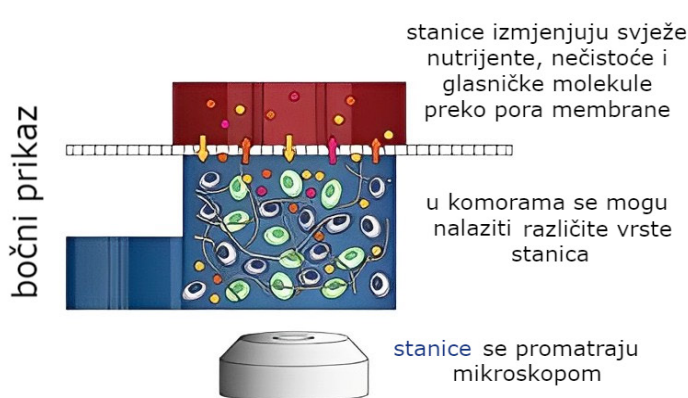
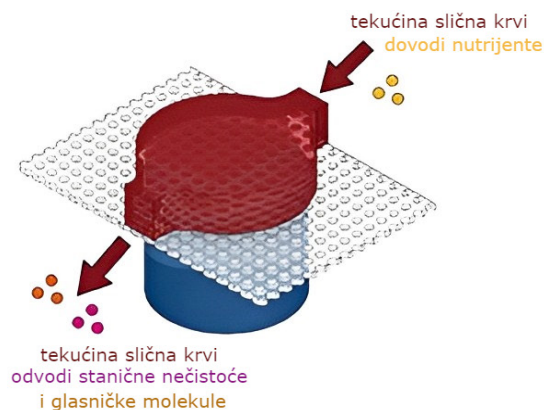
Organi na čipu (OOČ) su inovativni mikrofluidni uređaji koji imitiraju strukturu i funkcije ljudskih organa u laboratorijskom okruženju. Veličine im variraju od svega par centimetara do laboratorijske ploče s 96 jažica, kada odražavaju sustav više povezanih organa.³

Sastoje se od prozirnog i fleksibilnog polimernog materijala u kojem se nalaze žive stanice, specifične za neki organ, raspoređene na fiziološki smislen način.⁴ Postizanje prirodnog mikrokruženja je od imperativne važnosti pa kroz stanice prolazi kontinuirani protok hranjivih tvari, a mehaničke sile kao što su istezanje ili kontrakcija oponašaju njegovu prirodnu dinamiku.⁵ Izvedba organa na čipu shematski je prikazana na slici 2.

Organi na čipu nazivaju se mikrofluidnim uređajima jer plinovi i tekućine teku kroz sitne komore i kanale u njihovoj strukturi.⁶ Komore čine mikrokruženje pogodno za rast stanica i pomažu im zaboraviti da se ne nalaze u *in vivo* fiziološkom okruženju.⁷ Stanice se tada rasporede u konfiguracije na koje su prirodno navikle i stupaju u interakciju sa susjednim stanicama, na sličan način kao što bi učinile u ljudskom tijelu, te posljedično formiraju malene organe i funkcionalne biološke jedinice. Neprekidno se hrane šećerima i drugim hranjivim tvarima otopljenim u tekućini koja teče kroz kanale pored njihovih komora, kao što bi krv tekla kroz krvne žile. Nutrijenti prolaze kroz sitne pore između kanala i komora. Na sličan način iz stanica odlaze nečistoće i glasničke molekule. Opstanak žive stanice unutar komore prikazan je na slici 3.



Slika 2 – Izvedba organa na čipu⁶



Slika 3– Shematski prikaz načina života stanica unutar čipa⁶

Ključne karakteristike

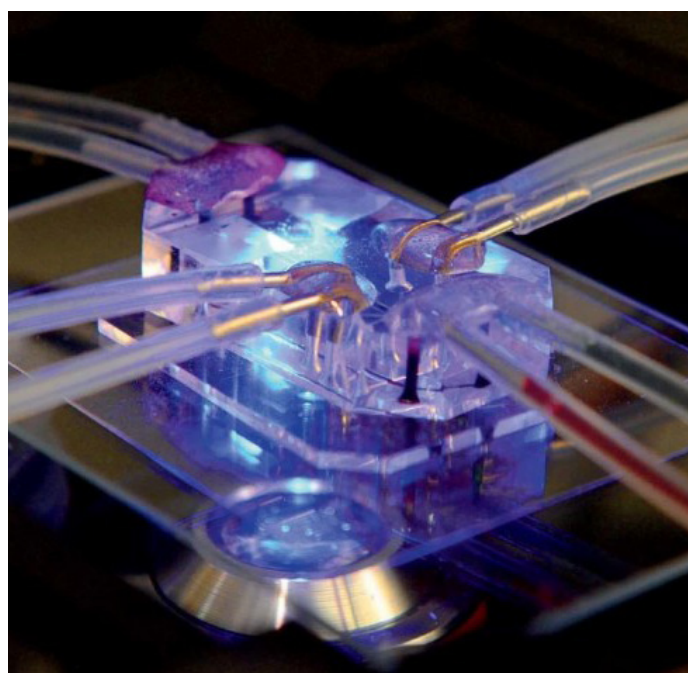
Organi na čipu moraju biti fiziološki točni, pa se podrazumijeva da njihovo mikrokruženje treba imitirati ono u kojem bi se organi nalazili u živom organizmu. Sukladno tome, svi organi na čipu moraju posjedovati tri ključne značajke: 3D prirodu i aranžmane tkiva na platformama, prisutnost i integraciju više vrsta stanica koje odražavaju fiziološku ravnotežu, te prisutnost biomehaničkih sila relevantnih za tkivo koje se modelira.³

Trodimenzionalna priroda i raspored tkiva podrazumijevaju da su stanice organizirane na način koji imitira stvarnu strukturu ciljanog organa, što omogućuje točniji prikaz i ponašanje stanica u fiziološkom kontekstu.

U platforme organa na čipu potrebno je integrirati različite vrste stanica kako bi se postigla realistična reprezentacija organa u *in vivo* uvjetima, što uključuje kombinaciju različitih vrsta stanica, kao što su parenhimske (funkcionalne stanice organa), stromalne (potporne stanice), vaskularne i imunološke stanice. Povezivanjem različitih tipova stanica organi na čipu bolje oponašaju kompleksne interakcije i ravnotežu stanica koje se javljaju u pravim organima.

Konačno, platforme organa na čipu moraju uključivati biomehaničke sile koje su relevantne za tkivo koje se modelira. Na primjer, plućna tkiva moraju uključivati sile rastezanja, dok se u vaskularnim tkivima trebaju javljati hemodinamičke sile. Primjena biomehaničkih sila zaslužna je za replikaciju mehaničkih podražaja s kojima se stanice u organima prirodno susreću.

Slika 4 prikazuje pluća na čipu koja su razvili znanstvenici s Wyss Instituta na Sveučilištu Harvard. Na slici je vidljiv potpun sustav koji imitira i mehaničko ponašanje i biokemijske značajke ljudskog organa.



Slika 4– Pluća na čipu koja imitiraju mehaničke i biokemijske značajke ljudskog organa⁸

Multiorganski sustavi

Povezivanjem monoorganskih čipova dobiva se multiorganski sustav. Ipak, ovakvo povezivanje nije jednostavno i zahtjeva razmatranje mnogih parametara kao što su biološka uvećanja, održavanje sterilnih uvjeta pri spajanju i izgradnji različitih vrsta tkiva, upotreba zajedničkog medija i kontrola različitih brzina i vrsta protoka kroz takav sustav.⁹ Osim navedenih problema, uvijek će određeni broj tkiva i organa nedostajati, što je potrebno uzeti u obzir pri ispitivanjima na ovakvim sustavima.³

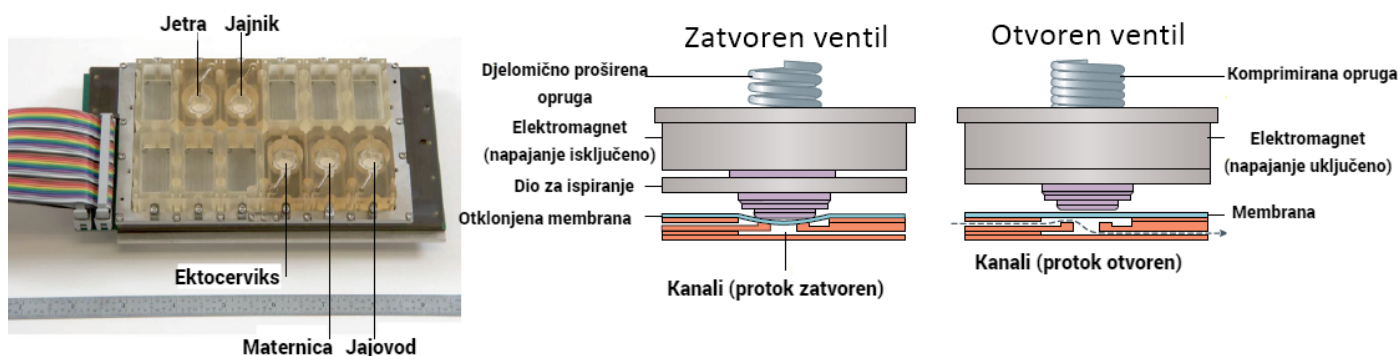
Veza s farmaceutskom industrijom

Na primjer, kako se pomoću multiorganskog čipa mogu modelirati endokrine fluktuacije (koje utječu na metabolizam stanica i lijekova) ukoliko nedostaju tkiva koja ih proizvode?³ Razvijeno rješenje uključuje stvaranje vrlo složenih „mikroformulatora“ koji simuliraju funkciju nedostajućih organa tako da formuliraju, dostavljaju i uklanjaju potreban medij u definiranim vremenskim intervalima.¹⁰

Multiorganski sustavi koji u potpunosti točno imitiraju *in vivo* ponašanje ljudskih stanica u *in vitro* okruženju predstavljaju aktivan izazov na ovom polju, te su i dalje predmet istraživanja. Na slici 5 prikazan je mikrofiziološki model ženskog reproduktivnog sustava koji modelira hormonski profil ženskog menstrualnog ciklusa i trudnoće, što može biti korisno za procjenu reproduktivne toksičnosti.¹¹ Sastoji se od pet vrsta tkiva povezanih kompleksnim nizom unutarnjih ventila i pumpi ispod tkivne konstrukcije, dok protok medija i hormona specifičnih za tkiva pokreću pneumatske pumpe pogonjene elektromagnetima.

Proizvodnja lijekova nije niti lagan, niti brz proces. Milijuni molekula se testiraju, na tisuće proizvedu, a tek nekolicina od njih prođe pretklinička i klinička istraživanja. Razvoj lijeka koji uspije doći do faze kliničkih istraživanja u prosjeku traje 10-15 godina i košta 1-2 milijarde eura, a usprkos tome 90 % ih ne bude odobreno za prodaju.¹²⁻¹³

Među ključnim barijerama stoji prenosivost rezultata dobivenih testiranjem na životinjama u klinička istraživanja. Nerijetko se odgovor ljudskog tijela na temelju parametara dobivenih testiranjem na životinjama ne može predvidjeti, jer njihova tijela i biološki procesi nisu identični ljudskima.¹⁴ Nažalost, testiranja novorazvijenih lijekova i kemijskih spojeva na životinjama i dalje su obavezna kako bi se isti uopće mogli odobriti za klinička ispitivanja.



Slika 5– Multiorganski model ženskog reproduktivnog sustava na čipu³

Tehnologija organa na čipu omogućava znanstvenicima *in vitro* repliciranje funkcija koje obnašaju ljudske stanice, tkiva i organi. Otvaraju vrata završetku testiranja na životinjama, kao i alternativnim metodama procjene utjecaja određenog lijeka na ljudski organizam. S obzirom da imitiraju ponašanje ljudskih stanica u njihovom izvornom fiziološkom okruženju, može se tvrditi da imaju potencijal postati sigurniji, točniji i učinkovitiji pristup pretkliničkim i kliničkim ispitivanjima.

Budućnost

Razvijeni su mnogi funkcionalni modeli organa na čipu, a uključuju pluća, bubrege, jetra i ženski reproduktivni sustav.¹⁵ Znanstvenici s Wyss Instituta su prije više od deset godina prvi puta konstruirali

funkcionalno alveolarno-kapilarno sučelje ljudskih pluća. Unatoč napretku koji u organi na čipu od tada postigli, oni i dalje nisu uključeni u razvoj farmaceutika, što se djelomično pripisuje njihovoj visokoj cijeni, a djelomično nedostatku vrednovanja njihove izvedbe na način koji bi uvjerio farmaceutski sektor u njihovu pouzdanost.¹⁵

Sve u svemu, organi na čipu predstavljaju izuzetan spoj biologije, inženjerstva i inovacija na području mikrotehnologije, nudeći uvid u budućnost u kojoj su biomedicinska istraživanja i zdravstvo revolucionirani. S njihovom sposobnošću repliciranja kompleksne mikroarhitekture ljudskih organa i interakcija na svega par centimetara predstavljaju pravo minijaturno čudo znanosti.

Literatura

1. S. K. Doke, S. C. Dhawale, Alternatives to animal testing: A review, *Saudi Pharmaceutical Journal*, 23 (2015), 223-229
2. <https://wyss.harvard.edu/media-post/human-organs-on-chips/> (16. 5. 2023.)
3. L. A. Low, C. Mummery, B. R. Berridge, C. P. Austin, D. A. Tagle, Organs-on-chips: into the next decade. *Nature Reviews Drug Discovery*, 20 (2021), 345-361
4. M. B. Esch, J. H. Sung, J. Yang, C. Yu, J. Yu, J. C. March, M. L. Shuler, On chip porous polymer membranes for integration of gastrointestinal tract epithelium with microfluidic 'body-on-a-chip' devices, *Biomed Microdevices*. 14 (2012), 895-906
5. A. Skardal, S. V. Murphy, M. Devarasetty, Measuring vital signs during organ-on-chip perfusion: An essential guide, *Lab on a Chip* 17 (2017), 2899-2913
6. <https://kids.frontiersin.org/articles/10.3389/frym.2020.544390> (16. 5. 2023.)
7. S. M. Park, S. Eom, H. Hong, J. Yoon, S. Lee, B. Kim, H. W. Kim, D. Kim, Reconstruction of in vivo-like in vitro model: Enabling technologies of microfluidic systems for dynamic biochemical/mechanical stimuli, *Microelectronic Engineering* 203-204 (2019), 6-24
8. <https://www.harvardmagazine.com/2015/12/mimicking-organs> (16. 5. 2023.)
9. C. M. Leung, P. de Haan, K. Ronaldson-Bouchard, K. Ge-Ah, K. Jihoon, S. R. Hoon, C. Zhu, P. Habibovic, N. L. Jeon, S. Takayama, M. L. Shuler, G. Vunjak-Novakovic, O. Frey, E. Verpoorte, Yi.-C. Toh, A guide to the organ-on-a-chip, *Nature Review Methods Primers* 2 (2022)
10. J. P. Wikswo, E. L. Curtis, Z. E. Eagleton, B. C. Evans, A. Kole, L. H. Hofmeister, W. J. Matloff, Scaling and systems biology for integrating multiple organs-on-a-chip, *Lab on a Chip*. 21 (2013), 3496-34511
11. S. Xiao, J. R. Coppeta, H. B. Rogers, B. C. Isenberg, J. Zhu, S. A. Olalekan, K. E. McKinnon, D. Dokic, A. S. Rashedi, D. J. Haisenleder, S. S. Malpani, C. A. Arnold-Murray, K. Chen, M. Jjiang, L. Bai, C. T. Nguyen, J. Zhang, M. M. Laronda, T. J. Hope, Thomas, K. P. Maniar, M. E. Pavone, M. J. Avram, E. C. Sefton, S. Getsios, J. E. Joanna, J. J. Kim, J. T. Borenstein, T. K. Woodruff, A microfluidic culture model of the human reproductive tract and 28-day menstrual cycle, *Nature Communications* 8 (2017), 14584-14599
12. I. V. Hinkson, B. Madej, E. A. Stahlberg, Accelerating Therapeutics for Opportunities in Medicine: A Paradigm Shift in Drug Discovery, *Frontiers in Pharmacology* 11 (2020)
13. H. Dowden, J. Munro, Trends in clinical success rates and therapeutic focus, *Nature Reviews Drug Discovery* 18 (2019), 495-496
14. R. J. Wall, M. Shani, Are animal models as good as we think?, *Theriogenology* 1 (2008), 2-9
15. <https://www.criver.com/eureka/coming-age-organ-chip-technology> (16. 5. 2023.)



SCINFLUENCER

Sintetičkom biologijom protiv klimatskih promjena

Adrijana Karniš (FKIT)

Klimatske promjene posljedica su raznih ljudskih aktivnosti koje su započele industrijskom revolucijom te time dovele do ispuštanja sve većih količina stakleničkih plinova poput ugljikova dioksida, dušikova (IV) oksida i metana. U današnje vrijeme one postaju sve veći problem i sve veći izazov za znanstvenike i tehnologe u potrazi za proizvodima i načinima proizvodnje uz što manji utjecaj na Zemlju.

Sintetička biologija ili SynBio revolucionarna je tehnologija koja uključuje projektiranje bioloških sustava prema željenoj performansi proizvodnjom i primjenom bioloških komponenti poput enzima koji ne postoje u prirodi. Jednom kada biolozi pronađu sekvencu gena sa željenom performansom tehnikama genetskog inženjerstva modificiraju genetski kod organizama. Sintetičku biologiju moguće je primijeniti u raznim industrijama, poput proizvodnje kozmetike, biogoriva, sintetičke svile i kao zamjenu za meso i mliječne proizvode, te je tako pronašla put u borbi protiv klimatskih promjena.



Slika 1 – Model DNK

Pariški sporazum plan je djelovanja za ograničavanje globalnog zagrijavanja. Donesen je 2016. godine, a zemlje Europske unije dogovorile su se da će EU usmjeriti k cilju da do 2050. postane prvo klimatski neutralno gospodarstvo i društvo.⁴ Potaknuti time i inspirirani prirodom odnosno fotosintezom znanstvenici su u biljkama identificirali enzim Rubisco koji je najodgovorniji pri pretvorbi CO₂ u organski ugljik za uporabu unutar stanica. Priroda već tisućama godina hvata ugljik iz atmosfere, ali prirodno prisutan Rubisco u biljkama je spor i nespecifičan. Nakon mnogih istraživanja tim s Instituta Max Planck za zemaljsku mikrobiologiju u Marburgu u Njemačkoj, uspio je primjenom sintetičke biologije doći do otkrića da



Slika 2 – Mlijeko koje nije životinjskog porijekla

dodatkom male količine Rubiscoa oblika I. u biljke može se značajno poboljšati njegovo djelovanje te time biljke mogu postati alat za hvatanje ugljika.

Još jedan način za smanjenje količine stakleničkih plinova osmislila je tvrtka Newlight Technologies, podružnica Sveučilišta Princeton i Sveučilišta Northwestern u SAD-u. Primjenom sintetičke biologije razvili su proces kojim pomoću oceanskih mikroorganizama iz zraka i stakleničkih plinova otopljenih u slanoj vodi proizvode biopolimer AirCarbon. AirCarbon služi kao zamjena za plastiku te je 2019. izgrađen proizvodni sustav komercijalnih razmjera za proizvodnju ovog biomaterijala.

Polietilentereftalat (PET) najzastupljenija je poliesterska plastika, a stručnjaci sa Sveučilišta u Toulouseu u Francuskoj, pronašli su visoko učinkoviti PET enzim hidrolaze. Optimizirani enzim služi za razgradnju odnosno recikliranje PET plastike s učinkovitošću od 90 % depolimeriziranog PET-a u monomere tijekom 10 sati. Time se doprinijelo razvoju kružnog PET gospodarstva.

Osim klimatskih promjena i globalnog zatopljenja ljudska civilizacija se bori i sa sve većim brojem stanovništva odnosno prehranjivanjem istog. Uzgoj stoke i obrada poljoprivrednih zemljišta za njihov uzgoj nemaju dovoljno velike kapacitete za prehranjivanje svog stanovništva. Stoga su znanstvenici primjenom sintetičke biologije osmislili zamjene za meso i mliječne proizvode, a konkretan primjer proizvodnje mliječnih proizvoda bez životinjskog porijekla nam daje tvrtka Perfect Day Foods. Njihov tim stručnjaka je izradio je mikroorganizme koji sadrže ključne sekvence DNK važnih za proizvodnju proteina iz kravljeg mlijeka, koji mlijeku daje prepoznatljiv okus. Mikroflora se stavlja u spremnik napunjen vodenom otopinom hranjivih tvari i šećera, koja zatim fermentira i proizvodi mliječni protein. Dobiveni protein se odvaja od mikroflora, filtrira, pročišćava i suši te se dobiveni prah koristi za proizvodnju sladoleda, mliječnih namaza, krem sireva, čokoladi te proteinskih prahova.

Sintetička biologija puno je do sada učinila i u budućnosti će mnogo toga činiti za napredak i dolazak do zelene tehnologije i klimatski neutralnog gospodarstva i društva.

Literatura

1. <https://www.mewburn.com/news-insights/synthetic-biology-creating-innovative-solutions-to-tackle-climate-change> (14. 5. 2023)
2. <https://allianceforscience.org/blog/2022/08/synthetic-biology-potential-game-changer-for-climate-change-adaptation-in-africa/> (14. 5. 2023.)
3. <https://biologydirect.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13062-019-0247-8> (14. 5. 2023.)
4. <https://www.consilium.europa.eu/hr/policies/climate-change/paris-agreement/> (14. 5. 2023.)
5. <https://www.the-scientist.com/news-opinion/scientists-resurrect-ancient-rubiscos-to-understand-their-evolution-70624> (14. 5. 2023.)
6. <https://www.newlight.com/technology> (14. 5. 2023.)

Primjena biosenzora u zdravstvenoj dijagnostici

Karla Radak (FKIT)

Biološke stanice, po definiciji, osnovne su jedinice koje sadrže temeljne molekule života od kojih se sastoje sva živa bića. Stoga je razumijevanje njihovog funkcioniranja i razlikovanje stanica jedne od druge od iznimne važnosti za dijagnostiku bolesti, kao i za određivanje terapije. Senzori usmjereni na detekciju i stratifikaciju stanica stekli su popularnost jer je tehnološki napredak omogućio minijaturizaciju raznih komponenti što nas približava POC dijagnostici (engl. *point of care*).

Uređaji temeljeni na biosenzorima revolucionarni su u suvremenoj biomedicinskoj primjeni i bit će budućnost zdravstvene skrbi. Umjetna inteligencija (engl. *artificial intelligence*, AI) mijenja svijet u kojem živimo te ima potencijal transformirati zdravstvene sustave koji se bore s novim terapijama, novom dijagnostikom i novim ekonomijama. AI već ima utjecaja na zdravstvo, a novi izgledi za veći napredak pojavljuju se svakodnevno.

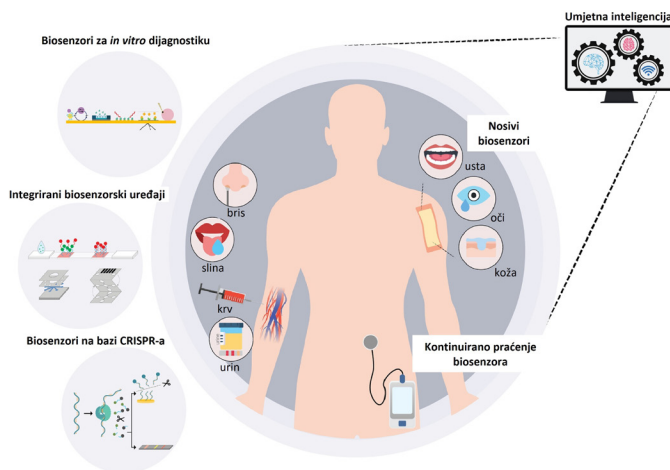
Istraživanja na nivou molekula, putem senzora koji detektiraju plinove, toksine, proteine, DNK, RNK, bakterije i viruse, veoma su bitna za dijagnozu bolesti kao što su rak i dijabetes.² Pored medicinske dijagnostike, upotreba biosenzora danas je prisutna i u mnogim drugim područjima, kao što su praćenje i liječenje bolesti, ali i u farmaceutskim i biokemijskim istraživanjima. Od predstavljanja prvog biosenzora za glukozu, biosenzori za zdravstvenu njegu ljudi iznimno su napredovali posebno s razvojem nanotehnologije.

Prvi enzimski biosenzor razvijen za potrebe medicine mjerio je koncentraciju glukoze u krvi.⁴ Ovaj biosenzor funkcionirao je po principu dodavanja enzima glukoza-oksidadaze u membranu za dijalizu preko sonde za kisik. Dodavanje glukoze u proporcionalnom odnosu utjecao je na smanjenje nova koncentracije kisika.⁵

Svaki biosenzor se sastoji od dvije glavne komponente, a to su bioreceptor i transdudktor. Bioreceptor ili prijemnik je osjetljivi dio biosenzora s izrazito selektivnim sposobnostima za identifikaciju, dok je transdudktor ili detektor uređaj koji detektira biokemijsku promjenu. Sama selektivnost bioreceptora zasnovana je na mehanizmima za prepoznavanje antitijela, bakterija, virusa, patogenih organizama i slično.² Moguća je kombinacija različitih tipova bioreceptora i transdudktora, a određene kombinacije mogu poboljšati svojstva bioreceptora, i osim toga biti jeftinije i jednostavnije za upotrebu.

Optički biosenzori su zamjena za dostupne tehnike biosenzora za otkrivanje raka. Oni nude izvanredne prednosti u odnosu na elektrokemijske i druge biosenzore kao što su visoka osjetljivost i selektivnost,

višestruka detekcija komponenti, manja otpornost na elektromagnetske smetnje, jednostavnost izrade i manja veličina.⁴ Uključivanje multidisciplinarnih područja uključujući nanotehnologiju, kemiju, molekularnu biologiju, mikroelektroniku i biotehnologiju rezultira izradom optičkog biosenzora koji pruža pouzdan uređaj za zdravstvenu skrb. Optički biosenzori za rak u osnovi otkrivaju biomarkere kao što su mikro ribonukleinska kiselina (miRNA), cirkulirajuće tumorske stanice (CTC), egzosomi, proteini i deoksiribonukleinska kiselina (DNK), koji se mogu prikupiti iz krvi, sline i urina.⁵

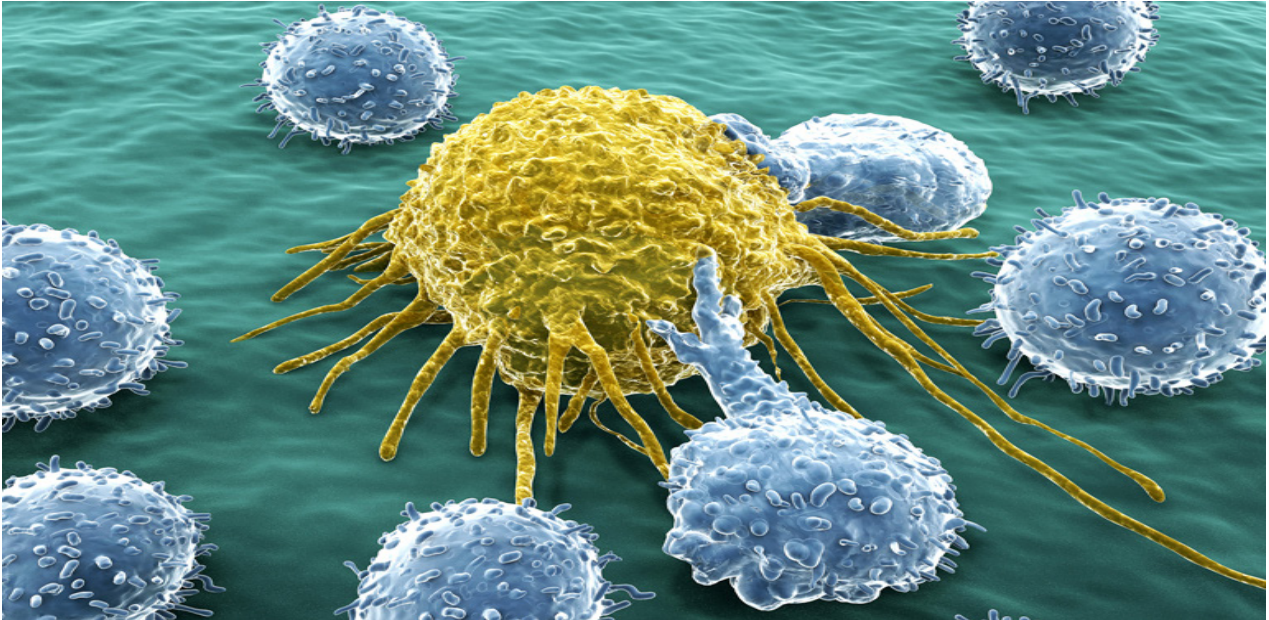


Slika 1 – Tri različite vrste biosenzora

Tijekom posljednjeg desetljeća, optički senzori za detekciju raka uglavnom obuhvaćaju metodu prepoznavanja temeljenu na antitijelima i antigenima. Iako antitijela posjeduju visoku specifičnost, visoki troškovi proizvodnje, nedostupnost sintetskih metoda proizvodnje i ograničene metode za modifikaciju ograničavaju njihovu primjenu u otkrivanju raka. Stoga, umjetne molekule kao što je aptamer i optički senzori temeljeni na peptidima posljednjih godina dominiraju tržištem otkrivanja raka.¹

Aptameri su oligonukleotidis jednim lancem (ssDNA/RNA) koji se može preferencijalno vezati na određenu metu putem formiranja definiranih struktura. Dok su peptidi kratki polimeri u kojima su aminokiseline povezane amidnom vezom. Ovisno o prirodi, broju i slijedu aminokiselina, peptidi pokazuju posebna svojstva kao što su visoka specifičnost i selektivnost, prodiranje u stanicu, niska toksičnost, laka sinteza i modifikacija površine.

Peptidi i aptameri sa sposobnošću biološkog prepoznavanja mogu ciljati na tumorske stanice i tkiva izvanrednom sposobnošću s obzirom na ciljne biomarkere.¹ Peptidne nukleinske kiseline (PNA) još su jedna klasa peptida koji oponašaju DNA/RNA. Jedinствена svojstva PNA čine ga superiornijim od aptamera odnosno nukleinskih kiselina u otkrivanju raka. Štoviše, senzori temeljeni na peptidima imaju nekoliko prednosti u odnosu na svoje veće analoge kao što su enzimi i proteini.



Slika 2 – Stanica raka

Optičko biosenziranje biomarkera raka podijeljeno je u pet dijelova ovisno o prirodi i primjeni peptida:

- 1) detekcija temeljena na peptidnoj nukleinskoj kiselini (PNA)
- 2) detekcija temeljena na ciljanom peptidu
- 3) detekcija temeljena na peptidu protiv obraštanja
- 4) samo-detekcija temeljena na sastavljenom peptidu
- 5) detekcija temeljena na peptidu koji prodire u stanicu (CPP)

Posebna pažnja posvećena je nedavno razvijenim biosenzorima za otkrivanje raka koji su jednostavni za korištenje. Također, biosenzori na bazi peptida mogu se koristiti za izradu komercijalnih prijenosnih biočipova. Razvoj biočipova biosenzora temeljenih na peptidima pružit će novu perspektivu za brzu i prikladnu biološku analizu ranog otkrivanja raka.¹

Literatura

1. Gurpreet K. Soni, Saima, Priya Manhas, Rohit K. Sharma, Peptide-based optical biosensors: A promising approach for early-stage cancer detection, *Biosensors and Bioelectronics*: X, Volume 12, 2022
2. Eun Ryung Kim, Cheulmin Joe, Robert J. Mitchell, Man Bock Gu, Biosensors for healthcare: current and future perspectives, *Trends in Biotechnology*, Volume 41, Issue 3, 2023
3. P. Mohankumar, J. Ajayan, T. Mohanraj, R. Yasodharan, Recent developments in biosensors for healthcare and biomedical applications: A review, *Measurement*, Volume 167, 2021
4. Shivani Dave, Aditya Dave, S. Radhakrishnan, Jayashankar Das, Sushma Dave, Biosensors for healthcare: an artificial intelligence approach, *Biosensors for Emerging and Re-Emerging Infectious Diseases*, Academic Press, 2022, Pages 365-383
5. Thatchanamorthy Thenrajan, Jeyaraj Wilson, Biosensors for cancer theranostics, *Biosensors and Bioelectronics*: X, Volume 12, 2022

Uz klokanke do smanjenja količine metana

Iva Turkalj (FKIT)

Od ukupnih stakleničkih plinova koji se emitiraju u atmosferu, metan (CH_4) je drugi najveći antropogeni doprinos stakleničkim plinovima, koji čini 14% ukupnog volumena stakleničkih plinova emitiranih u atmosferu. Nadalje, CH_4 je oko 30 puta jači od ugljičnog dioksida (CO_2). Od ukupnog oslobođenog CH_4 , 50–60% CH_4 dolazi iz poljoprivrednog sektora, a najznačajniji doprinos su preživači.¹

Metan je najnepredvidljiviji od stakleničkih plinova. Otprilike petina povećanja radijalnog prisiljavanja stakleničkim plinovima povezanim s ljudima od 1750. posljedica je metana. U protekla tri desetljeća zabilježena su dulja razdoblja povećanja atmosferskog metana, ali stopa rasta se usporavala i od 1999. do 2006. ukupna količina metana u zraku bila je gotovo konstantna. No, od 2007. godine vratio se snažan rast. Razlozi za te uočene promjene i dalje su slabo shvaćeni zbog našeg ograničenog znanja o tome što kontrolira globalni proračun za metan.



Slika 1 – Krave-proizvođači metana

Izvori metana razlikuju se ovisno o zemljopisnoj širini. Na polarnim geografskim širinama izvori metana uključuju močvarna područja, neke od najvažnijih svjetskih bušotina i cjevovoda prirodnog plina, odmrzavanje permafrosta i hidrate metana, tvar sličnu ledu koja može pohraniti ogromne količine metana. U gusto naseljenim sjevernim srednjim geografskim širinama glavni izvori su plinska i ugljena industrija, poljoprivreda i odlagališta otpada te požari na biomasu. Tropska močvarna područja najveći su prirodni izvor metana na svijetu. Emisije iz ekvatorijalnih i savanskih močvara, preživača i sagorijevanja biomase dodatno se povećavaju tropskim antropogenim ulazima, na primjer u jugoistočnoj Aziji.²

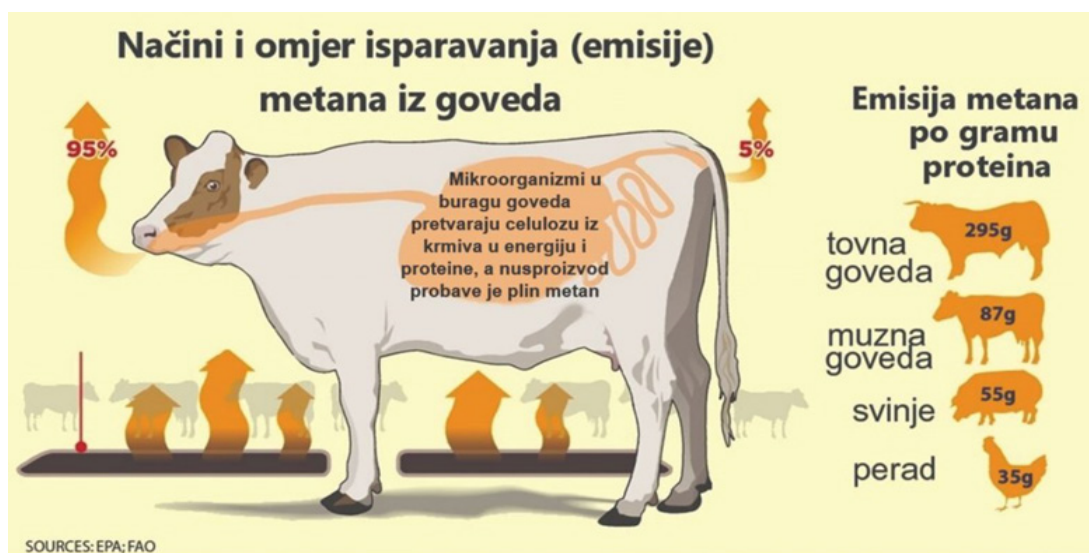
Metanogeni buraga (dio želuca) neki su od najsnažnijih metanogena koji se nalaze u prirodi. Metan oslobođen iz preživača ne utječe samo na globalnu klimu, već i na same preživače jer metanogeneza rezultira gubitkom energije od 10 % za životinju. Metanogeni, međutim, igraju važnu ulogu kao čistači vodika (H_2) za održavanje niskih koncentracija H_2 (10–4 atm; 0,01 kPa) u buragu, što je od vitalne važnosti za njihovu homeostazu.

Metan se proizvodi u buragu kao posljednji korak tijekom anaerobne fermentacije krmiva (životinjska hrana), a uskraćivanjem niskog parcijalnog tlaka H_2 zbog tog procesa fermentacija može metabolizirati hlapljive masne kiseline. To ne bi bilo moguće ako se H_2 ne ukloni istodobno s njegovom proizvodnjom. Masne kiseline se odvođe u krvotok poravnajući burag životinje i koriste se za njegov rast. Inhibiranje procesa proizvodnje CH_4 iz buraga bez zamjene njegove funkcije drugim mikroorganizmima koji koriste H_2 dovest će do neispravnosti buraga koji utječe na rast životinje. Razvijene su različite strategije za smanjenje metanogeneze u sustavima buraga, od promjene prehranbenog sastava, primjene kemijskih inhibitora, primjene cjepiva protiv metanogena i testiranja na druge mikrobe, koji bi mogli konzumirati H_2 i time smanjiti/zamijeniti metanogenezu, kada se dodaju buragu.

Učinak promjene prehranbenog sastava opsežno je proučavan, a utvrđeno je da se koncentracija CH_4 smanjuje povećanjem koncentracije hemiceluloze ili komponente škroba u prehranbenoj hrani životinje. Međutim, predloženo je da bi promjena prehranbenog sastava kako bi se brže sadržavali fermentativni ugljikohidrati (kao što su hemiceluloza i škrob) mogla dovesti do brzog povećanja proizvodnje hlapljivih masnih kiselina, što bi pak moglo dovesti do nižeg pH vrijednosti u sustavu buraga, što bi uzrokovalo promjene mikrobiote buraga.

Metanogeni se mogu inhibirati halogenim sulfoniranim spojevima kao što su 2-bromoetansulfonat (BES), 2-kloroetansulfonat (CES), 3-bromopropanesulfonat (BPS), bromoklorometan i 3-nitroxypropanol. Dodavanje ovih vrsta inhibitora također je proučavano kao metode ublažavanja CH_4 . Funkcija tih spojeva je kao strukturni analozi koenzima M (BES, CES, BPS), koji je kofaktor potreban za terminalni korak puta metanogeneze.

Ovi spojevi mogu konkurentno i posebno inhibirati metanogene tvari u relativno niskim koncentracijama. Međutim, potencijalna pitanja u vezi s uporabom koenzima M proizlaze iz opažanja da se neki metanogeni mogu prilagoditi BES-u. Stoga se vjeruje da će povećanje upotrebe ovih kemijskih inhibitora potencijalno dovesti do povećanih količina metanogena otpornih na BES. Nadalje, budući da primjena inhibitora CH_4 inhibira metanogene, to rezultira nakupljanjem H_2 u buragu, što ne samo da bi poremetilo sustav buraga, već bi dovelo i do manjeg okretanja hrane u buragu preživača.



Slika 2 – Proizvodnja metana kod goveda

Druga strategija testirana na ublažavanje CH_4 je razvoj cjepiva protiv metanogena koja bi mogla izazvati imunološki odgovor preživača proizvodnjom antitijela protiv metanogena. Međutim, ograničenje primjenjivosti ove metode je varijacija unutar različitih metanogenih vrsta prisutnih u mikrobiomu preživača ovisno o specifičnoj prehrani na različitom zemljopisnom položaju, što otežava osmišljavanje cjepiva koje cilja specifični metanogeni genotip kod određene životinje.

Međutim, iako sve gore spomenute strategije imaju nekoliko prednosti, one trpe neke velike nedostatke poput geografskih ograničenja za postizanje specifičnih promjena u prehrani životinja, kao i nestabilnosti fermentacije buraga zbog nakupljanja H_2 kao posljedice inhibicije metanogeneze, što bi postalo prepreka dobiti preživača.

Stoga je važno istražiti alternative koje nemaju negativan učinak na životinju i koje bi mogle biti relevantne za uporabu u budućnosti. Očito je da je od interesa uvođenje selektivnih mikrobnih putova za stabilnu iskoristivost H_2 u buragu, proizvodnju drugih proizvoda osim CH_4 . Konkretno, ako je alternativa korisna za preživače i dovodi do bržeg rasta životinje, to bi bilo od velikog interesa za industriju proizvodnje mesa. Zamjena metanogeneze homoacetogenezom u buragu rezultirala bi većom proizvodnjom octene kiseline, što bi bilo korisno za rast životinje i stoga je očita opcija za ispitivanje.¹

Želeći istražiti kako nadmašiti bakterije koje proizvode metan u svom reaktoru, znanstvenici su otkrili da klokani imaju bakterije u prednjem dijelu koje proizvode octenu kiselinu, umjesto da proizvode metan. Pronašli su neke klokane, uzeli uzorke i saznali da se specijalizirani proces proizvodnje octene kiseline dogodio samo kod dječjih klokana – ne kod odraslih.

Budući da nisu mogli odvojiti određene bakterije koje bi mogle proizvoditi octenu kiselinu, istraživači su koristili stabilnu mješovitu kulturu razvijenu iz izmeta dječjeg klokana. Nakon što su istraživači dodali kulturu klokana i poznati inhibitor metana u simulirani želudac, proizveo je octenu kiselinu umjesto metana. Za razliku od metana, koji goveda odbacuju kao nadutost, octena kiselina ima koristi za krave jer pomaže rastu mišića.

U početku su se smanjile bakterije koje proizvode metan u svom reaktoru sa specijaliziranom kemikalijom, bakterije octene kiseline mogle su nekoliko mjeseci zamijeniti mikrobe koji proizvode metan sličnom stopom rasta kao mikrobi koji proizvode metan.³

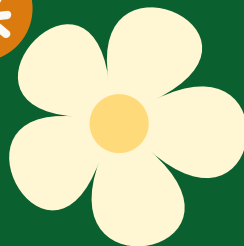
Literatura

1. Wright, A. D. G., et al. "Reducing methane emissions in sheep by immunization against rumen methanogens." *Vaccine* 22.29-30 (2004): 3976-3985
2. Nisbet, Euan G., Edward J. Dlugokencky, and Philippe Bousquet. "Methane on the rise—again." *Science* 343.6170 (2014): 493-495
3. <https://www.sciencedaily.com/releases/2023/02/230214154008.htm> (21. 5. 2023.)

ALERGIJE I ANTIHISTAMINICI

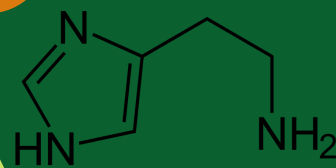
ALERGIJSKI ODGOVOR

Alergije se javljaju kao rezultat "pretjerane" reakcije imunološkog sustava organizma na alergene poput peludi, te stvaranjem antitijela. Antitijela pokreću oslobađanje kemikalija koje proizvode upalni odgovor.



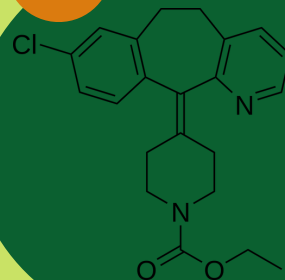
HISTAMIN

Histamin proizvode stanice naziva mastociti, posrednici u upalnim procesima. Kod alergijskih reakcija, oslobađaju se izuzetno visoke koncentracije histamina u krvotok jer organizam stvara pretjerani imunološki odgovor na alergene.



ANTIISTAMINICI

Antihistaminici su skupina lijekova koji se obično koriste za liječenje simptoma alergija. Ovi lijekovi pomažu u liječenju stanja uzrokovanih prevelikom količinom histamina, koju stvara imunološki sustav. Antihistaminici se dijele u dvije glavne podvrste. Prvi podtip se zove antagonisti H-1 receptora ili blokatori H-1. Ova podvrsta antihistaminika koristi se za liječenje simptoma alergije. Drugi podtip se zove antagonisti H-2 receptora ili blokatori H-2. Koriste se za liječenje gastrointestinalnih stanja.



SADRŽAJ
vol. 7, br. 7, 2023.

KEMIJSKA POSLA

Financijska pismenost	1
Inovativni gel za liječenje tumora mozga: Nova nada za pacijente	2
Jestiva elektroceutička kapsula stimulira hormon koji regulira glad	3
Festival znanosti 2023.	4
Čvršćim papirnatim vrećicama do biogoriva	5
4. ZORH susret	6
Zelene baterije	7

ZNANSTVENIK

Natrijev oksibat	9
Solarni apsorpcijski gel za pročišćavanje vode	10
Paukova svila	11

BOJE INŽENJERSTVA

Intervju „Na kavi s asistentima“ – Bruna Babić, mag. ing. oecoing.	13
Anammox	15
Bakterije koje proizvode struju	16
Organi na čipu	18

SCINFLUENCER

Sintetičkom biologijom protiv klimatskih promjena	22
Primjena biosenzora u zdravstvenoj dijagnostici	24
Uz klockane do smanjenja količine metana	26

