

reaktor IDEJA 7

službeno glasilo Studentske Sekcije HDKI-ja | vol 3

travanj 2019.

Od samoga početka, ljudi su imali razne ideje, filozofije, vjerovanja, provodili su pokuse i istraživanja kako bi mitove približili stvarnosti. Ljudi su kroz znanost proučili i objasnili mnoge stvari koje su nam poznate, a koje su nekada bile samo mitovi. Ljudi su otkrili i objasnili mnoge stvari koje su nekada bile samo mitovi. Ljudi su otkrili i objasnili mnoge stvari koje su nekada bile samo mitovi.

KEMIJA U UMJETNOSTI

STR. 1

ANTIDEPRESIVI I ALKOHOL

STR. 17

DOBIVANJE BOJA KROZ POVIJEST

STR. 3

ISSN 2584-6884
e-ISSN 2459-9247
Zagreb

HDKI
STUDENTSKA SEKCIJA
HRVATSKO DRUŠTVO
KEMIJSKIH INŽENJERA I
TEHNOLOGA

Studentska sekcija HDKI-ja



https://www.hdki.hr/hdki/casopisi/reaktor_ideja



“Portret Marie Curie”,
Mihael Badun



Dragi čitatelji,

predstavljamo Vam sedmi i predzadnji broj *Reaktora ideja* u akademskoj godini 2018./2019.

Ovaj broj posvetili smo umjetnosti, bojama i svom šarenilu svijeta oko nas – od piva do dijamanta.

S velikim zadovoljstvom, u ovom Vam broju predstavljamo radove studenata Sveučilišta u Zagrebu koji su u listopadu 2018. godine izložili svoje radove na izložbi “Kemija u umjetnosti” u sklopu Sajma ideja. Radovi su prožeti kroz cijeli *Reaktor ideja*.

Nadamo se da ćete na ovim stranicama pronaći nešto zanimljivo i Vama korisno.

S poštovanjem,

Mislav Matić,
Glavni urednik

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

Glavni urednik:

Mislav Matić
(mislav.matic00@gmail.com)

Urednici rubrika:

Mislav Matić
Irena Milardović
Leo Bolješić

Grafička priprema:

Ines Topalović
Mislav Matić
Irena Milardović

ISSN 2584-6884

e-ISSN 2459-9247

Vol. 3 Br. 7, Str. 1–29

Izlazi mjesečno (kroz akademsku godinu)

Časopis sufinancira Ministarstvo znanosti i obrazovanja
Republike Hrvatske, Zagreb

Zagreb,
travanj 2019.

SADRŽAJ

Kemijska posla	1
Znanstvenik	13
Boje inženjerstva	22
Stand-up kemičar	28





KEMIJSKA POSLA

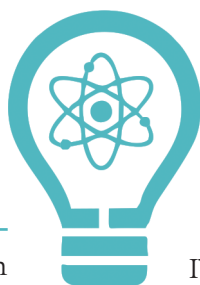
Kemija u umjetnosti

Mislav Matić

Studentska sekcija Hrvatskoga društva kemijskih inženjera i tehnologa (HDKI) sredinom listopada 2018. godine organizirala je u suradnji s Fakultetom kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu Sajam ideja.

U sklopu Sajma ideja, organizirana je izložba “Kemija u umjetnosti” u suradnji sa studentima Likovne akademije Sveučilišta u Zagrebu i jednom studenticom Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta. U ovome broju Reaktora ideja, prikazani su neki od njihovih radova te kratke crtice o autorima.

MIHAEL BAĐUN rođen je 18. listopada 1996. godine u Varaždinu. Po završetku srednjoškolskog školovanja na Prvoj gimnaziji Varaždin, 2015. godine nastavlja obrazovanje upisujući preddiplomski studij Likovna kultura na Akademiji likovnih umjetnosti u Zagrebu, kojeg završava 2018. godine. Trenutačno se nalazi na diplomskom studiju Likovna kultura pod mentorstvom profesorice Ines Krasić.



IVANA MARIĆ završila je Školu primijenjene umjetnosti za smjer dizajnera unutarnje arhitekture te nakon toga upisala nastavnički smjer na Akademiji likovnih umjetnosti u Zagrebu. Trenutačno je studentica diplomskog studija. Osim slikarstva bavi se grafikom i grafičkim dizajnom.

INJA PAVLIĆ studentica je integriranog preddiplomskog i diplomskog studija medicinske biokemije na Farmaceutsko-biokemijskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Rođena je 2000. godine u Osijeku. Bavi se fotografijom te je sudjelovala u nekoliko izložbi.

LAURA BRCKOVIĆ rođena je 1992. godine u Zagrebu gdje upisuje Školu primijenjene umjetnosti i dizajna, slikarski odjel. Godine 2012. upisuje Akademiju likovnih umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, gdje pohađa prvu godinu diplomskog sveučilišnog studija Likovna kultura, smjer kiparstvo u klasi izv. prof. art. Vlaste Žanić. Sustavno izlaže od 2016. godine. Do sada je izlagala na tridesetak skupnih izložbi.



Ivana Marić
“Plivajući u molekuli”, 2017., akril na platnu



Dobivanje boja kroz povijest

Dubravka Tavra

Boja je prisutna od početka čovjekova pojavljivanja na Zemlji. Čovjek se uz nju rađa, odrasta i umire. I ona od uvijek ima svoju simboliku koja se s vremenom mijenjala.

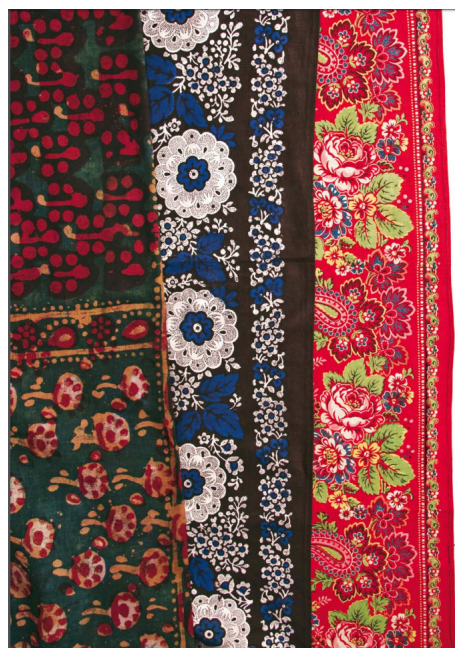
Još prije 200 000 – 300 000 godina ljudi su koristili boje. Arheolozi su pronašli dokaze iz mlađeg kamenog doba u Zambiji da su ljudi još tada koristili razne boje u tadašnjim ritualima npr. u oslikavanju tijela.¹ Mnogo je godina moralo proći kako bi ljudi prenijeli boju i na kamen pa su najstariji špiljski crteži stari oko 70 000 godina. Jednim od njih smatra se onaj u špilji Blombos u Južnoj Africi. Stanovnici Blombosa crveni pigment su dobivali iz zdrobljenih životinjskih kostiju i crvenog okera. U dobiveni prah su dodavali ugljen i slomljenu spužvu i tu smjesu su stavljali u školjke.² Još jedan poznati pigment iz ljudske povijesti je cinabarit koji su često upotrebljavale Maje. Cinabarit je ustvari izrazito toksičan živin sulfid prisutan kao prirodni mineral koji se nalazi u područjima ugaslih vulkana od kuda su ga i dobivali. Pronašli su ga u grobnicama Maya, gdje je tijelo pokojnika bilo obloženo cinabaritom. Vjeruje se da je taj crveni pigment bio simbol krvi i žrtve.³

Pigment koji znanstvenici nazivaju tehnološkim čudom je ljubičasti pigment također poznat pod imenom „Han ljubičasta“ i „kineska ljubičasta“ koji su Kinezi dobivali prije 2800 godina. Taj naziv je zaslužio činjenicom da su proces dobivanja tog pigmenta znanstvenici uspjeli rekonstruirati tek 1992. god. Proces dobivanja Han ljubičastog pigmenta sastojao se od niza koraka koji su uključivali mljevenje pijeska i barija u točno određenim omjerima i zagrijavanje do iznimno visokih temperatura do 1000 °C. Kako su znanstvenici dalje istraživali ovaj nevjerovatan pigment, dolazili su do novih šokantnih podataka. Han ljubičasti pigment pokazivao je fluorescentna svojstva. Kvantni fizičari sa Stanforda, Nacionalni laboratorij Los Alamosa i Institut za fiziku čvrstog stanja (Sveučilište u Tokiju) izvijestili su da kada je ljubičasta Han izložena ekstremnoj hladnoći i jakom magnetskom polju, kemijska struktura pigmenta ulazi u novo stanje koje se zove kvant kritična točka, u kojoj trodimenzionalni materijal „gubi“ dimenziju. Znanstvenici su predložili da je taj učinak posljedica činjenice da su komponente barijeva silikata smještene kao slojevi pločica, tako da se ne slažu uredno. Pločice svakog sloja neznatno su sinkronizirane sa slojem ispod njih. To može osujetiti val i prisiliti ga da ide dvodimenzionalno.⁴

U Komentarima o građanskom ratu Julije Cezar je izvijestio kako su Britanci svoja tijela obojali plavom bojom. Lišće indigonosnih biljaka se ekstrahiralo vrelom vodom i izdvajao se bezbojni indoksil kao jedan od raspadnih proizvoda glikozida indikana. Indoksil se zatim oksidacijom sa zrakom prevodio u indigo.⁵ Hmong narod (Sjeverni Vijetnam) za dobivanje plave boje još

uvijek upotrebljava prirodnu indigo biljku. Kako idemo dalje kroz povijest dobivanja boja svi putevi počinju voditi u Veneciju koja je bila središte europske proizvodnje i trgovanja bojom sve do otkrića Novog svijeta. Postojali su tada posebno vješti ljudi koji su bili iznimno dobri u bojanju pa su tako osnovali „ceh bojadisara“ 1371. godine. Sama tehnologija proizvodnje boje u tehničkom smislu nije bila posebno kvalitetna. Otkrićem Amerike, Europa je dobila konkurenciju u proizvodnji boja. Znatno jači i kvalitetniji pigmenti dolazili su iz engleskih kolonija u Americi. U Europi su plavi pigment dobivali od biljke *Isatis tinctoria*, tj. bojadisarskog vrbovnika, koji nije bio tako intenzivan kao američki indigo.⁶

Industrijskim revolucijama ljudi smišljaju nove načine i sve manje dobivaju boje iz prirode, a sve više sintetskim procesima. Proizvodnja sintetskih boja započela je u Engleskoj, ali se najveći napredak postigao u Njemačkoj u tvrtki BASF. Engleski student kemije William Perkin je s 18 godina slučajno otkrio ljubičastu boju u laboratoriju u pokušaju da iz katrana kamenog ugljena sintetizira kinin. Ta boja je kasnije nazvana movein, a nakon njega kreće razvoj sintetskih boja. Tijekom 1860-ih, Nijemci August von Hofmann i Friedrich Kekulé von Stradonitz otkrili su molekularnu strukturu umjetnih boja, a 1960-ih Ernest



Slika 1 – Ženske marame za glavu, Slavonija, oko 1900. S lijeva na desno: turska šamija, Široko Polje, EMZ 5923; marama mrka, Otok, EMZ 12718; zejtinka, Otok, 11674. Marame su ukrašene različitim tehnikama, od varijante batika i modrotiska do industrijski otisnutih motiva.⁶

Solvay (Belgijanac) unaprjeđuje proizvodnju anilina, temeljnog proizvoda kemijske industrije. Također, godine 1869. grupa njemačkih kemičara uspjela je sintetizirati alizarin, umjetnu crvenu boju.⁷

Danas se često upotrebljavaju anilinske boje. Umjetne boje se dobivaju vrlo složenim postupcima iz katrana kamenog ugljena, odnosno produkata njegove razgradnje: benzena, toluena, fenola, naftalena, antracena itd. Katran se separira frakcijskom destilacijom, a produkti frakcijske



Slika 2 – Detalj freske iz grobnice blizu područja Luoyang (Kina) koja sadrži Han ljubičasti pigment ⁴

destilacije se tretiraju kemikalijama i pri tome nastaju intermedijari koji su većinom bezbojni. Boja se dobije daljnjom kemijskom obradom.⁸

U zadnje vrijeme zbog ekološke osviještenosti ponovno se popularizira dobivanje prirodnih boja jer sintetska bojila za sobom povlače i onečišćenje. Na znanstvenicima ostaje pitanje kako zamijeniti sadašnja opasna i onečišćujuća bojila s prihvatljivijim.

Literatura

1. <https://archive.archaeology.org>
2. <https://sciencenetnews.com>
3. <https://www.thoughtco.com>
4. <https://www.ancient-origins.net/>
5. <https://lovelygreens.com/>
6. Etnografski muzej Zagreb, Moć boja - Kako su boje osvojile svijet, 2009.
7. <https://www.sciencehistory.org>
8. <https://study.com>



CSI: FKIT

Irena Milardović

Još na početku akademske godine kada su se u Sekciji predstavljali novi projekti, rodila se ideja o projektu koji bi studentima približio forenziku u Hrvatskoj. Odmah nakon povratka s HSKIKI-ja, dana 11. travnja 2019. ta se ideja i ostvarila. U suradnji s Centrom za forenzična ispitivanja, istraživanja i vještačenja „Ivan Vučetić“ organizirano je predstavljanje Centra u Klubu nastavnika, gdje su nam gosti predavači prikazali čime se ukratko bave, uključujući analizu droge, otisaka prstiju i oružja te pokazali primjere nekih svojih slučajeva.

Nakon toga održana su tri iznimno zanimljiva predavanja: „Kemija u forenzici“, „Validacija instrumentalnih metoda u forenzici“ i „Proizvodnja i metode analize heroina“. Poslije kratke pauze održana je pokazna radionica primjene instrumenata u forenzici, a

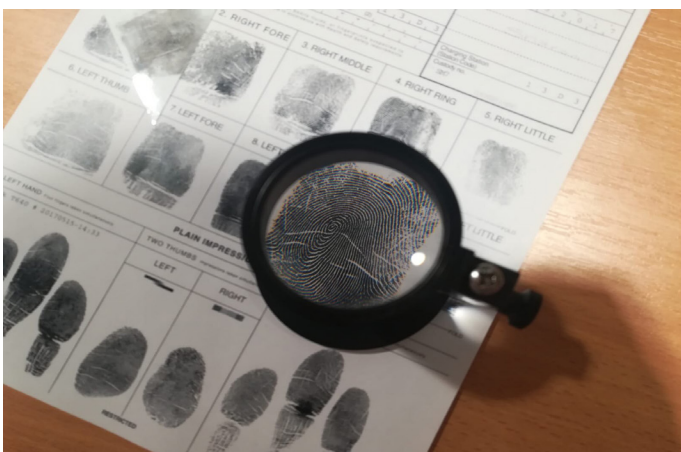


Slika 1 – Mjesto zločina

kao šećer na kraju održan je *case study*, prvi takvog tipa u Hrvatskoj. Radi malog kapaciteta prostora nasumično je odabrano 20 sudionika, 10 u jednoj grupi i 10 u drugoj grupi. Sudionici su imali priliku istražiti mjesto zločina, primijeniti naučene tehnike i pokušati otkriti krivca, a pobjednice našeg *case studyja* dobile su priliku za osobni posjet Centru.

Dok se pokušavao riješiti slučaj ubojstva u Klubu nastavnika, na prvom katu Marulićevog trga 20 održan je i kviz znanja za preostale sudionike CSI: FKIT-a, koji je bio podijeljen u tri kategorije: opća kultura, kemija i krimi serije. Pobjednici kviza dobili su simboličnu nagradu: posjet The Old Lock Up Escape Roomu kako bi se okušali u jednoj od sve popularnijih *escape* soba.

Za kraj, voljela bih uputiti zahvale Centru za forenzična ispitivanja, istraživanja i vještačenja „Ivan Vučetić“ koji nam je omogućio provođenje ovoga projekta i osmislio *case study* zadatak. Sve pohvale i mojem organizacijskom odboru bez kojeg ovaj projekt ne bi bio izvediv.



Slika 2 – Analiza otisaka prsta



Studenti Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu zajedno sa studentima američkog sveučilišta Penn State University, kampusa Beaver, sudjelovali su u projektu pod nazivom „Connecting the University of Split and Penn State Beaver through Collaborative Online International Learning (COIL)“.

Projekt je započet na proljeće 2017. godine kada su dekan Kemijsko-tehnološkog fakulteta, prof. dr. sc. Igor Jerković te tadašnje prodekanice prof. dr. sc. Nataša Stipanelov Vrandečić i prof. dr. sc. Marina Trgo na poziv rektorice kampusa Beaver posjetili njihovo Sveučilište te sudjelovali na COIL konferenciji i radionici. Detalji suradnje dogovoreni su na ljeto 2017. kada su posjet uzvratili predstavnici Beaver kampusa, dr. sc. Jennifer Cushman te nastavnici Claudia Tanaskovic i Ashu Kumar.

Ovaj oblik nastave, Collaborative Online International Learning, koju je osmislio State University of New York ima svrhu povezivati studente i profesore diljem svijeta putem modernih oblika komunikacije. Namijenjen je studentima koji iz različitih razloga nemaju mogućnost studiranja u inozemstvu. Pilot projekt proveden je 2018. godine, a suradnja je nastavljena u ožujku 2019. kada su studenti KTF-a i Beaver kampusa putem e-mail adresa prvi puta stupili u kontakt, te svoju komunikaciju nastavili preko Skype-a i WhatsApp aplikacije. U projektu je sudjelovalo 12 studenata 2. godine diplomskog studija Kemijske tehnologije te 12 studenata Beaver kampusa koji slušaju Chemistry 213 Class iz područja organske kemije. Studenti su komunicirali međusobno podijeljeni u grupe, a svaka grupa sastojala se od 2 studenta KTF-a i 2 studenta Beaver kampusa. Nastavne aktivnosti započele su 26. ožujka, za splitske studente u 13:00 sati, a za Beaver studente u 8:00 sati kada su studenti međusobno povezani internetskom komunikacijom



Slika 2 – Sapuni studenata KTF-a



Slika 1 – Studenti KTF-a zajedno s prof. dr. sc. Natašom Stipanelov Vrandečić – provedba sinteze sapuna

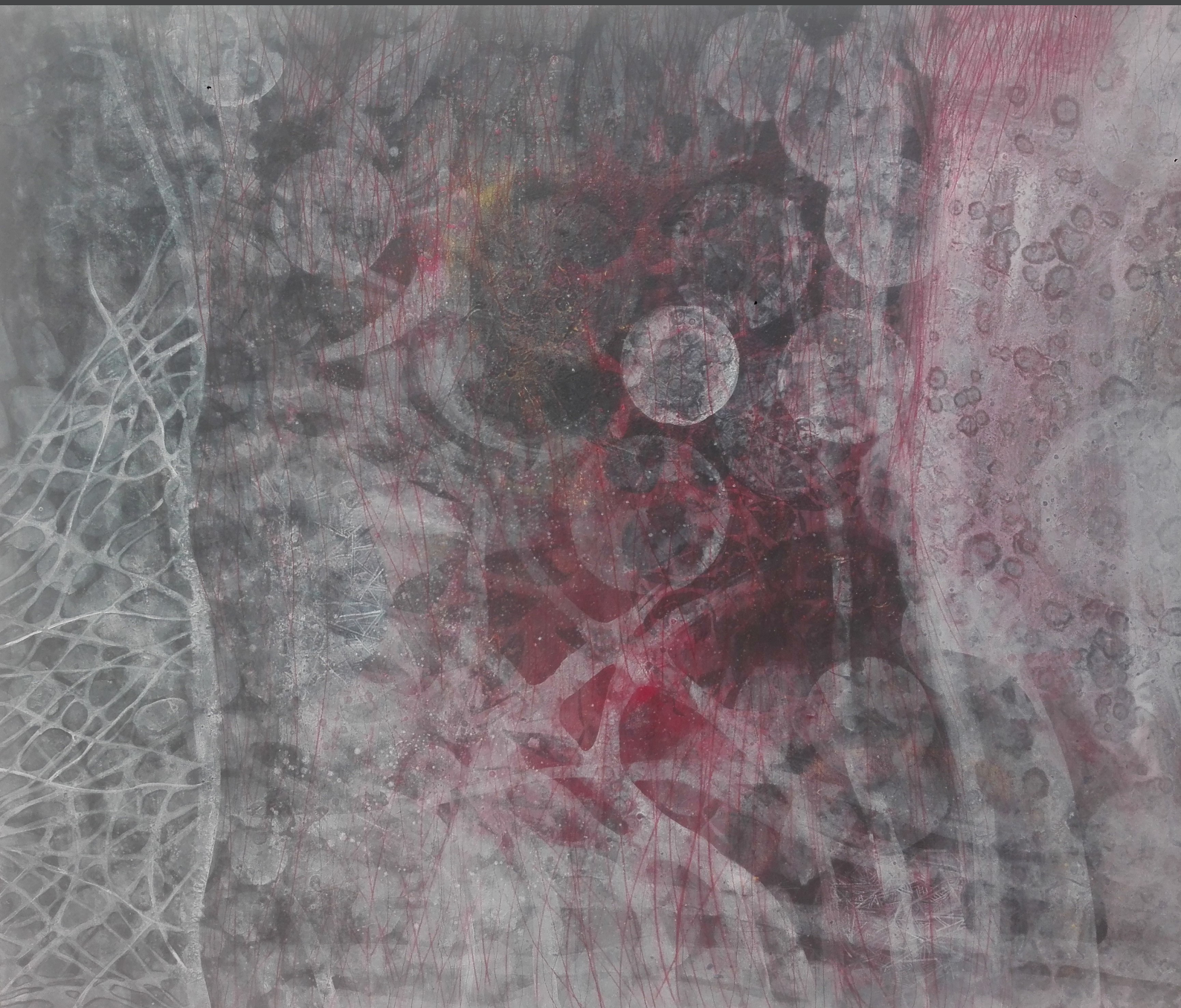
proveli eksperiment sinteze sapuna u realnom vremenu. Tim putem studenti su zajedno napravili proračun, proveli eksperiment, usporedili rezultate i napisali laboratorijski izvještaj. Također, imali su priliku pokazati svoju kreativnost u osmišljavanju proizvoda prirodne kozmetike upotrebljavajući različite sastojke – ulja, arome i bojila.

Nadalje, svaka grupa studenata dobila je temu koju treba obraditi te prezentirati svojim kolegama putem video linka. Američki i hrvatski studenti predstavili su sebe, kulturu svoje države, usporedili edukacijske sustave, te primjenu kemije u industriji u svom području. Primjerice, neki od studenata Beaver kampusa prvi put su se s kemijom susreli tek na fakultetu, dok se u našem edukacijskom sustavu s nastavom kemije započinje u osnovnoj školi.

Osim stjecanja novog iskustva i novih poznanstava studenti su stekli vrijedno međunarodno iskustvo i vještine koje će po završetku studija poslodavci od njih očekivati: timski rad, rad u multikulturalnom okruženju, komunikacija putem novih komunikacijskih tehnologija itd.

Studentima KTF-a, osim usvajanja navedenih vještina, pružena je mogućnost komunikacije s izvornim govornicima engleskog jezika čime su imali priliku naučiti izraze vezane za struku koje nemaju prilike učiti na nastavi engleskog jezika.

Kao sudionici COIL projekta neizmjerljivo mi je drago što sam imala mogućnost prisustvovati ovom inovativnom načinu pohađanja nastave. Svi sudionici izrazili su zadovoljstvo projektom, stoga će nastavnici KTF-a i Beaver kampusa i dalje razvijati nastavu u sklopu COIL projekta.



Ivana Marić
"Plivajući u molekuli 2", 2018., akril na platnu



Velik uspjeh naših srednjoškolaca na 53. Međunarodnoj Mendeljejevoj kemijskoj olimpijadi

Doc. dr. sc. Tomislav Portada (IRB)

Na ovogodišnjoj 53. Međunarodnoj Mendeljejevoj kemijskoj olimpijadi (IMChO 2019), koja je održana od 21. do 27. travnja 2019. u Ruskoj Federaciji u Sankt Peterburgu, naši su učenici osvojili jednu srebrnu i dvije brončane medalje.



Slika 1 – Hrvatski predstavnici Stjepan, Mislav, Barbara, Ivor i Luka s osvojenim medaljama i diplomama

Hrvatsku su ove godine na Međunarodnoj Mendeljejevoj olimpijadi predstavljali Barbara Sumić (učenica 3. razreda III. gimnazije Split), Mislav Barić (maturant III. gimnazije Split), Ivor Vavra Plavšić (maturant V. gimnazije Zagreb), Luka List (učenik 3. razreda Gimnazije Fran Galović Koprivnica) i Stjepan Dolić (maturant III. gimnazije Zagreb), te voditelj tima Viktor Škorjanc, student kemije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Barbara je na natjecanju osvojila srebrnu, a Mislav i Ivor brončane medalje.

Olimpijada je održana u organizaciji Kemijskog fakulteta Sveučilišta M. V. Lomonosov u Moskvi, Instituta za kemiju Sveučilišta u St. Peterburgu, zaklade Andrej Melničenko i tvrtke EuroChem. Učenici su pisali tri ispita, od toga dva teorijska i jedan praktični, svaki u trajanju od pet sati. Razina znanja i vještina koja se od natjecatelja očekuje na ovakvim međunarodnim natjecanjima veoma je visoka i odgovara otprilike razini studenata druge ili treće godine preddiplomskog studija kemije.

Ovo je druga godina zaredom da Hrvatska sudjeluje na Međunarodnoj Mendeljejevoj kemijskoj olimpijadi. Sudjelovanje Hrvatske na 53. Međunarodnoj Mendeljejevoj kemijskoj olimpijadi novčano su potpomogli Ministarstvo znanosti i obrazovanja, Croatia osiguranje d. d. i Varteks d. d. Osim na Međunarodnu Mendeljejevu kemijsku olimpijadu (IMChO), Hrvatska već 18 godina zaredom šalje svoje predstavnike i na široj javnosti poznatije Međunarodne kemijske olimpijade – IChO. Ove će se godine IChO održati krajem srpnja u Parizu, a na njoj će sudjelovati četvero od pet učenika koji su sudjelovali na IMChO-u: Barbara, Mislav, Ivor i Luka. Pravo sudjelovanja na IChO-u učenici su ostvarili temeljem uspjeha na Izlučnom testu koji je održan početkom svibnja na Kemijskom odsjeku PMF-a u Zagrebu.

Učenike za sudjelovanje na međunarodnim natjecanjima iz kemije priprema skupina znanstvenika, nastavnika i studenata (većinom bivših kemijskih olimpijaca) u organizaciji Hrvatskoga kemijskog društva i Agencije za odgoj i obrazovanje, a njihovom je uspjehu zasigurno doprinijela i činjenica da su svih petero tijekom posljednje dvije godine sudjelovali na više radionica iz ciklusa „Kemijsko-inženjerskih radionica HDKI-ja“ koje su održavane u Zagrebu, Varaždinu, Križevcima i Rijeci.

Za kraj ovog članka zamolili smo i same učenike da nam za Reaktor ideja kažu nekoliko riječi o tome kako su se pripremali za natjecanje, što su novoga naučili, koji su im planovi za nastavak školovanja te koje im je područje znanosti posebno zanimljivo.

Evo što su nam o tome rekli Ivor, Mislav i Luka:

Ivor Vavra-Plavšić: Pripremao sam se na teoretskim priprema za IChO, na praktičnim priprema na Zavodu za fizikalnu kemiju na PMF-u koje je organizirao naš mentor Viktor Škorjanc i sam sam se pripremao uz pomoć literature i prijašnjih problema s Mendeljejeve olimpijade i IChO-a. Školovanje planiram nastaviti na Kemijskom odsjeku PMF-a. Područje znanosti koje mi je posebno zanimljivo je organska kemija.



Slika 2 – Ivor



Slika 3 – Mislav

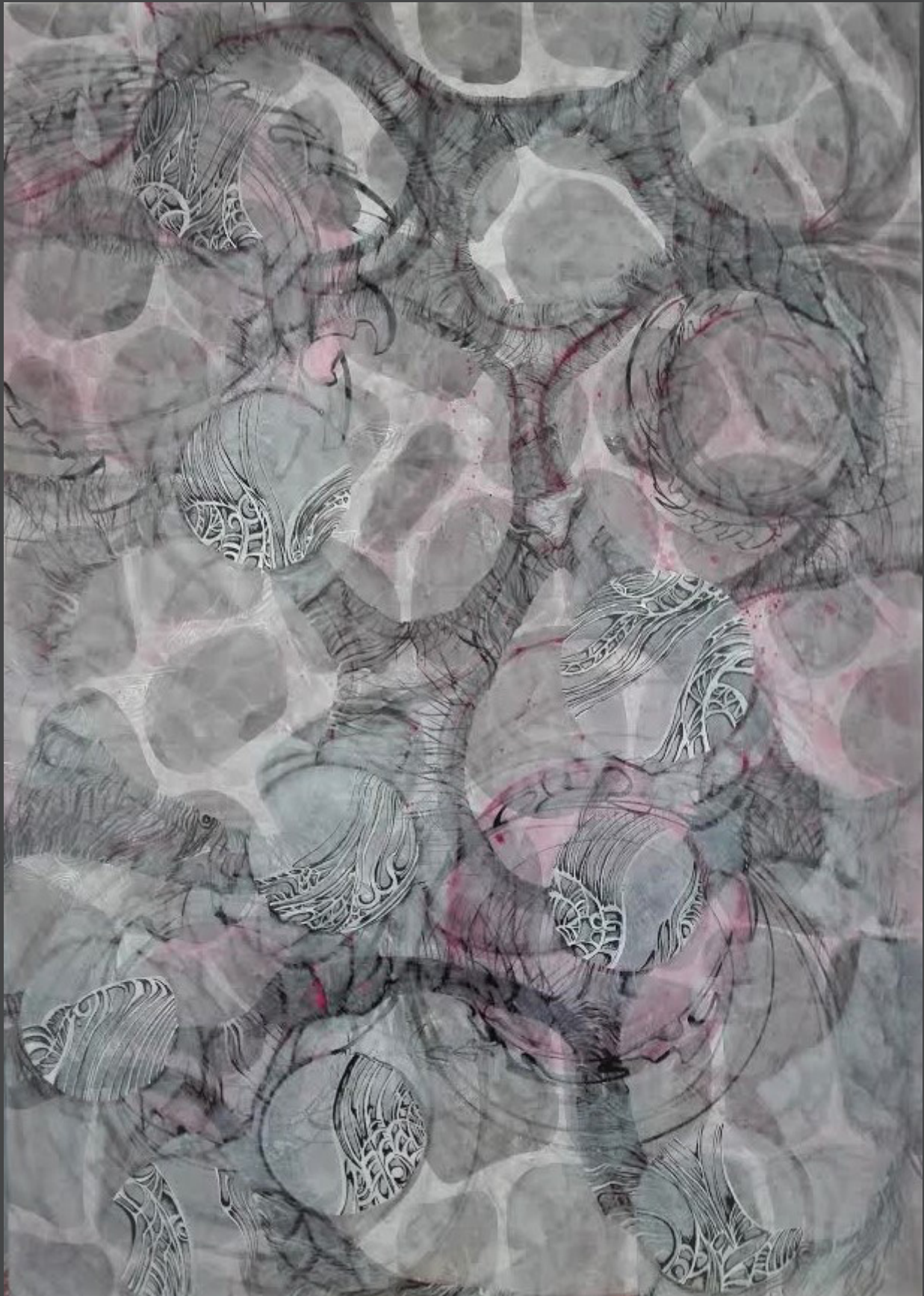


Slika 4 – Luka

Mislav Barić: Nakon izlučnog testa odmah sam se primio posla i počeo rješavati zadatke s prijašnjih olimpijada koje do izlučnog ispita još nisam riješio. Osim toga, učio sam iz raznih knjiga, uglavnom organsku i anorgansku kemiju. Naučio sam dosta novih stvari. Primjerice, u jednom teorijskom ispitu imali smo mnogo organometalnih kompleksa – katalizatora koje dotad nisam vidio. Trenutno sam vrlo zainteresiran za kemiju organometalnih spojeva i njihovu primjenu. Planiram upisati Kemijski odsjek na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu.

Luka List: Za Olimpijadu smo imali organizirane pripreme na Kemijskom odsjeku PMF-a i na Institutu Ruđer Bošković, u Zagrebu, u nekoliko navrata. Svaki smo put iscrpno slušali predavanja fakultetskih profesora

i studenata (često bivših olimpijaca). Kod kuće sam proučavao bilješke s tih predavanja te sam rješavao stare i nove (tzv. Pripremne probleme) zadatke za olimpijada IChO i IMChO. Naučili smo mnogo novih koncepata koji se tiču svih grana kemije, a posebno vrijednim smatram iskustvo u laboratoriju prije te na samoj Olimpijadi u Rusiji, sa specifičnim aparaturama koje do tada nismo vidjeli. Također, naučili smo puno o Rusiji i ljudima iz bivšeg SSSR-a, koji su većinski sudionici ovog natjecanja. Planiram upisati PMF u Zagrebu, smjer Kemija, nakon što završim gimnaziju, naravno. Posebno me zanima organska kemija, no volim i fizikalnu kemiju, a prije Kemijske olimpijade u Parizu planiram dopuniti svoje znanje tog područja. Zanimljiva mi je i fizika i informatika, ali je ljubav prema kemiji prevladala.



Ivana Marić
“Plivajući u molekuli 3”, 2018., akril na platnu

Sudjelovanje Studentske sekcije na 26. HSKIKI-ju

Karla Ribičić

Svake dvije godine organizira se Hrvatski skup kemičara i kemijskih inženjera u suradničtvu Hrvatskog društva kemijskih inženjera i tehnologa (HDKI) i Hrvatskog kemijskog društva (HKD). Začeci Skupa sežu do 1952. godine čiji je predsjednik bio Lavoslav Ružička, a prvi pravi Skup održan je 1969. godine u Zagrebu nakon čega počinje njegovo kontinuirano održavanje. Ovogodišnji 26. HSKIKI održan je od 9. do 12. travnja u Šibeniku, Amadria park (Solaris) s predsjednicom Znanstveno-organizacijskog odbora, prof. dr. sc. Aleksandrom Sander.

Na Skupu je po prvi put sudjelovala i Studentska sekcija Hrvatskog društva kemijskih inženjera s radionicom „Kojim putem krenuti?“ kojom su na zabavan i poučan način pokazali glavne probleme i pitanja mladih studenata na njihovim počecima puta prema znanosti. Sudionici radionice su bili studenti: Ines Topalović, Mislav Matić, Irena Milardović, Leo Bolješić, Marina Bekavac, Leonarda Vugrin, Ema Podravski i Karla Ribičić s Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije. Dio studenata krenuo je na put 9. travnja rano ujutro kako bi na samom otvorenju Skupa predstavili časopis sekcije „Reaktor ideja“, sklopili nova poznanstva i dogovorili se za potencijalnu suradnju na budućim projektima. Smješteni su bili u vrlo urednim bungalovima gdje su imali sve što im je potrebno, a kasno navečer su im se pridružili ostali studenti koji su zbog obaveza krenuli popodne. Tada je održan mali team building na kojem su studenti Sekcije zajedničkim snagama pomno isplanirali nadolazeći izazov, pazeći i imajući na umu koliko njihovo ponašanje može utjecati na prvi dojam prisutnih sudionika.



Slika 1 – studenti Leonarda Vugrin, Irena Milardović i Mislav Matić na otvorenju 26. HSKIKI-ja

Ujutro su se studenti uputili prema hotelu gdje su imali plaćeni doručak, za koji se pobrinula prof. dr. sc. Sander. Nakon okrepljujućeg obroka, krenuli su u Kongresnu zgradu koja je činila dio hotela, a u njoj su se nalazile predavaone za radionice i izlaganja, štandovi nekolicine

Kada je netko na početku znanstvene karijere, najvažnije mu je spoznati kojim područjem bi se htio baviti, a onda pronaći dobrog mentora koji će ga u to područje uvesti i što više ga naučiti. Na pitanje tko je dobar mentor moglo bi se dati mnogo odgovora i teško bi bilo ne ostati subjektivan, no svi se slažu oko jednoga – dobar mentor je motivacija. Njegov često trnovit put, karijera, iskustvo, znanje te entuzijazam prema onome što radi najveća su motivacija onome koji je na početku puta, koji tek treba stvarati i djelovati. Hrvatska je bogata velikim znanstvenicima, velikim mentorima, posebice u području kemije i kemijskog inženjerstva. Na pitanja „Kojim su putem oni išli, na koje su prepreke nailazili i kako su uspjeli?“ odgovorila je radionica Studentske sekcije HDKI-ja pod nazivom „Kojim putem krenuti?“. Osim toga, svima onima koji su na početku svojega puta može pomoći u odluci kojim putem oni trebaju krenuti i kakvog mentora izabrati.



Slika 2 – prizor iz radionice: studenti Leo Bolješić i Mislav Matić glume Lavoslava Ružičku i Vladimira Preloga

Predstava započinje dolaskom mladog Vladimira Preloga koji je tek na početku svog znanstvenog puta i dolazi u agenciju za odabir mentora. Od recepcionerke dobiva zaštitne stvari, a potom ga preuzimaju dvije djelatnice koje kroz cijelu predstavu iznose stvarne zadržavajuće činjenice o hrvatskim znanstvenicima. Prva moguća mentorica bila je Zrinka Tamburašev, a činila je dio tima zaslužnog za patentiranje Plivnog lijeka Sumameda. Shvativši da im se područja ne poklapaju, odlazi do iduće osobe, Franje Hanamana. On je bio profesor anorganske tehnologije na tadašnjem Kemičko-inženjerskom odjelu, današnjem FKIT-u, a poznat je izumu volframove žarne niti. Kako Preloga ni to polje nije privlačilo, krenuo je do znanstvenice Vjere Marjanović-Krajovan. Ona ga je ugodno iznenadila svojom karizmom i skromnošću, a kao prva žena koja je u Zagrebu diplomirala na području tehničkih znanosti posvetila se analitičkoj kemiji. U trenutku kada ju je Prelog bio spreman prihvatiti za mentoricu, Vjera se spremala otići u mirovinu i tu on pronalazi svog konačnog mentora – Lavoslava Ružičku. Odgovorivši na nekoliko postavljenih pitanja, Ružička je uvidio koliko je Prelog pametan mladić izuzetno zanimljivog razmišljanja o ponašanju organskih molekula i odmah ga zove sa sobom na službeni put.

Kolika je bila čast što studenti iz Sekcije mogu sudjelovati na 26. HSKIKI-ju, govori činjenica da je Skup uvijek bio i ostao mjesto na kojemu su se prikazivala velika

znanstvena dostignuća ostvarena tijekom dviju godina. Izuzetna je zahvalnost po prvi put biti sudionik velikim organizacijama poput sveučilišta, javnih znanstvenih instituta i industrije u Republici Hrvatskoj i vodećim znanstvenim institucijama u svijetu.

Namjera Skupa je predstavljanje znanstvene i stručne djelatnosti iz područja kemije, kemijskog inženjerstva i srodnih znanstvenih disciplina s naglaskom na promicanje interdisciplinarnosti te primjenu znanosti u razvoju naprednih materijala, održivih tehnologija i zaštiti okoliša. Izmjena iskustava, predstavljanje najnovijih dostignuća te predavanja koja održavaju svjetski poznati znanstvenici najdjelotvorniji su način kako proširiti nova znanja, ideje i tehnologije te pomoći razvoju gospodarstva. Sva priopćenja održana na Skupu tiskaju se u sklopu Knjige sažetaka. Kao pridružena manifestacija Skupu održava se i izložba kemijskog, industrijskog i laboratorijskog pribora i instrumentacije, računalne opreme i programske podrške te literature

Zlatni sponzori koji su financirali 26. HSKIKI bile su farmaceutske tvrtke Xellia i Pliva usmjerene na proizvodnju fermentiranih antibiotika i gotovih injekcijskih proizvoda. Srebrni su bili Shimadzu i Optik Instruments, tvrtke koje nude veliki broj različitih



Slika 3 – studentice Leonarda i Ines s vrećicama 100. obljetnice nastave kemijskog inženjerstva

proizvoda, preko analitičke i mjerne opreme do velikih medicinskih uređaja. U sklopu Skupa svečano se obilježila i 100. obljetnica nastave kemijskog inženjerstva u Zagrebu, čiju tradiciju danas ponosno nosi Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, također jedan od prisutnih sponzora.

Poseban događaj koji je obilježio zajedništvo Sekcije nije bio povezan s HSKIKI-jem, već s jednom neobičnom nezgodom. Sve je započelo tijekom drugog dana Skupa kada su dvije studentice odlučile poslušati predavanje dr. sc. Užarevića i sjele se u predavaonicu, blizu vrata s mnogo vrećica i promo-materijala. Jednu od njih nazvala je druga studentica kojoj, no morala joj je odbiti poziv i napisati poruku, a potom mobitel stavila u jednu od mnogobrojnih vrećica. Nakon predavanja krenuli su prema bungalovima, što je bilo poprilično komično jer se nitko nije sjećao točnog puta među stotinjak identičnih bungalova. Da stvar bude gora, padala je kiša pa se papirnata vrećica jedne studentice natopila vodom i raspala. Svi zajedno pomogli su joj skupiti stvari i na kraju pronašli naše odredište, osušili se, popričali o prvim dojmovima i predivnoj atmosferi na Skupu te bili spremni vratiti se u kongresnu zgradu. Provjerili smo imamo li sve potrebno, ali pretražujući vrećice jedna studentica je primijetila da joj nedostaje mobitel.

I tu je sve krenulo. Mobitela nije bilo, počela je briga i panika. Zajedno su pretražili bungalov i već su kasnili na probu za predstavu, stoga im nije bilo druge nego obustaviti potragu i krenuti prema zgradi. Pokušali su otkriti gdje joj je ispao mobitel, je li prilikom raspada vrećica, u kongresnoj zgradi kada je odgovarala na poruku, u bungalovu na mjestu koje nisu pretražili ili nešto sasvim drugo. Svi su ju tješili i govorili „Ma sigurno je tu negdje, naći ćemo ga“, davali joj podršku kakva se rijetko nalazi radi nezgode koja je prava sitnica u usporedbi s većinom drugih problema. Svaki put kada bi netko pozvao njen broj čuo se samo beskonačan zvuk biranja broja što im je barem davalo nadu da se nije smoćio. Na par sati zaboravili su svoje muke i vrhunski odradili radionicu. Poslije su se vratili još jednom u bungalov, detaljno sve pretražili, ali mobitela nije bilo. Uz malu pomoć današnjih aplikacija i svemogućeg interneta uspjeli su locirati uređaj.

Na trenutak nismo znali što ćemo, ali tu su uskočili studenti s KTF-a, od kojih je jedan imao kombi dovoljno velik da nas jedanaest stane u njega i odveze, a ostali su navigirali kamo da vozi. Sve ih je ponio poseban adrenalin i uzbuđenje jer su se osjećali kao da su u kriminalističkoj seriji, ali i jer je bilo predivno vidjeti oličenje izreke „Svi za jedan, jedan za sve“. Naposljetku je mobitel pronađen. Sreća radi uspjeha i timskoga rada, iskrenosti i nesebičnosti oplemenila je sve u Studentskoj sekciji.



Laura Brcković
"Samo se srcem dobro vidi", kombinirana



ZNANSTVENIK

I Veličanstveno pivo

izv. prof. dr. sc. Natalija Velić
(PTF Osijek)

Fermentation and civilization are inseparable.
John Ciardi, pjesnik (1916. – 1986.)

Proizvodnja piva, kao ljudska aktivnost, započinje u zoru civilizacije u neolitičkom razdoblju, što ga uz vodu i mlijeko čini jednim od najstarijih pića.¹ Iako su priprava kruha i piva išle ruku pod ruku, brojni su zagovornici teorije kako razlog uzgoja ječma i pšenice u najranije doba nije bila proizvodnja brašna, već proizvodnja piva – hranjivog i ukusnog pića. Od tada, pivo je nerazdvojivo od razvoja društva i često je bilo pokretač njegova gospodarskog rasta. Ne čudi stoga što se pivo nazivalo i tekućim kruhom ili tekućom hranom. Moderna industrijska proizvodnja piva započinje krajem 19. stoljeća, kao posljedica razvoja znanosti i tehnologije, pri čemu znanstvenu osnovu pivarstva čine temeljne discipline – kemija, biokemija i mikrobiologija te inženjerstvo.² Prema Pravilniku o pivu,³ pivo je proizvod dobiven alkoholnim vrenjem pivske sladovine upotrebom čistih kultura pivskih kvasaca *Saccharomyces cerevisiae*, a iznimno spontanim vrenjem ili uporabom mješovitih mikrobnih kultura. Sirovine koje se tradicionalno koriste u proizvodnji piva uključuju vodu, ječmeni slad, hmelj i kvasac i sve značajno doprinose kvaliteti konačnog proizvoda.⁴ Iako proizvodnja piva tradicionalno uključuje tek nekoliko navedenih sirovina, vješti majstori pivari



kombiniranjem ovih sastojaka razvili su velik broj različitih vrsta piva – proizvoda iznimno složenog kemijskog sastava. Ostali sastojci koji se mogu koristiti u proizvodnji piva, ovisno o važećim pravilnicima za pojedinu zemlju, uključuju druge izvore fermentabilnih šećera osim slada, poput neslađenih žitarica i proizvoda od žitarica, šećerne i škrobne sirupe, voćne pulpe, voćne kaše, koncentrirane voćne kaše, vodene ekstrakte voća i slično.

Tehnologija piva u širem smislu može se podijeliti na dva nezavisna dijela: tehnologiju slada i tehnologiju piva (slika 1). Tehnologija slada uključuje procese čišćenja i sortiranja zrna ječma (ili neke druge žitarice, najčešće pšenice), močenje zrna, klijanje namočenog zrna, sušenje zelenog slada te doradu osušenog slada. Sladenjem se simulira rast biljke (klijanje zrna ječma kao početak razvoja nove biljke) u kontroliranim uvjetima, pri čemu se odabirom procesnih uvjeta iniciraju i usmjeravaju fiziološki i biokemijski procesi u zrnu. Cilj ovog postupka je sinteza enzima koji će djelomično razgraditi zrno i omogućiti njegovo lakše mljevenje, dok će sintetizirani amilolitički enzimi osigurati razgradnju škroba do fermentabilnih šećera tijekom procesa ukomljavaanja, odnosno proizvodnje sladovine.⁴

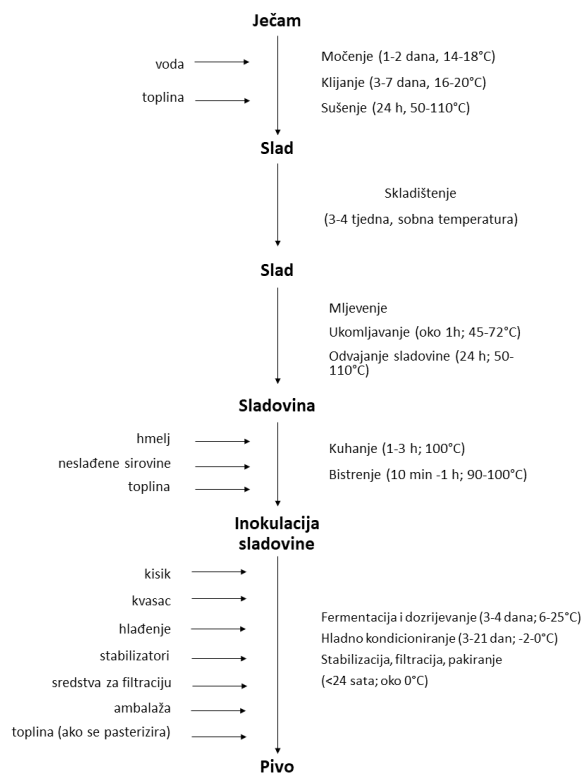
U užem smislu, tehnologija piva obuhvaća proizvodnju sladovine, glavno vrenje, naknadno vrenje mladog piva te doradu i punjenje piva u ambalažu. Proizvodnja sladovine odvija se u

varionici, pri čemu se koriste sljedeći tehnološki postupci: mljevenje slada, ukomljavanje i ošećerenje komine, cijedenje (filtracija) komine, kuhanje sladovine s hmeljem, bistrenje i hlađenje sladovine.

Ukomljavanje je postupak miješanja mljevenog slada (sladne prekrupe) kao osnovne sirovine za proizvodnju piva s toplom vodom, koja je također važna sirovina u proizvodnji piva. Tijekom ukomljavanja, hidrolitički enzimi (amilolitički i proteolitički) prisutni u sladu kataliziraju razgradnju netopljivog škroba do topljivih dekstrina i fermentabilnih šećera (glukoza, maltoza, maltotrioza) te razgradnju proteina do peptona, polipeptida i slobodnih aminokiselina. Kako navedeni enzimi imaju različite temperaturne optimume, ukomljavanje se provodi u temperaturnom rasponu od 45 do 76 °C polaganim zagrijavanjem komine i njenim zadržavanjem na određenim temperaturama. Odabrane temperature ukomljavanja utječu na intenzitet biokemijskih reakcija tijekom ukomljavanja, sastav sladovine te posljedično na kvalitetu piva.⁵ Nakon ukomljavanja, odnosno završene hidrolize, potrebno je odvojiti tekuću fazu – sladovinu, od netopljivog ostatka slada – pivskog tropa, što se provodi, ovisno o opremi varionice, postupkom cijedenja sladovine kroz sloj tropa na perforiranom dnu cijednjaka ili postupkom filtracije sladovine na tzv. kominskom filtru. U oba slučaja se nakon otjecanja sladovine trop ispiru toplom vodom, kako bi se iz njega isprao zaostali ekstrakt. Ispiranje dovodi do razrjeđivanja sladovine, pa se zahtijevani udjel suhe tvari u sladovini postiže kuhanjem sladovine.

Kuhanje sladovine provodi se radi uparavanja sladovine do zahtijevanog udjela suhe tvari, inaktivacije enzima, koagulacije proteina, sterilizacije te ekstrakcije gorkih i aromatičnih sastojaka hmelja koji se dodaje tijekom kuhanja. U usporedbi s vodom i sladom, hmelj je sirovina koja se dodaje u vrlo maloj količini, ali je utjecaj hmelja na konačni okus i aromu piva značajan. Nakon kuhanja, sladovina se prebacuje u taložnik kako bi se odvojili koagulirani proteini te se primjenom cijevnih ili pločastih izmjenjivača topline hladi do temperature na kojoj se provodi fermentacija. Nakon bistrenja i hlađenja, sladovina se aerira i prebacuje na fermentaciju. Suvremeni postupci fermentacije sladovine uključuju vrenje i doviranje (dozrijevanje) piva u jednoj posudi, koja se prema svom obliku naziva cilindrično konusni fermentor (CKF) (slika 2).

CKF je izrađen od nehrđajućeg čeličnog lima. Konusni dio fermentora (kut konusa najčešće između 60 i 75°) služi za sakupljanje i lakše izdvajanje kvasca nakon završenog glavnog vrenja. Promjer fermentora je obično 5 do 10 m, a visina 20 do 40 m. Sladovina se u fermentorima inokulira (nacjepljuje) čistom kulturom odabrane vrste kvasca koji provodi alkoholnu fermentaciju, pri čemu se fermentabilni šećeri prevode u alkohol i CO₂, kao osnovne produkte te ostale produkte alkoholnog vrenja koji utječu na formiranje arome i okusa (organske kiseline, viši alkoholi, esteri, aldehidi, ketoni). Vrijeme dozrijevanja razlikuje se ovisno o vrsti piva, pri čemu se tijekom tog vremena ne povećava značajnije udjel etanola, ali se povećava udjel estera te se razvija aroma i okus piva.



Slika 1 – Pregled tehnologije slada i piva (prema Bamforth, 2017.)

Završne tehnološke faze u proizvodnji piva uključuju koloidnu i biološku stabilizaciju piva, filtraciju te punjenje piva u ambalažu. Prema vrsti kvasca korištenog za fermentaciju sladovine, piva se mogu podijeliti na piva gornjeg vrenja, piva donjeg vrenja, afričko pivo i spontano prevrela piva. Dvije osnovne vrste kvasca koji se koriste su *S. cerevisiae* i *Saccharomyces pastorianus* (prije poznat i kao *S. carlsbergensis*).⁴

Za proizvodnju **piva gornjeg vrenja** (engl. Ale) koriste se sojevi vrste *S. cerevisiae*, pri čemu temperatura fermentacije iznosi od 10 do 25 °C. Ovi kvasci nazivaju se kvascima gornjeg vrenja, jer nakon fermentacije isplivaju na površinu mladog piva. Fermentacijom sladovine s kvascima gornjeg vrenja nastaje pivo s većim udjelom estera, što daje ovim pivima karakterističan okus. Koriste se za proizvodnju ale piva, crnih piva Porter i Stout, njemačkog Altbier, Kölsch i pšeničnog piva.

Piva donjeg vrenja ili **lager piva** dobivaju se fermentacijom pivske sladovine pomoću različitih sojeva čiste kulture kvasca *S. pastorianus*, pri čemu temperatura fermentacije iznosi od 9 do 18 °C. Pri navedenim temperaturama ovi kvasci rastu sporije od kvasaca gornjeg vrenja, nastaje manje pjene te se talože na dno fermentora nakon završene fermentacije. Mlado pivo se nakon procesa vrenja odvaja od istaloženog kvasca te odležava jedan do tri ili više tjedana u ležnim tankovima pri 0 do 1 °C. Lager piva su piva koja se najviše konzumiraju širom svijeta, a vrste lager piva razlikuju se po nijansi boje (od svijetložute do crvenosmeđe), punoći okusa i aromi.

Afričko pivo je manje poznata vrsta piva, koje se proizvodi od prošenog slada pomoću kvasca *Schizomyces pombe*.

Spontano prevrela piva su proizvod divljih sojeva kvasaca koji dospijevaju u sladovinu iz zraka ili sa zidova prostorija i posuda.

Osim podjele prema vrsti kvasca, piva se mogu podijeliti i prema masenom udjelu ekstrakta (suhe tvari) u sladovini (slaba, standardna, specijalna, dvostruko sladna, ječmena vina), prema glavnoj sirovini za proizvodnju sladovine (ječmeni, pšenični, raženi slad), prema boji (svijetla, tamna i crna) te prema volumnom udjelu alkohola (bezalkoholna, mali udjel alkohola, standardna, jaka i ječmena vina).

Osim industrijskih piva proizvedenih u velikim pivovarama, sve veći dio tržišta obuhvaćaju i piva proizvedena u zanatskim (engl. *craft*) pivovarama. Zanatskim pivovarama označavaju se pivovare koje su neovisne (nisu dio velikih pivarskih korporacija), često su manjeg kapaciteta te proizvodnju temelje na tradicionalnom načinu proizvodnje piva, ali i upotrebom netradicionalnih sirovina, što ih čini inovativnima.⁶ Piva zanatskih pivovara obično imaju nešto veći udjel ekstrakta od industrijskih piva, a često se i u boci još odvija naknadno vrenje koje traje do otvaranja piva. Mnoge zanatske pivovare ne provode filtraciju i/ili pasterizaciju konačnog proizvoda, što sve utječe na bolje zadržavanje biološki aktivnih tvari (poput polifenola) osjetljivih na povišenu temperaturu i sklonih oksidaciji.⁷ Inovativnost i kreativnost, kako u proizvodnji, tako i u ambalaži i marketingu, česta su odlika zanatskih pivovara, kao i njihova povezanost s lokalnom zajednicom te bliskost s ciljanim skupinama potrošačima.

Osim pristupačne cijene i vrlo ugodnog okusa i arome, pivo svoju popularnost može zahvaliti i različitim pozitivnim zdravstvenim učincima koji se pripisuju umjerenom uživanju ovog osvježavajućeg pića. Za blagotvoran učinak na zdravlje ljudi zaslužan je kemijski sastav piva. Voda, etanol, CO₂ i neprevreli dio ekstrakta (suhe tvari) slada čine glavne sastojke piva. Udjel vode u pivu iznosi 89 do 93 %, ovisno o vrsti piva. Koncentracija suhe tvari u sladovini od koje je pivo proizvedeno te stupanj prevrenja određuju udjel etanola u pivu, koji ovisno o vrsti piva iznosi od 3 % (bezalkoholna piva) do više od 8 % (ječmena vina). O sastavu ekstrakta ovisi punoća

okusa piva. Kemijski sastav ekstrakta ne ovisi samo o vrsti slada, nego i o načinu proizvodnje sladovine i vođenja fermentacije. Ekstrakt piva pretežno čine ugljikohidrati (75 do 80 %), dušikovi spojevi (6 do 9 %) i ostali anorganski i organski (4 do 5 %) sastojci. Od anorganskih sastojaka, pivo je bogato magnezijem, kalijem, silicijem i fosforom. Organski sastojci prisutni u pivu uključuju glicerol (odgovoran za punoću okusa), beta glukane, vitamine B skupine (niacin, riboflavin, piridoksin, kobalamin, folna kiselina), polifenole i druge. Pivo je bogato različitim skupinama polifenola od koji su najznačajniji tanini (posebno u tamnim pivima), fenolne kiseline, flavoni, flavonoli i proantocijanidi. Većina polifenolnih spojeva u pivu podrijetlom je iz slada, no oko 30 % dolazi iz hmelja.⁷ Osim snažnog antioksidacijskog potencijala, svi ovi spojevi imaju važnu ulogu u formiranju okusa i arome piva, posebno gorčine i trpkosti. Također, polifenoli imaju značajan utjecaj i na stabilnost piva. Upravo zbog prisutnosti polifenola u pivu, očuvanje koloidne stabilnosti i ujednačenosti okusa je veliki tehnološki izazov. Zbog reakcija između proteina i polifenola dolazi do koloidne nestabilnosti piva, što značajno ograničava rok trajanja piva. Koloidnu nestabilnost će dodatno potaknuti prisutnost kisika, visoka temperatura i izloženost svjetlu, stoga je najbolje pivo čuvati u tamnim staklenim bocama, zatvoreno, u hlađenim prostorijama.

Zdravstveni učinci umjerenog i odgovornog uživanja piva na ljudsko zdravlje uključuju smanjeni rizik od kardiovaskularnih bolesti, smanjenje razine stresa (što pozitivno utječe na zdravlje srca), smanjenje mogućnosti infekcije želučane sluznice bakterijom *Helicobacter pylori*, pozitivan utjecaj na hormonski status žena u menopauzi (zbog prisutnosti izoflavona) i potencijalni antikancerogeni učinak, diuretsko djelovanje (poticanje mokrenja i ublažavanje poteškoća u radu bubrega i mjehura), smanjenje mogućnosti nastanka bubrežnih kamenaca, poticanje laktacije u dojilja i drugo. Blagotvoran učinak piva na zdravlje povezan je i s gorkim tvarima koja dolaze iz hmelja, a pripisuje im se sedativni učinak, kao i s brojnim spojevima iz skupine polifenola koji imaju dokazano protuupalno, protualergijsko i antikancerogeno djelovanje.⁸



Slika 2 – Cilindrično-konusni fermentor za vrenje i dozrijevanje piva

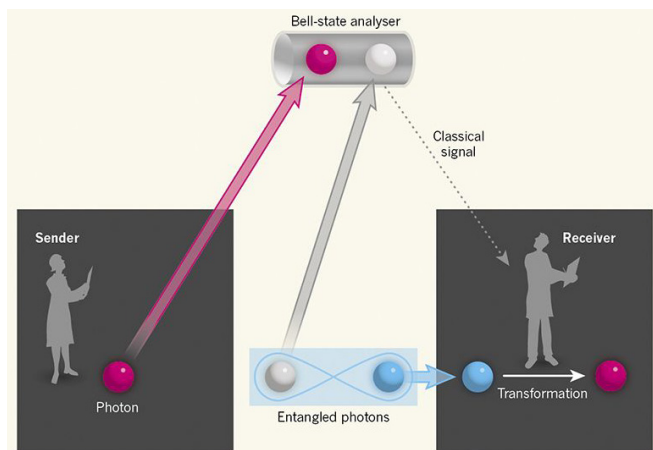
Literatura

1. Meussdoerffer, F. G. (2009). A Comprehensive History of Beer Brewing. U Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets. Eßlinger H. M. (ed.), WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
2. Marić, V. (2009) Tehnologija piva, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac.
3. Pravilnik o pivu, Narodne novine 46/07, 84/08, 55/11, 142/11 i 141/13.
4. Bamforth, C. W. (2017) Progress in Brewing Science and Beer Production, Annu. Rev. Chem. Biomol. Eng. 8:8.1-8.16.
5. Marić V., Nadvornik Z. (1995) Pivo – tekuća hrana, Prehrambeno-tehnološki inženjering, Znanstveno-stručna biblioteka, Zagreb.
6. <https://www.brewersassociation.org/statistics/craft-brewer-defined/>, pristupljeno 14. 5. 2019.
7. Collin S., Jerkovic V., Bröhan M., Callemien D. (2013) Polyphenols and Beer Quality. U: Ramawat K., Mérillon JM. (eds) Natural Products. Springer, Berlin, Heidelberg.
8. Bamforth, C. W. (2002.) Nutritional aspects of beer. Nutrition Research 22:227-237.

I Kvantna teleportacija

Hrvoje Tašner (FKIT)

Kvantna teleportacija možda zvuči kao pojam iz Zvezdanih staza i može se pomisliti da ćemo u budućnosti moći završiti s jednog mjesta na drugom u roku od sekunde. Međutim, ovaj naziv itekako zavarava jer se ne mogu prenositi fizički objekti već samo informacije i to na razini elementarnih čestica poput fotona, elektrona ili, u najboljem slučaju, atoma. Kvantnom teleportacijom mogu se prenositi informacije u obliku qubita, to jest jedinica kvantne informacije. Za razliku od "klasičnih" informacija, qubit ne može biti kopiran ili uništen. To svojstvo je jedan od temelja kvantne teleportacije. Fenomen kvantne teleportacije temelji se na kvantnom sprežanju (eng. *quantum entanglement*). Informacija o kvantnom stanju spregnutih čestica poput spina šalje se između dva promatrača bez prenošenja tih čestica. Spregnute čestice se ne teleportiraju te proces nije trenutačan jer se informacija o promatranom svojstvu mora prenijeti klasičnim putem koji je ograničen brzinom svjetlosti.



Slika 1 – Prikaz principa kvantne teleportacije

Kvantno sprežanje je fizikalni fenomen do kojeg dolazi kada par ili grupa čestica bude stvorena ili dođe u interakciju tako da kvantno stanje pojedine čestice više ne može biti opisno neovisno o stanjima drugih čestica, bez obzira na kojoj se udaljenosti čestice nalazile. Mjerenjem nekog fizikalnog svojstva poput pozicije, količine gibanja, spina ili polarizacije izvedenom nad spregnutoj čestici, određena su i mjerena svojstva drugih spregnutih čestica. Primjerice, stvorimo li spregnuti par elektron-pozitron tako da im je totalni spin jednak nuli te izmjerimo da je spin elektrona paralelan smjeru vanjskog električnog polja, to jest da je jednak $+\frac{1}{2} * (\frac{h}{2\pi})$, mjerenjem spina pozitrona on će sigurno biti antiparalelan, odnosno bit će jednak $-\frac{1}{2} * (\frac{h}{2\pi})$. Ta pojava neovisna je o tome koliko su čestice međusobno udaljene pa ima i prividno paradoksalne posljedice. Mjerenjem svojstva, odnosno kolapsom valne funkcije jedne čestice dolazi do kolapsa valne funkcije druge čestice. Kvantno sprežanje je toliko nevjerovatno da ga je Einstein smatrao nemogućim te ga nazivao "jeziva radnja na udaljenosti" (eng. *spooky action at a distance*).

Zamislimo da Ana ima elektron u stanju C te tu informaciju želi poslati Brunu. Prvo moraju stvoriti par spregnutih elektrona sa stanjima spina A i B. Zatim razdvoje spregnute elektrone tako da Ana dobije A, a Bruno B. Ana mjeri stanje elektrona A i C, sprežući ih, a elektroni A i B više nisu spregnuti. Nakon toga šalje rezultat mjerenja Brunu klasičnom metodom komunikacije, na primjer laserom. Bruno tada mjeri spin elektrona B po istoj osi kao i Ana. Ana je mjerenjem raspregnula A i B te spregnula A i C. Ako Bruno zna koje stanje kojeg svojstva je Ana mjerila znat će na koji način je B raspregnut te ga može dovesti u stanje koje je elektron C imao na početku. Na ovaj način informacija o stanju C je teleportirana od Ane do Brune bez direktne interakcije ili razmjena čestica. Ana je uvijek imala čestice A i C, a Bruno je uvijek imao elektron B. Međutim važno je napomenuti da C više nije u istom kvantnom stanju kao i na početku jer bi to narušilo načelo zabrane kopiranja qubita.

Prvi znanstveni rad u kojemu je objašnjen princip kvantne teleportacije objavili su C. H. Bennett, G. Brassard, C. Crépeau, R. Jozsa, A. Peres i W. K. Wootters 1993. godine. Eksperimentalno je potvrđena 1998. godine na fotonima ali na maloj udaljenosti. Značajno povećanje udaljenosti teleportacije ostvareno je u kolovozu 2004. godine kada je uspješno proveden eksperiment kvantne teleportacije na udaljenosti od 600 m koristeći optička vlakna. Daljnjim eksperimentima udaljenost uspješne teleportacije sve se više povećavala. Do sada su najveću ostvarenu udaljenost 2014. postigli kineski znanstvenici, teleportirajući informaciju o spregnutim fotonima 1400 km pomoću satelita.

Iako se ovakvi eksperimenti čine daleko od praktičnih za svakodnevni život to nije tako. Kvantna teleportacija može se koristiti za internetsku sigurnost. Komunikacija između dva korisnika bila bi kriptirana spregnutim česticama te ako bi netko izvana htio presresti poruke došlo bi do razaranja spregnutog sustava te bi oba korisnika trenutačno znala o pokušaju presretanja komunikacije. Razvoj sigurnosnih tehnologija na temelju kvantnog sprežanja i teleportacije značio bi ogroman skok čime bi tradicionalne metode enkripcije postale zastarjele.



Slika 2 – Prikaz pokusa kvantne teleportacije na 1400 km koji su proveli kineski znanstvenici

Literatura

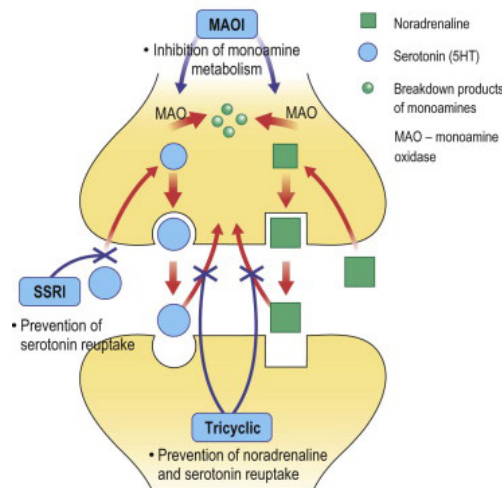
- <https://brilliant.org/wiki/quantum-teleportation/>
- <https://www.space.com/37506-quantum-teleportation-record-shattered.html>
- <https://web.archive.org/web/20081218105900/http://www.imit.kth.se/QEO/qucomm/DelD19QuComm.pdf>
- https://researcher.watson.ibm.com/researcher/view_group.php?id=2862

U suvremenom svijetu, dijagnoza depresije postavlja se sukladno psihijatrijskim kriterijima i dijagnostici, ali se i dalje temelji na anamnezi, tj. razgovoru s pojedinim bolesnicima te ju je teško precizno definirati. Veliki depresivni poremećaj (engl. *major depressive disorder*, MDD) je poremećaj raspoloženja obilježen kontinuiranim osjećajem tuge, nezadovoljstva te gubitka energije i interesa za velik broj aktivnosti koji traje najmanje dva tjedna.

Za liječenje MDD-a, ali i brojnih drugih bolesti upotrebljavaju se antidepresivi koji imaju velik učinak na središnji živčani sustav, ali i na ostale organe u ljudskom tijelu. Antidepresivi su, prema informacijama iz Centra za kontrolu i prevenciju bolesti SAD-a iz 2007. godine, bili najpropisivanija skupina lijekova. Problem koji je u društvu nedovoljno razjašnjen, tj. ne smatra se ozbiljnim koliko bi trebao, javlja se kada bolesnici s takvim poremećajima, uz uporabu lijekova, konzumiraju i alkohol.

Alkohol je piće koje se danas konzumira u velikim količinama i najčešće je zlorabljeno sredstvo ovisnosti zbog činjenice da poput ostalih sedativa, tj. sredstava s umirujućim učinkom, u malim količinama potiče osjećaj ugone i euforije te ima anksiolitički učinak, odnosno smanjuje tjeskobu. Ove efekte ostvaruje djelovanjem na velik broj proteina u središnjem živčanom sustavu (SŽS) kojima pripadaju ionski kanali, enzimi ili receptori za stanične signalne molekule, tj. neurotransmitere (npr. inhibicija glutamatnih NMDA receptora, poticanje djelovanja inhibicijskog neurotransmitera GABA na GABAA receptore...), opioide itd. Zbog mehanizama preko kojih djeluje, akutno konzumiranje veće količine alkohola ili kronično pijenje će uzrokovati razne nuspojave u SŽS-u, kao što su usporeno reagiranje na podražaje, poremećaj motoričke funkcije, nerazgovjetan govor, povraćanje, poremećaje stanja svijesti od somnolencije (pospanosti) do stanja kome, depresije disanja i smrti pri visokim koncentracijama. Osim djelovanja na SŽS, etilni alkohol je toksičan i za jetru, kardiovaskularni sustav (srčana insuficijencija i aritmije, povišen krvni tlak...), imunostani sustav i mnoge druge.¹

Antidepresivi su raznolika skupina lijekova od kojih većina djeluje preko potenciranja funkcija monoaminskih neurotransmitera noradrenalina i serotonina (5-hidroksitriptamina, 5-HT; u narodu često nazivan „hormonom sreće“).² Otkrićem mehanizma djelovanja tih lijekova i proučavanjem patofiziologije velikog depresivnog poremećaja nastala je monoaminska hipoteza koja najvažnijim čimbenikom za nastanak depresije smatra smanjenu količinu ili funkciju neurotransmitera iz skupine biogenih amina (noradrenalin, serotonin, dopamin) u sinaptičkoj pukotini, prostoru između dva neurona gdje se neuroprinosnici moraju naći kako bi prenijeli živčane signale iz jednog neurona u drugi. Premda monoaminska hipoteza ima mnogo uvjerljivih dokaza, svođenje uzroka MDD-a na samu manjkavost monoamina ipak se smatra prejednostavnim.



Slika 1 – Mehanizmi djelovanja nekih skupina antidepresiva na povećanje količine neurotransmitera u sinapsi

Danas najčešće propisivana skupina antidepresiva, odnosno lijekovi prve linije za liječenje MDD-a s najmanje nuspojava pripada skupini selektivnih inhibitora pohrane serotonina (SSRI) koja je otkrivena 80-ih i 90-ih godina prošloga stoljeća. Oni blokiraju ponovnu pohranu (*re-uptake*) serotonina iz sinapse natrag u živčani završetak iz kojeg se otpustio i tako povećavaju njegovu koncentraciju u sinapsi te je zbog toga njegov učinak dugotrajniji. Uz njih, u lijekove prve linije ubrajamo i neselektivne inhibitore pohrane monoamina (engl. *serotonin-norepinephrine reuptake inhibitors*, SNRIs) koji upravo zbog svog efekta na povećanje razine noradrenalina pojačavaju i njegovo djelovanje na druge organe te zbog toga imaju i više nuspojave.¹ Skupine tricikličkih antidepresiva (TCA) i MAO-I, tj. inhibitora monoaminoooksidaze, enzima koji razgrađuje serotonin i noradrenalin te time onemogućuje njihov izlazak u sinapsu i djelovanje, zbog svojih nepoželjnih učinaka te potencijalne smrtnosti pri predoziranju, danas se smatraju lijekovima druge ili treće linije u liječenju depresije, tj. postaju lijekovi izbora kod depresije koja je rezistentna na ostale skupine antidepresiva.³

Triciklički antidepresivi su najstarija skupina antidepresiva otkrivena 1950-ih godina koji osim djelovanja na noradrenalinske i 5-HT receptore, djeluju i na mnoge druge, npr. blokatori su acetilkolinških receptora, histaminskih H₁ i alfa-1 adrenergičkih receptora. Upravo zbog svoje neselektivnosti često uzrokuju neželjene učinke, a posebno ako se kombiniraju s drugim antidepresivima, alkoholom i ostalim depresorima SŽS-a. Ostale skupine antidepresiva su blokatori 5-HT₂ receptora koji osim antidepresivnog imaju i učinke na smanjenje tjeskobe i simptoma psihoza (obrnuto tvarima koje na isti receptor djeluju aktivacijski i izazivaju halucinacije i anksioznost, npr. LSD i meskalin) te monociklički i heterociklički koji imaju razne mehanizme djelovanja te je njihova farmakologija vrlo složena i nedovoljno poznata.¹

Nepovoljne posljedice koje se javljaju pri zajedničkom konzumiranju antidepresiva s alkoholom su raznolike i zahvaćaju mnoge organske sustave, a ne samo središnji živčani sustav i nastaju zbog mnogo razloga. Jedan od

principa nastajanja posljedica je sama činjenica da je etanol kemijski spoj s depresivnim učinkom na SZS (blokiranjem glutamatnih NMDA receptora i pojačanim djelovanjem inhibicijskih GABA neurotransmitera, čime se usporava prenošenje živčanih impulsa u mozgu i onemogućuju razne funkcije živčanog sustava) te se njegovim djelovanjem poništava oprečno djelovanje antidepresiva i osoba se može osjećati još depresivnije i anksioznije.¹

Budući da se antidepresivi metaboliziraju (razgrađuju) u jetri preko enzima iz skupine citokroma P450 (CYP3A4, CYP2D6...), a kronična konzumacija alkohola potiče razgradnju mnogih lijekova jetrenim citokrom P450 enzimima, pijenje alkohola može inducirati biotransformaciju lijeka te tako smanjiti njegov učinak. Velike količine alkohola u kombinaciji s drugim lijekovima, uključujući i antidepresive, mogu uzrokovati i toksična oštećenja jetre. Alkohol to ostvaruje povećanjem količine masti (triglicerida) u jetrenim stanicama, njihovom povećanom sintezom, smanjenom razgradnjom ili mobilizacijom iz potkožnog masnog tkiva. Lijekovi oštećuju jetrene stanice ili izravnim toksičnim učinkom ili to čini naš imunski sustav u odgovoru na lijek, odnosno njegove metabolite koje jetra stvori pri razgradnji.

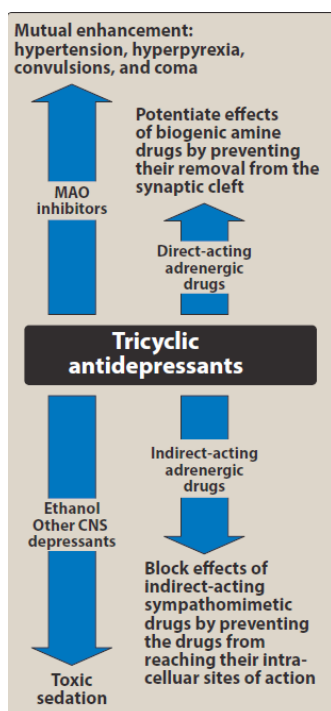
Nadalje, alkohol zbog svog uspavljujućeg učinka pogoršava neželjene učinke mirtazapina, jednog od heterocikličkih antidepresiva. Nuspojave mirtazapina nastaju njegovim snažnim blokatorskim učinkom na histaminskim H1-receptorima zbog kojeg ima sedirajuće djelovanje, uzrokuje pospanost, vrtoglavicu, zbunjenost, poteškoće razmišljanja, prosuđivanja, motoričkih sposobnosti i koordinacije. Ove posljedice imaju vrlo negativan utjecaj na upravljanje vozilima ili obavljanje drugih poslova koji zahtijevaju fokus i pažnju te ishod može biti fatalan. Trazodon (antagonist 5-HT₂ receptora)

je antidepresiv koji se, osim za MDD, upotrebljava i za poremećaje spavanja pa će u kombinaciji s alkoholom zbog svog umirujućeg učinka, kao i mirtazapin uzrokovati poremećaje pažnje, koncentracije i koordinacije pokreta.⁵ Triciklički antidepresivi blokiranjem H1-receptora uzrokuju sedaciju koju alkohol dodatno pojačava, blokiranjem alfa-1 noradrenergičkih receptora uzrokuju nizak krvni tlak u ležećem položaju što se pogoršava širenjem krvnih žila koje etanol izaziva. Štoviše, i etanol i TCA uzrokuju srčane aritmije.¹

MAO inhibitori imaju neželjene učinke u kombinaciji s alkoholnim pićima koja u sebi sadrže aminokiselinu tiramin (npr. crno vino, pivo...) zbog toga što oni sprječavaju njegovu razgradnju. Tiramin potiče otpuštanje noradrenalina iz živčanih završetaka te time pojačava njegove učinke, npr. porast krvnog tlaka, a i sam etanol uzrokuje hipertenziju pa se kod bolesnika povećava rizik nastanka moždanog udara ili infarkta srčanog mišića.¹

Prema istraživanju profesora D.B. Menkesa i A. Herxheimera, dokazano je da interakcija SSRI-a ili bupropiona (monocikličkog antidepresiva) s alkoholom u oko 50 % ispitanika uzrokuje patološko trovanje koje se očitovalo brojnim slučajevima nasilja, pokušaja ili izvršenog ubojstva ili samoubojstva, nenamjernim spolnim odnosima te drugim štetnim ili posramljujućim ponašanjem u društvu. Kod polovice intoksiciranih istaknula su se oštećenja pamćenja.⁶

Navedeni pokazatelji sugeriraju da interakcije alkohola i lijekova kao što su antidepresivi mogu rezultirati, ne samo blagim posljedicama poput pospanosti, neuspješno liječene depresije ili smanjenja koncentracije, nego i brojnim fatalnim posljedicama. Osim na središnji živčani sustav, mogu uzrokovati zatajenja jetre, srca, mozga, dišnog sustava te svi ti učinci posljedično mogu dovesti do smrti pacijenta. Bolesnici s MDD-om često ne razmišljaju o posljedicama konzumacije alkohola jer očekuju smanjenje depresije ili tjeskobe koje je, nažalost, kratkotrajno i nastaje kod malih doza, ali posljedice do kojih konzumacija alkohola uz lijekove može dovesti su vrlo ozbiljne i pacijent ne može biti siguran u kojoj količini mogu biti izrazito toksične i pogubne za njegov život.



Slika 2 – Toksični učinci, tj. nuspojave nastale interakcijama tricikličkih antidepresiva s ostalim lijekovima i alkoholom

Literatura

1. Katzung B., G., Masters S., B., Trevor A., J. (2011). Temeljna i klinička farmakologija. Zagreb: Medicinska naklada.
2. Wharen K. (2014). Lippincott Illustrated Reviews: Pharmacology 6th edition. Philadelphia: Wolters Kluwer Health.
3. NHS, Antidepressants Overview (2018). Preuzeto s <https://www.nhs.uk/>. Posjećeno 10.5.2019.
4. Hall-Flavin, D. (2017). Antidepressants and alcohol: What's the concern? Preuzeto s https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/depression/expert-answers/antidepressants-and-alcohol/faq-20058231?fbclid=IwAR0p5YNCOPXBHhuXKFQeHlaoNhBKUAptn3Cl6Augp17TR4T2SJKB-_Mqbcw. Posjećeno 10.5.2019.
5. Drugs.com (2019). Preuzeto s <https://www.drugs.com/>. Posjećeno 10.5.2019.
6. Herxheimer, A., Menkes, D. B. (2014). Interaction between antidepressants and alcohol: Signal amplification by multiple case reports. The International journal of risk & safety in medicine, 26(3), 163-170. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25214162>. Posjećeno 10.5.2019.

I Obojeni dijamanti

Valentino Golub (FKIT)

Dijamant je alotropska modifikacija ugljika, kod koje je svaki atom ugljika okružen sa četiri susjedna ugljika. Svaki ugljik u dijamantu je sp^3 hibridiziran, kut između dvaju ugljikova atoma iznosi $109,5^\circ$ koji je karakterističan za tetraedar. Dijamant je najtvrdi prirodna tvar. Zbog sparenosti svih elektrona, dijamant nije u mogućnosti stvoriti dvostruke veze i zato ne provodi struju. Nedostaci u kristalnoj rešetki dijamanta mogu modificirati način na koji prolazi svjetlo. Oni mogu uzrokovati da kristal selektivno prenosi neke valne duljine svjetlosti i selektivno apsorbira druge valne duljine svjetlosti. Budući da svaka valna duljina svjetlosti odgovara drugoj boji, selektivni prijenos i apsorpcija određuju vidljivu boju dijamanta u oku promatrača.

Obojeni dijamanti su dijamanti koji imaju primjetnu boju tijela kada se gledaju licem prema gore. Smeđa i žuta su najčešće boje prirodnih dijamanta. Dijamanti s prirodnom ružičastom, plavom, narančastom, zelenom, crvenom i ljubičastom bojom tijela izuzetno su rijetki. Od 100 000 dijamanta, samo će nekoliko njih imati izuzetno rijetku boju.

Najpoznatiji rudnik za proizvodnju smeđih dijamanta je rudnik Argyle u Australiji, gdje je više od 80 % proizvedenih dijamanta smeđe boje. 2000. godine *Le Vian*, tvrtka za dizajn i proizvodnju nakita, kupila je dijamante u ograničenom rasponu smeđih boja. Dijamanti su obogaćeni sa legurom zlata crvene boje. Tvrtka je nazvala smeđe dijamante "čokoladnim".



Slika 1 – "Čokoladni" dijamant

Žuti dijamant s bogatom, čistom žutom bojom najvrijedniji je žuti dragi kamen na svijetu. Žutu boju uzrokuju male količine dušika koje se nalaze u kristalnoj strukturi dijamanta. U 19. stoljeću mnogi dijamanti žute boje proizvodili su se u rudnicima u Južnoj Africi. Kompanija Almazny Anabara otkrila je dijamantni kristal žute boje od 34,17 karata, koji je prikazan na slici 2 na svom nanosu Ebelyakh u Yakutiji u Sibiru.



Slika 2 – Žuti dijamant

Dijamanti poprimaju plavo obojenje zbog tragova bora u kristalnoj rešetki dijamanta, izuzetno su rijetki. 2018. došlo je do otkrića da su plavi dijamanti nastali pri tlakovima jednakim dubinama od najmanje 410 do 660 kilometara i sadržavali su inkluzije koje su se mogle dobiti samo iz materijala u oceanskoj kori. Dijamant *Hope* najpoznatiji je plavi dijamant na svijetu, težak 45,52 karata.



Slika 3 – Dijamant Hope

Dijamanti s prirodnom zelenom bojom razvili su tu boju dok su bili u stijenama koje su sadržavale male količine radioaktivnog materijala poput uranija ili torija. Propadanjem radioaktivnog materijala, emitirano je zračenje koje je prodrlo u obližnji kristal dijamanta. Kada ova vrsta zračenja uđe u dijamant, ona može izbaci elektrone ili ugljikove atome iz svog položaja u kristalnoj rešetki. Izrazito su rijetki. *Dresden Green* je prirodni zeleni dijamant od 41 karata s ujednačenom zelenom bojom.



Slika 4 – *Dresden Green* dijamant

Ružičasti dijamanti dobili su svoju boju zbog pomaka ugljikovih atoma u kristalnoj rešetki. Prolaskom svjetlosti kroz kristal, crveno svjetlo selektivno se prenosi te izgleda ružičasto kad je selektivni prijenos slab. *Argyle Isla* je 1,14-karatni crveni dijamant miniran iz rudnika Argyle u Zapadnoj Australiji. To je jedan od najvrijednijih dijamanta na svijetu gledajući cijenu dolara po karatu.



Slika 6 – *Argyle Isla*

Ljubičasta je najrjeđa prirodna boja u dijamantima. Uzrokovana je zamjenom ugljika sa vodikom u kristalnoj rešetki dijamanta. Dosad je pronađeno manje od 100 karata grubog ljubičastog dijamanta. *Argyle Liberte* je 0,91 karatni sivo-ljubičasti dijamant kojeg je izradila tvrtka Argyle u Zapadnoj Australiji.



Slika 5 – *Argyle Liberte*

Narančasti dijamanti su vrlo rijetki. Deformacije koje proizvode narančastu boju nisu određene sa sigurnošću te mogu varirati od jednog narančastog dijamanta do drugog. Nedostaci u narančastim dijamantima uzrokuju da selektivno apsorbiraju plavo svjetlo te selektivno prenose narančastu. Najveći narančasti dijamant na svijetu teži 14,82 karata, a prodan je za 35,5 milijuna dolara.



Slika 7 – Najveći narančasti dijamant



Inja Pavlič,
“Geometrija”



BOJE INŽENJERSTVA

Na kavi s izv. prof.
dr. sc. Vladimirom
Dananićem

Aleksandra Brenko

Izv. prof. dr. sc. Vladimir Dananić nositelj je kolegija Fizika I i Fizika II na preddiplomskom studiju Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije, kolegija Kvantna kemija na diplomskom studiju i kolegija Fizika i kemija nanostrukturiranih površina i materijala na sveučilišnom poslijediplomskom studiju. Profesor Dananić je iskusan predavač, a dvadeset njegovih znanstvenih radova bilo je objavljeno u stručnim domaćim i međunarodnim časopisima. Njegovo područje interesa obuhvaća vibracijsku spektroskopiju, aditive, polimere, reverznu osmozu, i mnogo što drugo.

Otkuda ste, kako ste došli do ovdje gdje jeste?

Ja sam iz zagrebačkog kraja, iz Svetog Ivana, i tamo sada i živim. Oduvijek sam se htio baviti tehnikom, ali to bilo samo rijetkima dostupno u moje vrijeme. Upisao sam željezničarsku srednju



Slika 1 – Izv. prof. dr. sc. Vladimir Dananić

školu, što je bilo poprilično bezglavo jer mojim krajem ne prolazi nikakva željeznica. Ali je bila tehnička škola. Baš kada sam završavao drugu godinu, došla je Šušarova reforma, ukidale su se gimnazije, sve je postalo srednje usmjereno obrazovanje pa sam ja iskoristio trenutak i upisao se u MIOC. Tamo sam stekao matematičku naobrazbu, to sam uvijek volio. Htio sam se baviti

računalima ali to je tada bilo još u povojima, tek se čulo za njih. Nakon MIOC-a sam umjesto matematike upisao fiziku. Odmah nakon završetka studija fizike zaposlio sam se na Institutu Ruđer Bošković, u Laboratoriju za nuklearne reakcije, gdje mi je mentor bio dr. Đuro Miljanić, ali tamo se nisam dugo zadržao. Bio sam više sklon matematičkom filozofiranju, elementarne čestice 'vamo tamo, onda je to bilo jako popularno. Dok sam spoznao da je to zabluda već je bilo kasno. Na Ruđeru sam bio tri mjeseca, nakon toga sam otišao na PMF na magistarski studij. Magistrirao jesam, trebao sam se početi pripremati za doktorat i onda sam spoznao da se u biti ne bavim ničime. Da je sve to fantazija, bila tada, a danas je još i veća samo što za to određene skupine dobivaju velike novce. Izašao sam iz toga, promijenio sam interesno područje i zainteresirao za fiziku čvrstog stanja, što je ipak bliže realnosti. Tada sam se bio „preselio“ iz jedne zgrade u drugu, s PMF-a na FKIT. Mentor mi je bio prof. Bjeliš, s PMF-a. To je bilo u ovo doba otprilike, prije točno 30 godina.

Kako sada izgleda zavod za fiziku?

Sada nas je četvero. Profesorica Volovšek, koja će uskoro otići u mirovinu. Onda asistent Vidak, odnosno više nije asistent, sada je doktorirao. I doktorica Movre Šapić koja je trenutačno na porodiljnom ali će se sada na jesen vratiti. Malen je zavod, mi smo na vašem fakultetu strano tijelo.

Prošle godine je na zavodu bila i asistentica Ivana Retkovic, gdje je ona sada?

Ona je bila na zamjeni za dr. Šapić. Htjela je ostati, i mi smo naravno svi bili za to ali joj žalost nismo mogli omogućiti trajnije zaposlenje. Šteta. koliko sam ja čuo, ona se zaposlila u banci. To vam je poznata stvar, da ljudi tog profila, matematičari, fizičari često nalaze zaposlenja u financijskom sektoru.

Možete li reći čime se Vi bavite? Što su vibracijske analize?

To je jedan dio, da. Mi se time bavimo na zavodu koliko možemo ali smo ograničeni resursima. Stanje je neusporedivo napredovalo u zadnjih 20 godina ali što se tiče infrastrukture koja je nužna, mi uvijek dosta kasnimo. Ali imamo nešto. Vibracijskom analizom mjerimo vibracijske frekvencije za Ramanov spektar ili za infracrveni spektar i onda primjenom računa kvantne kemije dolazimo do rezultata koji uspoređujemo s eksperimentalnim podacima.

Primijenjena kvantna mehanika sada dolazi do izražaja. Takozvana kvantna kemija prije nije bila zadovoljavajuće moguća, da se tako izrazim, zbog nedostatka računalnih resursa. Sada to već nije tako. Sada postoje simulacije. A to je vrlo zgodna stvar jer vidite kako to izgleda u prostoru. Tako se na primjer mogu odrediti reakcijske koordinate – mjesta najotvorenija za reakciju.

Na što mislite kad kažete da je teoretska fizika fantazija? Na sukob nekih ideja kvantne mehanike sa zdravim razumom ili postojanje konfliktne teorije?

Kvantna mehanika je kontraintuitivna, ali nije nerazumna i nije fantazija, zato što funkcionira. Te stvari možete provjeriti. To je iznimno uspješna teorija stara 120 godina. I u klasičnoj fizici su postojali ozbiljni napori da se nađe formulacija Newtonovih zakona koja bi prikazala gibanje čestice kao valnu jednadžbu. Nedostajao im je samo jedan koračić, odnosno trebali su u jednome koraku uvrstiti da je energija proporcionalna frekvenciji. Do toga su bili došli još u devetnaestom stoljeću i početkom dvadesetog stoljeća. Čuli ste za Schrödingerovu jednadžbu. Djeluje neobično jer morate udružiti val i česticu, što se naizgled suprotstavlja, ali to nije problem. No, Schrödingerova jednadžba sadrži derivaciju po vremenu, što isto nije problem dok ne dođete do specijalne teorije relativnosti prema kojoj svaka čestica ima svoje vrijeme. I po kojem vremenu ćete derivirati? To je glavni problem. Tako da je primijeniti teoriju relativnosti na višečestične sustave nemoguće, jer nema relativističke višečestične Schrödingerove jednadžbe. Ne može postojati. Dakle teorija relativnosti je, u tom smislu, u konfliktu s kvantnom mehanikom.

Mislite li da smo blizu revolucije u fizici?

Pitate me ono što bih ja htio znati. Ali je, mora, ovo što imamo sada je slijepa ulica. Ograničenje koje je postavio Einstein da ništa ne putuje brže od brzine svjetlosti se mora odbaciti. Odnosno, tražiti druge mogućnosti a ne dogmatski se odnositi prema tome kao da je apsolutna istina.

Mora se riješiti još jedan teški problem a to su izvori energije. Tu stvari jako šepaju. To što se priča o zelenoj energiji - nisam ja protiv vjetrenjača, ali ne možete na tome temeljiti ono što bi ljudi htjeli. Ne možete maštati o svemirskim putovanjima na vjetrenjačama. Nuklearna energija dolazi u obzir, jasno. Samo, s fuzijskim procesom. Kontrolirana fuzija je dugotrajan problem u fizici. Kada bi se to riješilo moglo bi se računati na neka svemirska putovanja. Barem po Sunčevom sustavu. Eto, to su fantazije. Teorijska fizika danas se ne razlikuje od znanstvene fantastike.

Kada smo već kod znanstvene fantastike, koliko mislite da nam je Mars dostupan?

S ovom tehnologijom pogona, a to su kemijska goriva, moglo bi se doći do Marsa. Već su bile pokrenute inicijative gdje su se ljudi javili za jednosmjerno putovanje na Mars. Problem je vratiti se.

Mislite da će se ponovo pojaviti nešto poput etera u budućim teorijama?

Apsolutno. Napravljena je nekakva odioznost u vezi etera ali ne možete bez toga zapravo ništa. Nazovite to vakuumom u kojem kao nema ništa, ali opet ima. Nitko

nije uspio izbjeći to da nečega bude u vakuumu. To su ozbiljni problemi ali teorijska fizika je, ja vjerujem, otišla u zadnjih 100 godina pomalo u krivom smjeru.

Priklanjate li se kopenhaškoj interpretaciji kvantne mehanike?

Ima 9 formulacija kvantne mehanike. Najpoznatija je kopenhaška interpretacija, na koju se mnogi bune i htjeli bi ju izbjeći ali ne mogu. Postoji druga, koja je zauzela mjesto kao glavna alternativa, a to je Bohmova interpretacija kojoj je glavni cilj vratiti determinizam koji se izgubio kopenhaškom interpretacijom. Bohm je to uspio formulirati uz neke druge neobičnosti. Kao na primjer tako zvanim nelokalnim potencijalom. Kopenhaška interpretacija isto ne zadržava načelo lokalnosti, kao ni ostale, ali zadržava lokalni potencijal. Dakle, u Schrödingerovoj jednadžbi imamo funkciju koordinata neke čestice. Ta funkcija opisuje lokalni potencijal. Kad biste htjeli privesti Schrödingerovu jednadžbu na oblik koji bi bio bliže klasičnoj fizici onda ćete dobiti dodatni potencijal koji nije lokalan. Znači kako god okrenete imate problem.

Kakvo je vaše mišljenje o crnim rupama?

Tu su stvarno zabudjeli. Kakvog smisla ima da je masa milijun sunca sadržana u točki kojoj je volumen 0? To nema smisla i sigurno nije točno. Napravili su sliku s podacima iz 6 (ili 8) teleskopa i spojili ih nekim algoritmom i to izgleda kao krafna s rupom u sredini pa eto crna rupa. To je jedna od dugoživućih tvrdokornih zabluda koje jako smetaju razvoju fizike. Na to se troše

jako veliki novci a nema koristi od njih, ni spoznajne ni tehnološke.

Mislite li da ćemo ikada ostvariti kontakt s izvanzemalcima?

Postoje li, ja to ne znam. A i što meni može značiti to da negdje na nekom planetu udaljenom 10 000 svjetlosnih godina postoje neki inteligentni stvorovi, kada ne možemo izmjenjivati nikakve informacije. Zamislite, pošaljem pitanje „kako si?“ i za 20 tisuća godina dobijem odgovor „hvala na pitanju, dobro“.

Koji biste savjet dali svojim studentima?

Držite se zdravog razuma. Utjecaj ideologije na društvo uvijek je jak premda se danas misli da nije. Nemojte se suzdržavati od postavljanja najbanalnijih pitanja, jer tu ćemo svi biti napadnuti, i već jesmo. Jeste li čitali Orwellovu 1984? On je to napisao kao upozorenje, a ispalo je kao proročanstvo. Kad čovjek „izgubi kompas“, svatko mu može podvaliti što god hoće. Jasno je, bez poštenja i integriteta nema ničega, a trka za karijerom razara integritet, na to treba paziti. Jednom kad čovjek zažmiri na nešto što zna da nije istina onda će mu drugi put biti lakše, a treći put će mu to već biti normalno, to tako ide. Opasna je ideja da je sve relativno. Nije sve relativno, čak ni u teoriji relativnosti. Naravno, postoji jedan dio istine koji samo vi znate ali to sasvim sigurno nije ekvivalentno tvrdnji da istina nije spoznatljiva. Postoji istina i postoji laž. Nije to relativno.

Hvala profesore, na vašem vremenu i strpljenju.

| Pomalo o kromatografiji

Hrvoje Tašner

Kromatografija tehnika razdvajanja komponenata mješavina. Mješavina je otopljena u mobilnoj fazi koja ju nosi po stacionarnoj fazi. Zbog razlika u interakcijama između komponenata i stacionarne faze neke komponente će brže putovati od drugih te će doći do razdvajanja komponenata duž kromatograma. Ovisno o tome kakve se mobilna i stacionarna faza razlikujemo nekoliko vrsta kromatografije. Kromatografija omogućava vrlo učinkovito razdvajanje smjesa na komponente te se zbog toga ima široku primjenu u području analitičke te preparativne kemije ali i drugim poljima znanosti poput imunologije.

Začeci kromatografije sežu do proizvođača boja koji su testirali mješavine bojila uranjajući u njih filtarski papir ili tkanine. Boja se tada penjala po tkanini kapilarnim silama, a različiti pigmenti su putovali brže ili sporije stavlajući različito obojene pruge. Njemački



Slika 1 – Uređaj za preparativnu HPLC



Slika 2 – Uređaj za preparativnu plinsku kromatografiju (GC)

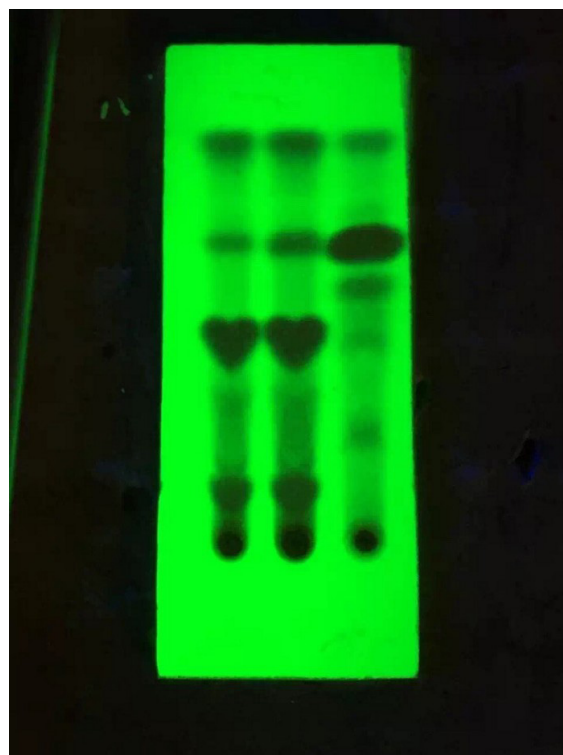
kemičari su prvi provodili ciljne eksperimente da bi proučili taj fenomen. Uočili su pojavu koncentričnih obojenih prstenova kada se na centar filtarskog papira kapne otopina anorganskih tvari. Friedrich Goppelsröder je 1861. napisao raspravu pod naslovom “ kapilarna analiza” u kojoj je opisao ovu metodu. Međutim, otkriće kromatografije pripisuje se ruskom botaničaru Mihailu Cvetu jer je prvi 1901. prepoznao fizikalno kemijsku podlogu fenomena te ju je sistematično primijenio za razdvajanje biljnih pigmenata, pretežito karotenoida i klorofila. Tehnika koju je Cvet opisao gotovo je ista kao i one koje se koriste danas.

Cvet je vertikalne staklene kolone punio s adsorbensima poput aluminijske oksida, silika gelom ili šećerom u prahu. Dodao je otopinu biljnih pigmenata na vrh kolone te isprao s organskim otapalom. Pigmenti nošeni otapalom su se razdvojili te su nastale obojene pruge pojedinih pigmenata odvojene bezbojnim područjima u kojima nije bilo pigmenata. Kromatografija je dugo bila nepoznata u Zapadnom svijetu jer je Cvet objavljivao ili u Njemačkim botaničarskim časopisima ili u Rusiji. Poznatija je postala tek 1931 kada su njemački kemičar Richard Khun i njegov student, francuski kemičar Edgar Lederer izvijestili korištenje kromatografije u istraživanjima bioloških materijala. Za značajan razvoj kromatografije zaslužni su Archer Martin i Richard Synge. Oni su razvili particijsku kromatografiju te su za to otkriće dobili Nobelovu nagradu za kemiju 1952. Kromatografija se razvila u niz tehnika temeljenih na istom fizikalno kemijskom fenomenu.

Danas postoji više tipova kromatografije. Tipovi kromatografije se mogu podijeliti prema nekoliko kriterija: prema geometriji, načinu rada, mehanizmu zadržavanja i agregatnim stanjima faza. Danas postoji čak 18 izvedbi kromatografije. Najpoznatije su tankoslojna

kromatografija, TLC, kromatografija na papiru, kolonska i plinska kromatografija, GLC. Prednost kromatografije je ta što je ona relativno jednostavna za izvođenje. Brzina gibanja tvari ovisi o jakosti interakcije tvari sa stacionarnom fazom. Tako će tvari kod koje je interakcija jaka zaostajati vezana na stacionarnu fazu te će imati malu brzinu gibanja. Također na brzinu utječe i masa molekula uzorka. Veće i teže molekule će se sporo kretati dok će one lakše biti bolje nošene otapalom. Svaka vrsta kromatografije sastoji se od dvije faze, stacionarne i mobilne. Stacionarna faza može biti cijev ispunjena nekim apsorbensom poput silika gela, aluminijske oksida ponekad kreda ili pločica presvučena apsorbensom ili filter papir. Mobilna faza mogu biti različita organska ili anorganska otapa ili pad plinovi u slučaju plinske kromatografije.

Zadaća mobilne faze je nositi uzorak duž stacionarne faze. koliko će mobilna faza dobro putovati po stacionarnoj fazi te koliko će dobro nositi uzorak ovisi o fizikalno kemijskim faktorima poput jakosti kapilarnih sila i polarnosti otapala i tvari u uzorku. Za identifikaciju tvari uspoređuje se vrijeme potrebno da pojedina tvar prođe kroz kromatografsku kolonu ili se uspoređuju put koji tvar pređe u nekom vremenu. Tako na primjer kod tankoslojne kromatografije govorimo o R_f vrijednosti koje je omjer pređenog puta tvari i prijenosnog puta otapala, fronte otapala. Različite tvari imat će različite R_f vrijednosti koje se uspoređuju s poznatom R_f vrijednosti standarda iz razlog što R_f vrijednost ovisi o stacionarnoj fazi, otapalu i temperaturi te je posebna za svaki sustav. Većina tvari je bezbojna ili se su tvari u uzorku slične boje pa je teško odrediti front. Da bi se fronte tvari učinile vidljivima koriste se kemijski agensi koji reagiraju s tvarima u uzorku i učine ih vidljivima ili se može



Slika 3 – TLC kromatogram fluorescira pod UV svjetlom

koristiti UV svjetlost pri čemu može doći do apsorpcije UV svjetlosti pa te je vidljiva tamna mrlja ili dolazi do fluorescencije te je vidljivo svijetlo područje.

Tipovi kromatografija kod kojih se putovanje uzorka prekida prije nego što dođu do kraja stacionarne faze spadaju u razvojnu kromatografiju. S druge strane, ako pad tvari iz uzorka dođu do kraja stacionarne faze govorimo o eluentnoj kromatografiji. Dok razvojnu kromatografiju karakterizira R_f vrijednost, eluentnu karakterizira vrijeme zadržavanja. Kromatografijom je osim identificiranja tvari moguće odrediti i količinu neke tvari. Kod metoda razvojne kromatografije količina tvari se određuje prema veličini mrlje na kromatogramu, a kod eluentne prema vremenu od početka do kraja doticanja tvari odnosno prema širini pika kada se radi instrumentalno. Klasificiranjem kromatografije prema agregatnim stanjima mobilne naspram stacionarne faze postaji više vrsta. Tako imamo plinske kromatografije plin-krutina i plin-tekućina. Tekućinske kromatografije su isključivo tipa tekućina-krutina.

Kromatografskim metodama moguće je razdvojiti različite ionske vrste, organske i anorganske molekule širokog raspona veličina uključujući i helij i vodik, a moguće je čak izdvojiti i čestice poput pojedinačnih stanica. U najboljim slučajevima kromatografski se može odvojiti nekoliko stotina nepoznatih tvari u uzorku nepoznatih koncentracija bez da se one kemijski promjene. Ovisno o osjetljivosti detektora mogu se otkriti tvari u koncentracijama u ppb (eng. *parts per billion*).

Kromatografija se koristi u analitičkoj kemiji za razdvajanje i identifikaciju komponenata uzoraka, u imunologiji za izdvajanje proteina i steroida. U preparativnoj organskoj kemiji kromatografija se koristi za izdvajanje željenih produkata.

Posebna vrsta kromatografije kiralna visoko učinkovita tekućinska kromatografija, *chiral HPLC*, omogućuje razdvajanje stereo izomera. To je iznimno značajno kod proizvodnje lijekova pošto jedan stereo izomer može imati ljekovita svojstva s drugi štetna. Kromatografija je primjenu našla čak i u prehrambenoj tehnologiji gdje se primjenjuje za određivanje količine pesticida, vitamina, šećera i drugi tvari s kojima prehrambeni proizvodi mogu doći u dodir ili mogu sadržavati.

Sve u svemu kromatografija je nevjerojatno svestrana i precizna metoda odvajanja tvari i identifikacije uzoraka te njen razvitak značio značajan napredak u mnogim znanstvenim i tehničkim disciplinama.

Izvori

1. <https://www.britannica.com/science/chromatography>
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5206469/>
3. Zvonimir Šoljić, Kvalitativna kemijska analiza anorganskih tvari, Zagreb, 2005.
4. <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/chromatography>



Inja Pavlič



STAND-UP KEMIČAR

| Fun facts

pripremio Leo Bolješić

- Havajski otoci se kreću prema Japanu nekoliko centimetara godišnje.
- Kada bi nosili grudu od 10 kg uranija-238, osjetili bi blagu toplinu. Međutim kada bi skupili dvije grude od 10 kg u jednu, došlo bi do eksplozije i kratera radijusa oko 50 metara.
- 3D printanje nije toliko nova tehnologija koliko ljudi često misle da je. Iznimno se popularizirala u ovome stoljeću jer je mnogo patenata vezanih uz 3D printanje bilo pred istekom.
- Pinovi za bankomat u početku su imali 6 znamenki. Međutim, izumitelj je morao smanjiti broj na 4, jer mu je supruga rekla da može zapamtiti samo toliko.
- Znanstvenici na MIT-u razvili su prototip FingerReadera, kamere koja se nosi na prstu, a omogućuje slijepim i iznimno slabovidnim ljudima da čitaju bez Brailleova pisma. Uređaj skenira i čita tekst na glas, prati pokrete i vibrira ukoliko su se maknuli od linije u tekstu.



| Vicevi

pripremio Leo Bolješić

- Tri statističara odu u lov i naiđu na jelena. Prvi puca, pogodi metar iznad. Drugi puca i pogodi metar ispod, na što treći kaže: „Jesmo ga!“
- Koja je astronautu najdraža tipka na tipkovnici?
– Space bar
- Koji je problem kada fizičar i biolog uđu u vezu?
– Među njima nema kemije.
- Kako nazivamo mikrobiologa koji je proputovao svijet?
– Čovjek od više kultura.
- Pita proton elektron: „Gdje si sad? Ja sam u centru!“
Elektron će na to : „Nisam siguran, ali mogu ti reći gdje vjerojatno jesam!“

 megapope

self driving cars aren't even hard to make lol
just program it not to hit stuff

 ronpaulhdwallpapers

```
if(goingToHitStuff) {  
  dont();  
}
```

These things are so hard to break



Habits

:N::N:

Biologist



Microbiologist



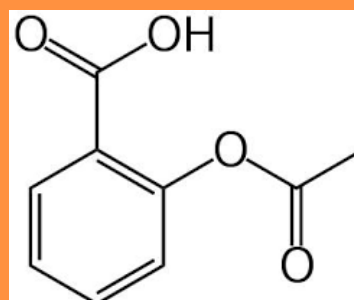
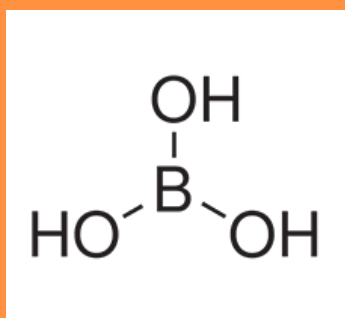
Molecular Biologist



Nagradni zadatak

Za osvajanje nagrade potrebno je točno odgovoriti na sva zadana pitanja.
Svoje odgovore pošaljite na e-mail adresu: mislav.matic00@gmail.com.

Imenuj navedene spojeve:





Inja Pavlič,
“Geometrija tijela”



Inja Pavlić

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



SADRŽAJ
vol. 3, br. 7

KEMIJSKA POSLA

Kemija u umjetnosti.....	1
Dobivanje boja kroz povijest	3
CSI: FKIT.....	4
COIL Projekt.....	5
Veliki uspjeh naših srednjoškolaca na 53. Međunarodnoj Mendeljejevoj kemijskoj olimpijadi.....	7
Sudjelovanje Studentske sekcije na 26. HSKIKI-ju	10

ZNANSTVENIK

Veličanstveno pivo.....	13
Kvantna teleportacija	16
Antidepresivi i alkohol	17
Obojeni dijamanti	19

BOJE INŽENJERSTVA

Na kavi s izv. prof. dr. sc. Vladimirom Dananićem.....	22
Pomalo o kromatografiji	24

STAND-UP KEMIČAR

Fun facts	28
Vicevi.....	28
Nagradni zadatak.....	29

