

OKTOBER 2022

ŠT. 2

ERLENMIYERICA

Kako je bilo kemijo študirati pred 70 leti?

Pogovarjali smo se z dr. Bogdano Kurbus - nekdanjo študentko FKKT

Med izpitnim v Peking

spominja naše študentke z zimskih olimpijskih iger

Erlenmayerica

Glasilo študentov Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani

Oktober 2022 | št. 2

Naklada:

300 izvodov

Glavni urednici:

Anamarija Agnič in Veronika Bračič

Ustvarjalci:

Anamarija Agnič, Veronika Bračič, Sara Drvarič Talian, Laura Gašperšič, Jernej Imperl, Meta Kodrič, Mitja Kostelec, Klara Klemenčič, Iva Klofutar, David Ribar, Aleš Ručigaj, Tilen Šimenko Lalič, Tanja Topič, Neža Žerjav

Recenzenti:

prof. dr. Helena Prosen, prof. dr. Miran Gaberšček, izr. prof. dr. Marko Novinec

Naslovnica:

Anamarija Agnič, Ema Agnič

Zadnja stran:

Veronika Bračič

Oblikovanje:

Ema Agnič

Tiskarna:

Prima d. o. o.

ISSN: 2820-3194

E-ISSN: 2820-526X

Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, ŠO FKKT, Erlenmayerica, Večna pot 113, Ljubljana

Glasilo je brezplačno in je namenjeno študentom UL FKKT. Natis je financirala Študentska organizacija Univerze v Ljubljani.

E-mail:

erlenmayerica@gmail.com

Kazalo

3	Uredniška beseda
4	Nagovor koordinatorke tutorjev študentov
5	1. PODOBE KEMIJSKE PRETEKLOSTI Na kavi s kemičarko "stare šole"
8	2. SPOZNAJMO Predstavitve kateder UL FKKT - 1. del
12	3. IZ STROKE IN PRVE ROKE I Določanje fitoestrogenov v pivu II Prelomnica v razvoju elektrokatalizatorjev za gorivne celice s protonsko prevodno membrano III Določanje biomarkerjev splošnega odziva v slini
24	4. ZNANSTVENI KOTIČEK Znanstveni kotiček z dr. Alešem Ručigajem
27	5. INTERVJU Bivša študentka FKKT Sara DrvaričTalian
28	6. PODOBE IZ TUJINE Izpitno obdobje na olimpijskih igrah
30	7. DOGAJALO SE JE Tehnologijada 2022
32	Izvenlaboratorijsko ustvarjanje
34	Razvedrilo

Draga bralka, dragi bralec,

ko na ljubljanskem mestnem avtobusu v jutranjih in popoldanskih urah ne naletiš več na prost sedež, ko začne v zaenkrat še neogrevanih študentskih domovih prihlinjeno zebsti, kajti ni še bilo tri dni zapored ob 21. uri namerjenih manj kot 12 °C, kar arbitrarno "požegna" otvoritev kurilne sezone, in ko se nič hudega sluteče zaveš, da imaš svoje nekoliko preveč optimistično izbrane poletne čevlje polne jesenske deževnice, veš, da se bodo tudi na FKKT vsak čas vrnili že prekaljeni študenti in premierno vkorakali nadobudni bruci; če bodo seveda stvari šle po »brezkoronski« sreči.

S pričetkom novega študijskega leta pa ne pozdravljamo le vas – študentk in študentov – in dolgo pričakovane otvoritve fakultetne jedilnice (JA!), pač pa tudi izid nove številke Erlenmayerice. Prispevki zanjo se namreč že od rane pomladi nalagajo in valjajo po predalih z vztrajnimi upi, da ugledajo neonske luči hodnikov fakultete. No, proti biokemijski lameli 2A pa morda celo tudi kako ultravijolično.



Fotografirala Iva Klofutar.

Jesenska številka prinaša pomembno novost za nas, študente, v njej so namreč prvič objavljeni trije strokovni članki, napisani s strani študentov naše fakultete v skladu s tipologijo dokumentov/del za vodenje v sistemu COBISS. Obravnavajo zanimive in aktualne tematike s področij kemije, biokemije in kemijskega inženirstva, ki bi vam – bralcem utegnile pritegniti pozornost in okrepčati možgančke. Na straneh oktobrske številke boste odkrili tudi dva intervjuja z bivšima študentkama FKKT – ene, ki je študij zaključila nedavno, in druge, od študijskega zaključka katere, je preteklo že kar nekaj let. Preberemo lahko o izkušnji naše študentke, ki se je napotila na Daljnji vzhod in s tekom na smučeh zastopala olimpijske slovenske barve. In to med izpitnim obdobjem. Svojo karierno pot nam je zaupal dr. Aleš Ručigaj, povzeli pa smo tudi nekaj dogodkov, ki so se dogajali na fakulteti. Na teh "erlenmayerskih" straneh je seveda mogoče izbrskati še vse kaj drugega.

Pomembna novost je tudi, da lahko študenti FKKT odslej Erlenmayerico prebiramo v spletni obliki, objavljena je namreč na spletni strani fakultete v razdelku "O fakulteti" pod zavihkom "Erlenmayerica".

Ker je Erlenmayerica z nastopom 2. številke uradno postala serijska publikacija, naj izkoristiva priložnost in k sodelovanju povabiva tako vse, ki bi si v prihodnje glasilo želeli soustvarjati s svojimi prispevki, pa tudi vse, ki bi jih utegnili zanimati delo v uredniškem odboru.

Sedaj pa le brž "potitriraj" svojo radovednost in preberi, kaj sva vam v Erlenmayerico tokrat skoncentrirali.

Anamarija Veronika

Anamarija Agnič in Veronika Bračič
glavni urednici Erlenmayerice



Fotografirala Klara Klemenčič.

Nagovor koordinatorke tutorjev študentov

Besedilo: Klara Klemenčič

Dragi bruci, pozdravljeni na Večni poti!



Fotografiral Amida, d.o.o.

Zagotovo se vam trenutno po glavi pletejo številne misli o študiju in o študentskem načinu življenja. Vse vam je novo in ne veste točno, kako pristopiti k izzivom nove življenjske poti. Ko sem bila jaz brucka, sem imela enako težavo. Kar bi takrat sama rabila slišati, je bilo le: "Ne si stvari preveč jemati k srcu." K situacijam pristopajte postopoma. Sklenite dobre stike s svojimi kolegi v letniku ter seveda s študenti drugih smeri. Izkoristite predavanja za pridobitev novega znanja (tudi če bo kdaj težko sedeti ure in ure) ter laboratorijske vaje za utrjevanje vaših praktičnih sposobnosti in odkrivanje raziskovalnega razmišljanja. Seveda pa se ne pozabite na trenutke tudi odklopiti od študija – kar lahko s ponosom povem je to, da imamo na naši fakulteti zelo dejavna ter odprta društva oz. skupnosti. Za bolj pestro študentsko življenje poskrbi Študentska organizacija FKKT z različnimi kvizi, zabavami, ekskurzijami in drugimi zabavnimi dogodki. Študentje, ki želijo postati glas svoje študijske smeri, so lepo vabljeni, da se preizkusijo v Študentskem svetu UL FKKT, kjer lahko predstavljajo svoj letnik ter zagovarjajo študentska mnenja in potrebe v različnih komisijah. Študentsko tutorstvo je dobro izhodišče za tiste, ki radi pomagajo drugim in želijo ostalim študentom olajšati študijske probleme ali ovire. Za bolj športne tipe študentov pa na naši fakulteti deluje tudi Športno društvo FKKT, kamor se lahko včlanite in izkoristite njihove programe ali pa se udeležite različnih športnih dogodkov.

Študij na naši fakulteti je res razgiban in zanimiv. Izkoristite vse priložnosti, ki vam bodo prišle naproti in se iz njih naučite čim več novih stvari – pa naj bo to nova kemijska reakcija, spoznavanje novih laboratorijskih pristopov ali pa preprosto le udeležba na odštekanih FKKT žurih. :)

PODOBE KEMIJSKE PRETEKLOSTI

1. Na kavi s kemičarko "stare šole"

Dr. Bogdana Kurbus je kemičarka stare šole – letos je namreč praznovala že častitljivih 90 let. Svojo kemijsko pot je začela, še preden je bila poznana prava struktura DNK in ko je bila misel na pipetiranje z usti vsakdanja. Je ena izmed redkih, ki je v tistem času vztrajala pri študiju ter se takoj po končani diplomi ni zaposlila v najbližji tovarni. V intervjuju sva obujali spomine na študijske dni, se smejali ob zanimivih anekdotah in se čudili nad razlikami med študijem kemije danes in nekoč.

Intervjuvala: Veronika Bračič

Kako se je vaša pot v kemijske vode sploh začela? So vas starši pri študiju podpirali?

Že tekem gimnazije me je pri pouku kemije profesor spodbujal, naj svojo pot nadaljujem v kemijski smeri. Moj oče je bil pravnik, ampak ni želel, da bi odšla po njegovih stopinjah. Ker so bili časi težki, so očeta predčasno upokojili, mama pa zaradi takratnega položaja žensk službe sploh ni imela. Tako je oče predlagal, naj se vpišem na srednjo tehnično šolo na kemijo – sprva nisem bila navdušena, vendar je včasih obveljalo to, kar so rekli starši. V enem letu sem opravila obveznosti vseh štirih let tehnične šole in maturo. Takrat sem spoznala, kaj pomeni biti kemijski tehnik. Nadalje sem se vpisala na fakulteto – ker mi tehnična kemija ni ustrezala, sem se vpisala na čisto kemijo – ta program so takrat imenovali prirodoslovna kemija. Starši so me pri študiju podpirali. Oče je bil intelektualec in si je želel, da bi tako jaz kot

moja sestra dosegli višjo izobrazbo. Čeprav je na začetku zaradi očetove predčasne upokojitve kazalo, da se bova morali obe kaj kmalu zaposliti, je na koncu naneslo tako, da sem se jaz vpisala na kemijo, moja sestra pa na medicino.

Koliko vas je bilo v letniku? So v razredu prevladovali študenti ali študentke?

Takrat nas je bilo na tej smeri samo 18, saj je večina šla na tehnično kemijo, ker so se želeli čimprej zaposliti v tovarni. V razredu so prevladovale študentke, saj so se fantje vpisali na tehnično smer, ki pa je imela takrat več kot 100 brucev. Od prvega letnika do zaključene diplome nas je od 18 ostalo 6. Po diplomi jih ni šlo veliko naprej na nadaljnji študij – doktorirali sva 2 iz istega letnika.

Kako je izgledal študij?

Na prirodoslovni smeri je bila čista kemija, v tem sem se bolj našla, vsaj v višjih letnikih. Za napredovanje v 2. letnik si moral nujno opraviti fiziko, matematiko in kemijo. Na svojo nesrečo sem med poletjem dobila zlatenico in sem bila v bolnišnici. Do septembra sem ležala in se veliko učila v postelji, ker sem

morala pri prof. Kuščerju opraviti še fiziko. Na ustnem izpitu sem bila hkrati s študentom Stankom Lorg-erjem, ki je bil izreden atlet in je bil leta 1952 ravno na olimpijskih igrah v Helsinkih. Sva se dogovorila, da mu pomagam, če bom lahko. Ko pa sva prišla na vrsto, sva bila samo midva v kabinetu s profesorjem in mu nisem mogla nič pomagati, zato izpita ni naredil. Prof. Kuščer ga je seveda okaral, kaj se potepa po svetu, ko bi se moral učiti. Seveda se mu niti sanjalo ni, da je bil na olimpijskih igrah! *smeh*

”
Na fakulteti smo imeli vse sorte profesorjev.

“
Kakšni so bili profesorji? So bili strožji?

Na fakulteti smo imeli vse sorte profesorjev – precej resen je bil prof. Dušan Hadži. Fizikalna kemija in termodinamika sta bila težja predmeta, ker sta ju predavala bolj zahtevna profesorja – Drago Leskovšek in Davorin Dolar. Prof. Leskovšek, ki je učil Fizikalno kemijo II, je pred celo predavalnico naznanil, da odhaja za 2 leti v Ameriko ter kdor bo tisti dan prišel

PODOBE KEMIJSKE PRETEKLOSTI

na ustni izpit, bo naredil. Ker se nihče ni javil, sem se jaz. Sem dobila nalogo iz optike, kar me je razveselilo, saj mi je ta snov šla. Izkazalo se je, da naloge nisem znala rešiti. Ko sem mu to povedala, mi je rekel, naj pridem spet čez 2 dni. V tem času sem vprašala vse njegove asistente, kako bi rešili in nihče ni znal. Po dveh dneh sem

”
Takrat se je zasmel in priznal,
“ da tudi on ne zna rešiti.

prišla in me je vprašal, če znam rešiti. Sem mu razložila, da sem vprašala vse asistente in nihče ne zna. Takrat se je zasmel in priznal, da tudi on ne zna rešiti. Mi je dal drugo vprašanje in sem naredila.

Na pisnem izpitu pri prof. Dolarju je moja noseča kolegica prosila, če bi ji lahko pomagala s kakšnimi rezultati, saj je morala izpit narediti pred porodom. Da bi lahko kaj prepisala, sva se usedli v zadnjo vrsto. Seveda se je profesor usedel direktno za nama. Ko sem rešila prvo nalogo, me je prof. Dolar vprašal, kakšen rezultat sem dobila. Ko sem mu odgovorila, je rekel, da je dobil drugače. Soglasno sva se strinjala, da bova oba še enkrat preverila svoj postopek. Čez par minut pa pravi: "Prav imate, jaz sem se zmotil."

Za organsko kemijo smo imeli prof. Marijo Perpar, ki je bila na trenutke pristranska. Ko je prišel na vrsto izpit za organsko, je bil najprej na vrsti moj sošolec. Zelo hitro je prišel ven, ker ni naredil izpita, je pa rekel, da naj grem jaz naslednja noter. To se mi takrat ni zdelo nič čudnega, saj smo se vsi poznali. Na izpitu sem dobila 10, potem pa sem vprašala sošolca, zakaj je zahtevala prav mene – sošolec mi je zaupal, da ni zahtevala mene, ampak je rekla, naj pride nekdo, ki kaj zna!

Res so bili različni profesorji. Veliko sem imela sreče, ampak veliko sem se pa tudi znala naučiti. Večino predmetov sem imela devet oziroma deset. Edina sedem, ki sem jo imela, je bila kristalografija. Imeli smo prof. Jožeta Duhovnika, ki je za izpit model kristala vrgel v zrak in ti si moral med metom določiti vrsto. To je bil seveda strah in trepet vseh študentov.

Fotografirala Anamarija Agnič.



Kako so izgledale laboratorijske vaje? Ste imeli digestorij?

Laboratorijske vaje so bile precej drugačne od današnjih – na naših vajah je bilo ogromno priprav, ki jih danes opravijo inštrumenti, mi pa jih takrat seveda nismo imeli. Imeli smo 1 lesen digestorij – vrata so šla gor, ali pa niso, odvisno od dneva. Takrat smo se vsi precej nahajali organskih topil.

So bila izpitna obdobja težka?

Seveda so bila, mar niso tudi danes?

V katero smer kemije ste se specializirali?

V anorgansko smer kemije. Sicer je prof. Marija Perpar venomer vztrajala, da bi se priključila organski skupini, tam diplomirala in ostala na fakulteti, ampak meni organska ni bila nič všeč, sem imela raje anorgansko.

Najbolj zabavna prigoda s študija na FKKT, ki vam je ostala v spominu?

Na laboratorijskih vajah smo dobili nalogo, da moramo praktično nekaj sintetizirati. Prof. Branko Brčić, ki je učil anorgansko kemijo, je takrat nadzoroval laboratorijske vaje. Vsi moji sošolci so že končali s svojim delom, meni pa nikakor ni šlo - po treh urah še kar nič ni nastalo. V navodilih je pisalo, da je treba snov streti. V tistem trenutku pride poleg prof. Brčić in vztraja, da naj bolj močno strem. Takrat je tako močno eksplodiralo, da je naju je oba vrglo nazaj! *smeh*

Kje se je izvajala večina predavanj in vaj?

Večino študija sem preživela na realki (današnja Vegova - Elektrotehniško-računalniška strokovna šola in gimnazija Ljubljana). Predavalnica se je nahajala v pritličju, laboratoriji in kabineti pa v kletnih prostorih. Spomnim pa se, da je bilo tam ogromno podgan.

Kaj se vam zdi, da je največja razlika med poklicem kemika nekoč in danes?

Dandanes je zagotovo močna podpora inštrumentov, hkrati pa se več naučiš. Mi smo se učili vse osnove na roke, kar danes nič prav ne pride.

Ste pri svojem delu uporabljali erlenmajerice?

Ja, smo! Uporabljali smo jih predvsem za titracije.

Kje ste se zaposlili po končanem študiju?

Po končani diplomi, ki sem jo naredila 1. 4. 1958, so mi na Kemijskem inštitutu Borisa Kidriča čez poletje ponudili delo. Ko se je moje poletno obdobje počasi iztekalo, me je mentor prof. Hadži začel prepričevati, naj ne hodim v industrijo in naj raje ostanem na inštitutu, saj sem bila v delu dobra. Takrat so bile še dirigitane službe in mi je bila po končani diplomi dodeljena služba v celjski tovarni Aero. Moji starši niso bili pretirano navdušeni. Tako je prof. Hadži predlagal, naj



ostanem na inštitutu, kjer mi bodo za delo plačali in vpišem magisterij. Tako sem ostala na magisteriju in se zaposlila na Kemijskem inštitutu - najprej samo zasilno, nato pa za stalno. Magistrirala sem leta 1975, doktorirala pa leta 1983.

Kako so bile nekdanje videti študentske zabave? Kje ste se zbirali?

Večinoma smo se zbirali na ljubljanski promenadi – med Namo in Tivolijem. Na zabavah smo pili domač jajčni liker, ki smo ga sami izdelovali, ali pa smo šli v delikateso Kham, ki je stala poleg Slovenske filharmonije. Tam so prodajali tudi pijače. Včasih smo imeli na zabavi kruh in salamo, enkrat pa celo bogato francosko solato.

Katere obštudijske dejavnosti so bile na voljo tekom vašega študija? S čim ste zapolnili čas ob študiju? V času mojega študija so bile glavne obštudijske dejavnosti športne aktivnosti. Med študijem sem najprej delala kot demonstratorica (asistentka) na Farmaciji in Organski kemiji II. Po končani diplomi pa sem ob študiju delala na Kemijskem Inštitutu – čas ob študiju sem si torej zapolnila z delom. V tistih časih na fakulteti ni bilo raznih društev, krožkov in podobnih zadev.

Kakšne karijerne priložnosti so se takrat odprle diplomiranemu kemiku?

Diplomiran kemik je bil povsod zaželen in bi te povsod vzeli, ampak če si diplomiral, te je povečini odneslo v profesorske vode. Že takrat pa sta bila Lek in Krka popularni izbiri.

Katera je bila tedaj najnaprednejša kemijska aparatura, dostopna za uporabo študentom na fakulteti? Na fakulteti mikroskop, kasneje, ko sem bila že v službi na inštitutu, pa spektrometer, pH-meter ter naprava za merjenje zeta potenciala.

Živite v lepih časih za študij in to izkoristite! Kemija ni težka, če jo razumeš, samo razumeti jo pa moraš!



Ste res pipetirali z usti? Se je kdaj pripetila kakšna nezgoda?

smeh Kakšno vprašanje! Seveda, kako pa? Vse smo pipetirali z usti. Enkrat sem morala na vajah odpreti steklenico z bromom in sem se polila po roki. V bolnišnici sploh niso vedeli, kako bi mi pomagal, ker je dežurni zdravnik prvič videl brom. Po tem dogodku se mi je več kot mesec in pol luščila roka, ker mi je brom razžrl kožo.

Kakšen je bil poudarek na varnosti pri delu tedaj?

Poudarek je bil slab. Imeli smo svoje laboratorijske halje in rokavice, ampak očal pa nikakor.

Kaj bi svetovali mladim študentom naše fakultete?

Živite v lepih časih za študij in to izkoristite! Kemija ni težka, če jo razumeš, samo razumeti jo pa moraš!



2. Predstavitev kateder UL FKKT - 1. del



Katedra za biokemijo

Zapisal prof. dr. Marko Dolinar,
predstojnik katedre



marko.dolinar@fkkt.uni-lj.si

Katedra skrbi za izvedbo študijskega programa Biokemija na vseh treh stopnjah študija.

Na katedri se ukvarjamo z encimatiko, celično, strukturno, molekularno in sintezno biologijo ter molekularno imunologijo. V zadnjem času od večje raziskovalne opreme pridobili fluorescenčni mikroskop za delo s celicami, kupujemo pa nov visokozmogljiv čitalnik mikrotitrskih plošč.

Osebna izkaznica:

Na naši katedri imamo trenutno 13 sodelavcev, od tega 8 na pedagoških delovnih mestih (od tega 7 z učiteljskim nazivom), 2 strokovna sodelavca in 5 raziskovalcev (vsi so tudi doktorski študenti). Štirje učitelji so na katedri dopolnilno zaposleni. Vsako leto na katedri opravi svoje diplomske in magistrske naloge v povprečju po 15 študentov vsake stopnje.

Aktualni projekti:

Na katedri za biokemijo sodelujemo pri izvedbi treh raziskovalnih programov (Strukturna biologija, Proteoliza in njena regulacija ter Toksini in membrane) in petih projektov, od katerih tri tudi vodimo (Miha Pavšič: Molekularni mehanizmi s kalcijem reguliranega α -aktinina; Marko Novinec: Uvedba kooperativnosti v peptidaze za izboljšanje njihove aktivnosti in uravnavanja; Marko Dolinar: Hierarhično sestavljanje DNA za napredno uporabo v proizvodnji biofarmaceutikov in celični terapiji – aplikativni projekt, pri katerem sodeluje biotehnoško podjetje Jafral).

"Erlenmajerice uporabljamo predvsem za gojenje gensko spremenjenih mikroorganizmov."



"Na AK študenti najbrž najpogosteje uporabljajo erlenmajerico za učenje titriranja na vajah, na predavanjih pa tehnik zelo pogosto uporabi erlenmajerico, opremljeno z Bunsenovim ventilom, za prikaz redukcij različnih prehodnih kovin z nascentnim vodikom."

Katedra za anorgansko kemijo

Zapisal prof. dr. Anton Meden,
predstojnik katedre



tone.meden@fkkt.uni-lj.si

V pedagoškem in raziskovalnem smislu je prvi predhodnik današnje katedre Inštitut za anorgansko kemijo, ustanovljen leta 1946 na Kemijskem oddelku tedanje Tehniške fakultete. Danes je katedra znana po koordinacijski kemiji in materialih za trajnostni razvoj, imamo zelo dobre aparature za določanje kristalne strukture snovi in termično analizo ter seveda znanje za uporabo teh aparatov. Na katedri se v sodelovanju z drugimi skupinami precej ukvarjamo tudi z biološko aktivnimi kovinskimi kompleksi. Zato člani katedre tudi v mednarodnem okolju med drugim sodelujemo pri organizaciji znanstvenih konferenc s področja kristalografije in termične analize. Znanje o teh in drugih metodah poleg znanj in veščin za sintezo spojin seveda z veseljem posredujemo študentom. Študenti, ki bi jih raziskovalno delo na katedri zanimalo, se lahko obrnejo na zaposlene neposredno, ali na predstojnika za dodatne informacije.

Aktualni projekti:

Na katedri večinsko izvajamo dva nacionalna raziskovalna programa, ki pa sta oba interdisciplinarna in vključujeta sodelavce z drugih kateder: Kemija za trajnostni razvoj in Napredna anorganska kemija.

V teku so raziskovalni projekti:

- Fotokatalitsko čiščenje vode - razvoj pritrjenih katalizatorjev in kompaktnih reaktorskih sistemov
- ZnO oplaščen s kovinami za fotokatalitsko odstranjevanje farmacevtskih onesnaževal
- Katalitsko in fotokatalitsko aktivni materiali za pretvorbo CO₂ v koristne produkte

Člani katedre smo vključeni tudi v različne mednarodne projekte (npr. COST).

Člani katedre sodelujemo z raziskovalnimi organizacijami v Sloveniji (Fakulteta za farmacijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Novi Gorici, Kemijski inštitut, Inštitut Jožef Stefan, Zavod za gradbeništvo in drugimi), gospodarskimi družbami (Lek, Krka, Eustone in druge) ter tujimi raziskovalnimi in izobraževalnimi ustanovami (Univerze v Braunschweigu, Birminghamu, Giessnu, Novem sadu, Osijeku, Ostravi, Padovi, Solunu, Zagrebu in druge).

Osebna izkaznica:

število pedagoških delavcev z učiteljskim nazivom: 15
število asistentov z doktoratom: 2
število doktorskih študentov: 9
okvirno št. diplomskih mest: 30-35
okvirno št. magistrskih študentov: 8-10
število trenutno zaposlenih raziskovalcev na katedri: 4

"Erlenmajerico, kot laboratorijski pripomoček najpogosteje uporabljamo pri nevtralizacijskih, obarjalnih, kompleksimetričnih in redoks titracijah"



GC-MS (Thermo Scientific Trace 1310/TSQ 9000)

Katedra za analizno kemijo

Zapisal prof. dr. Mitja Kolar,
predstojnik katedre



mitja.kolar@fkkt.uni-lj.si

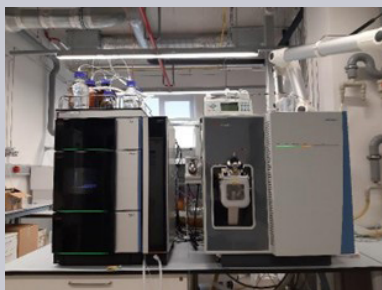
Temeljna dejavnost, s katero se ukvarjamo na Katedri za analizno kemijo UL FKKT, je razvoj novih analiznih metod, postopkov in instrumentov ter študij reakcijskih sistemov in ravnotežij v analizni kemiji. Med pomembnejša raziskovalna področja spadajo kromatografija, spektroskopija, elektrokemija, pretočna analiza, kemometrija ter avtomatizirana in robotizirana analiza. Katedra sodeluje s tujimi in domačimi univerzami in raziskovalnimi partnerji ter mnogimi drugimi organizacijami, prav tako sodeluje z industrijo, kar vključuje aplikativno raziskovanje in razvoj prototipov analiznih instrumentov ali pri izvedbi seminarjev in delavnic. V okviru katedre delujeta tudi Laboratorij za dediščinsko znanost Ljubljana (Heritage Science Laboratory Ljubljana – HSSL) ter platforma za ESFRI Evropsko raziskovalno infrastrukturo za dediščinsko znanost.

Osebna izkaznica:

število pedagoških delavcev z učiteljskim nazivom: 5
število doktorskih študentov (asistenti + MR): 10
okvirno št. diplomskih mest: 25
okvirno št. magistrskih študentov: 15
število trenutno zaposlenih raziskovalcev na katedri: 7

Aktualni projekti:

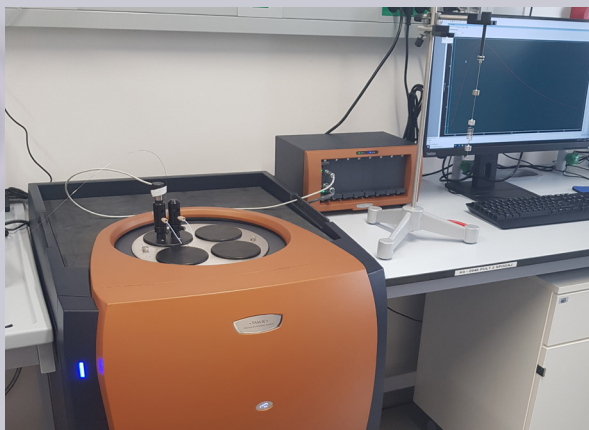
- Vrednotenje in remediacija sedimentov za nadaljnjo uporabo v gradbenem sektorju
- Razvoj bioaktivnih nanostrukturiranih vlaknatih membran za podaljšanje kakovosti svežega sadja
- Mikrofluidni senzorski sistem za zaznavanje pesticidov
- Materiali knjižne dediščine
- Razumevanje in preprečevanje razgradnje s predhodnimi kovinami obdelane svile v zbirkah kulturne dediščine
- Strategije za preventivno konserviranje dediščine iz poli(vinil klorida)
- Mednarodni arhiv vonjav predmetov kulturne dediščine
- Vplivi razgradnje lignina na materiale na papirni osnovi v skrajnih pogojih



LC-MS (Thermo Scientific Vanquish/TSQ Quantis)



ICP-OES (Agilent Technologies ICP-OES 5100)



Osebna izkaznica:

število pedagoških delavcev z učiteljskim nazivom: 14
število doktorskih študentov: 9
okvirno št. diplomskih in magistrskih študentov, ki vsako leto pripravijo zaključno delo na obravnavani katedri: 7–30
število raziskovalcev na katedri: 24

Katedra za fizikalno kemijo

Zapisal prof. dr. Jurij Reščič,
predstojnik katedre



jurij.rescic@fkkt.uni-lj.si

Na katedri za fizikalno kemijo raziskujemo lastnosti vodnih in nevodnih raztopin elektrolitov, polielektrolitov, površinsko aktivnih snovi, bioloških makromolekul in koloidov. Za namene preučevanja naštetih sistemov imamo na voljo sodobne aparature, med katerimi je nekaj večjih, kot so sistem za merjenje sipanja laserske svetlobe (DLS in SLS), sistem za ozko- in širokokotno sipanje rentgenske svetlobe (SAXS in SWAXS), različni tipi mikrokalorimetrov (DSC in ITC) ter visokozmogljiv računalniški sistem za izvajanje različnih tipov računalniških simulacij. Pri raziskovalnem delu skušamo s kombinacijo eksperimentalnih in teoretičnih metod razumeti dogajanje v preiskovanem sistemu.

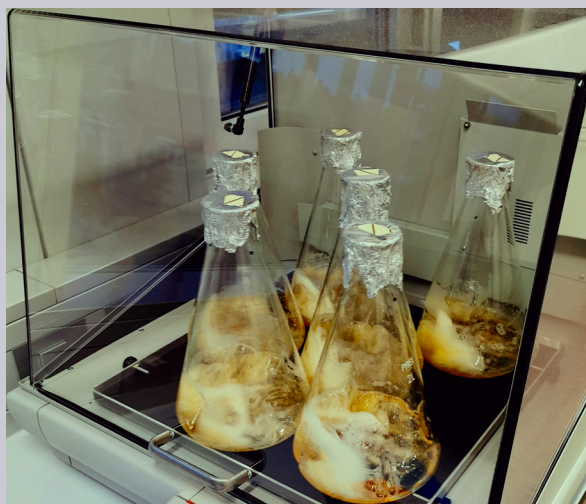
V raziskovalno delo z veseljem vključujemo študente, ki pri tem spoznajo različne eksperimentalne in teoretične tehnike; običajno je prvi stik študenta z raziskovalnim delom pri diplomskem oziroma magistrskem delu.

Člani katedre se redno udeležujejo mednarodnih znanstvenih konferenc ter vzdržujejo intenzivne stike z raziskovalci iz tujine, pogosto preko skupnih raziskovalnih projektov. Nekaj konferenc so člani katedre v preteklih letih organizirali tudi v Sloveniji.

"Erlenmayerice uporabljamo predvsem za shranjevanje raztopin in titriranje."

Aktualni projekti:

- Stabilnost nove vrste kvadruplesov DNA (AGCGA) in njihovo prepoznavanje z nanotelesi
- Raziskave agregacije proteinov v vodnih raztopinah soli in drugih topnih dodatkov
- Delaminacija plastovitih materialov ter struktura in dinamika v zelenih topilih
- Metalcarborani kot edinstveno izhodišče za pripravo funkcionalnih nanostrukturiranih in polimernih materialov



IZ STROKE IN PRVE ROKE

3 Določanje fitoestrogenov v pivu

V zadnjem desetletju se je zanimanje javnosti ter strokovnjakov s področja medicine in prehrabene industrije za rastlinske spojine z biološko aktivnostjo močno povečalo. Posebej veliko pozornosti je namenjeno nesteroidnim estrogenom rastlinskega izvora, ki so poznani pod imenom fitoestrogeni. Vse več študij navaja, da bi lahko s fitoestrogeni obogatena prehrana lajšala menopavzne simptome ter pripomogla k preprečevanju in zdravljenju številnih bolezni, kot so rak na dojki in prostati, osteoporoza, ateroskleroza in nevrodegenerativne bolezni. Eden glavnih prehrabnih izdelkov, ki vsebuje večjo količino fitoestrogenov, je pivo, ki spojine v procesu vrenja prejme iz hmelja. Zaradi izrazite priljubljenosti piva, se preko njega zaužije veliko fitoestrogenov, določevanje teh v pivu pa postaja vse bolj razširjeno.

SPLOŠNO O FITOESTROGENIH

Fitoestrogeni so rastlinske spojine, ki so strukturno izrazito primerljive s sesalskim hormonom estrogenom. Posledično lahko v človeškem organizmu posnemajo estrogen in s tem vplivajo na številne procese, v katere je ta vključen. Estrogen je spolni hormon, ki vpliva tako na žensko kot tudi moško sposobnost razmnoževanja ter sodeluje v delovanju krvožilnega, skeletnega, živčnega in imunskega sistema. Fitoestrogeni so se podobno kot estradiol, tj. glavni estrogenski hormon, sposobni vezati na estrogenska receptorja α in β ($ER\alpha$, $ER\beta$) in s tem učinkovati na vse procese, regulirane z estrogeni (npr. izražanje specifičnih genov). Pomanjkanje estrogena je tako lahko vzrok za številna bolezenska stanja (neplodnost, debelost, osteoporoza, endometrioza, različna rakava obolenja), zato imajo fitoestrogeni pomembno vlogo pri preprečevanju takšnih bolezni. Poleg estrogenske aktivnosti so fitoestrogeni sposobni vezati proste radikale, inducirati metilacijo DNK ter regulirati celični cikel in apoptozo. Navedene sposobnosti so najverjetnejši razlog, da delujejo antioksidativno, antiproliferacijsko, antiangiogeno in antimutageno ter s tem pozitivno vplivajo na človekovo zdravje.

Prisotni so v najrazličnejših rastlinah in plodovih. Največ jih je v stročnicah (soja, čičerika, leča, stročji fižol), grozdnati svetilki, črni detelji, golostebelnem sladkem korenu, kitajski angeliki in hmelju. Prav tako

jih najdemo v semenih in njihovih oljih (laneno seme) ter v različnih vrstah zelenjave (alfalfa kalčki, brokoli) in sadju (brusnice, maline). Sledove je mogoče zaznati tudi v procesirani hrani ter v raznih alkoholnih in nealkoholnih pijačah, kot so kava, čaj, nekateri sokovi, vino in pivo.

KEMIJSKA STRUKTURA IN KLASIFIKACIJA

Večina fitoestrogenov spada med flavonoide. Gre za obsežno skupino substituiranih fenolnih spojin, ki se nadalje deli v več podskupin (flavanoni, flavoni, flavonoli, katehini, izoflavoni, kumestani, prenilflavonoidi). Med temi imajo kumestani, izoflavoni in prenilflavonoidi estrogensko aktivnost, zato spadajo med fitoestrogene. Poznamo tudi neflavonoidne fitoestrogene, imenovane lignani. Klasifikacijo prikazuje tabela 1.

Izoflavoni

Izoflavoni so med najbolj preučeni fitoestrogeni. Glavni predstavniki izoflavonov sta aglikona daidzein in genistein ter njuna glukozida daidzin in genistin; biochanin A in formononetin ter njuna glukozida sisotrin in ononin (tabela 1). V soji je bil odkrit tudi glicitein, prav tako izoflavon z estrogensko aktivnostjo. V prebavilih se spojine najprej pretvorijo do daidzeina in genisteina, nato pa sledi razgradnja do končnih produktov. Izoflavoni so prisotni predvsem v rastlinah iz družine

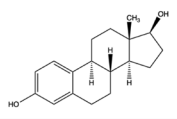
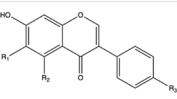
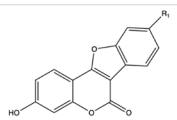
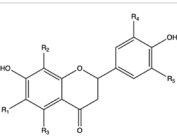
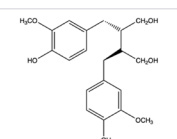
SKUPINA	PODSKUPINA	PRIMERI	NARAVNI VIRI	OSNOVNA STRUKTURA
estrogen	17 β -estradiol	/	/	
flavonoidi	izoflavoni	daidzein, genistein, biochanin A, glicitein, formononetin	soja, detelja, arašidi, sončnična semena	
	kumestani	kumestrol, 4'-metoksikumestrol	detelja, alfalfa kalčki, špinača	
	prenilflavonoidi	ksantohumol, izoksanthumol, 8-prenilnaringenin, 6-prenilnaringenin	hmelj	
neflavonoidi	lignani	sekoizolaricrezinol, matairezinol	laneno seme, polnozrnata žita	

Tabela 1: Klasifikacija fitoestrogenov, primeri posameznih podskupin ter njihova prisotnost v naravi. Prikazana je osnovna struktura spojin, ki se znotraj podskupine razlikujejo po substituentah, npr. daidzein ($R_1=H$, $R_2=H$, $R_3=OH$), kumestrol ($R_1=OH$), 8-prenilnaringenin ($R_1=H$, $R_2=3,3$ -dimetilalil, $R_3=OH$, $R_4=H$, $R_5=H$). Za referenco je podana tudi struktura 17 β -estradiola.

metuljnic (*Leguminosae*). V detelji prevladujeta formononetin in biochanin A, v soji pa daidzein in genistein ter v manjši meri glicitein. Številne raziskave nakazujejo, da naj bi genistein preprečeval raka na dojki, zato bi bile diete, ki temeljijo na soji, še posebej učinkovite.

Kumestani

Prvič so bili izolirani iz alfalfa kalčkov, jagod in detelje. Glavna predstavnika te skupine sta kumestrol in 4'-metoksikumestrol (tabela 1). Kumestrol ima v primerjavi z ostalimi fitoestrogeni večjo afiniteto do estrogenskega receptorja ER α in ER β . *In vitro* je bilo ugotovljeno, da kumestrol inhibira kostno resorpcijo in stimulira kostno mineralizacijo, zato je kot farmacevtik vse bolj privlačen. V hormonskih terapijah za zdravljenje osteoporoze bi lahko nadomestil 17 β -estradiol, saj ima prav tako zaviralni učinek na kostno resorpcijo, pri tem pa ne vpliva na druge procese, ki jih regulira estrogen. Stopnja inhibicijske sposobnosti in estrogenska aktivnost sta torej med seboj neodvisni, zato kumestrol predstavlja odlično alternativo za 17 β -estradiol. Posledično je vse več raziskav usmerjenih v njegovo kemijsko sintezo, vendar kljub relativno preprosti strukturi in majhnemu številu kiralnih centrov, učinkovita in ekonomična sinteza še ni bila razvita.

Prenilflavonoidi

Prenilirani flavonoidi so posebna oblika flavonoidov, ki imajo na skelet pripeto prenilirano skupino. Pripeta je lahko prenilna (3,3-dimetilalil), geranilna (E-3,7-dimetil-2,6-oktadienil) ali lavandulilna (5-metil-2-izopropenil-heks-4-enil) skupina. Običajno so vezane na ogljikov atom skeleta, na mesta 6 in/ali 8 ter 3' in/ali 5', ter v redkih primerih na kisikov atom.

Glede na kemijsko strukturo jih delimo na halkone, prenilflavone, prenilflavonole in prenilflavanone. Glavni predstavniki halkonov so ksantohumol, dezmetilksantohumol in 2',4-dihidroksihalkon, flavanonov pa izoksanthumol, 8-prenilnaringenin, 6-prenilnaringenin in 6-geranilnaringenin (tabela 1). Večinoma so prisotni v rastlinah iz družin nebinovk (*Asteraceae*), konopljevke (*Cannabaceae*) in metuljnic (*Leguminosae*), predvsem v rastlini *Humulus lupulus* (*Cannabaceae*), bolje poznani kot hmelj. V rastlinah služijo kot del obrambnega mehanizma pred škodljivci (bakterije in glive), saj so sposobni inhibirati encime ter delovati antibakterijsko in antioksidativno. Pomembno vlogo pri tem igra prenilna skupina, ki poveča lipofilnost spojin in s tem izboljša njihovo interakcijo s tarčnimi proteini, ki so večinoma na membranah celic. Povečana lipofilnost vpliva tudi na inhibitorne ali aktivacijske učinke nekaterih encimov, kar je koristno pri določevanju njihovih kinetičnih lastnosti.

Prenilflavonoidi so tudi medicinsko uporabni. Imajo citotoksične lastnosti, ki se lahko uporabijo proti tumorskim in rakavim celicam, primerni so za zdravljenje osteoporoze. Hkrati so dobri antioksidanti ter imajo protivnetne, protialergijske in protivirusne učinke.

LIGNANI

Lignani so vrsta fitoestrogenov, ki za razliko od ostalih nimajo flavonoidnega skeleta. Osnovno strukturo predstavlja dibenzilbutan oziroma med seboj povezane dve ali več fenilpropanoidnih enot, kjer osnovne monomere predstavljajo cimetova kislina, cinamilni alkohol, propenil benzen in alilbenzen. V naravi nastanejo v biosintetski poti šikimske kisline (tabela 1).

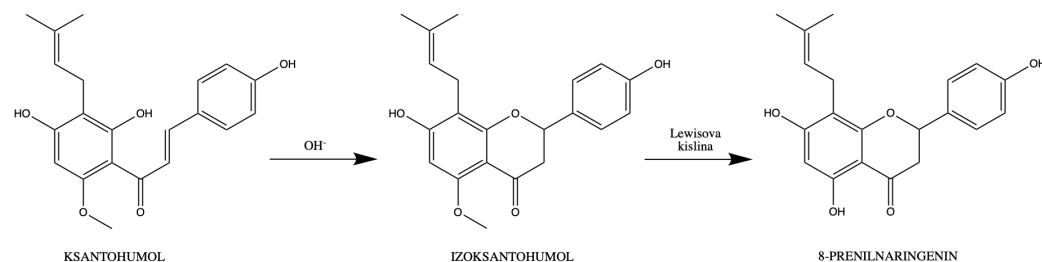
Glede na fizikalno-kemijske lastnosti jih delimo na

IZ STROKE IN PRVE ROKE

klasične lignane, neolignane, flavonolignane in lignane, ki so spojeni z ogljikovimi hidrati. Neolignani so v primerjavi s klasičnimi veliko bolj raznoliki, saj se monomerne enote lahko povezujejo na različne načine, medtem ko je za klasične značilna povezava β - β' oziroma 8-8'. Glavna predstavnika lignanov sta sekoizolaricirezinol in matairezinol, ki se v prebavnem traktu sesalcev s pomočjo bakterij pretvorita v enterodiol in enterolakton.

Glavna predstavnika lignanov sta sekoizolaricirezinol in matairezinol, ki se v prebavnem traktu sesalcev s pomočjo bakterij pretvorita v enterodiol in enterolakton.

Nahajajo se v koreninah, deblih, listih, cvetovih, plodovih in semenih rastlin. Običajno so v prosti obliki, včasih tudi v obliki glikozidov ali drugih derivatov. V prehrani so v največji meri prisotni v lanenih semenih, polnozrnatih žitih, sadju in zelenjavi, sledove pa je mogoče zaznati v črnem čaju in kavi. Zaradi velike biodiverzitete imajo, podobno kot ostali fitoestrogeni, velik potencial v medicini.



Prikaz strukture posameznih spojin in kemijska pretvorba ksantohumola do 8-prenilnaringenina.

FITOESTROGENI V HMEJLU IN PIVU

Hmelj

Prenilhalkona ksantohumol in dezmetilksantohumol ter prenilflavanoni izoksantohumol, 8-prenilnaringenin, 6-prenilnaringenin, so glavni predstavniki fitoestrogenov v hmelju. Med njimi prevladuje ksantohumol, ki predstavlja 80–90 % flavonoidne vsebnosti. Izoksantohumol je zastopan v precej manjši meri, z 0,01 % suhe mase. 8-prenilnaringenin predstavlja 0,002 % suhe mase in ga je napram ostalim najmanj, medtem ko je 6-prenilnaringenin prisoten v 0,01 %. Oba nastaneta iz dezmetilksantohumola med sušenjem, hrambo in ekstrahiranjem hmelja.

Pivo

Osrednji prenilflavonoid v pivu je izoksantohumol, ki nastane med procesom vrenja iz ksantohumola.

Ksantohumola zasledimo od 2 do 690 $\mu\text{g/l}$, glavne komponente izoksantohumola pa od 40 do 3440 $\mu\text{g/l}$, nekateri viri navajajo tudi do 4000 $\mu\text{g/l}$. 8-prenilnaringenin in 6-prenilnaringenin sta prisotna v manjši meri, s količinami od 1 do 240 $\mu\text{g/l}$ za prvega ter od 7 do 200 $\mu\text{g/l}$ za drugega. Celokupno človek zaužije do 0,14 mg prenilflavonoidov na dan, kjer pivo predstavlja njihov glavni vir.

ANALIZNI PRISTOPI K DOLOČEVANJU FITOESTROGENOV

Tekočinska kromatografija visoke ločljivosti (HPLC)

Najbolj razširjeni tehniki za določevanje fitoestrogenov sta plinska (GC) in tekočinska kromatografija (LC). Nekoč je bila v ospredju plinska kromatografija, sklopljena z masnim spektrometrom (GC-MS), ki jo je danes v veliki meri nadomestila tekočinska kromatografija visoke ločljivosti (HPLC), ki ne zahteva hlapnosti spojin. V povezavi s HPLC se uporabljajo spektrometrični detektorji UV/Vis ali z nizom diod (DAD) in masni spektrometri (MS). Posebej priljubljena je sklopitev LC-MS, ki daje pri analizi vzorcev hmelja in piva zelo dobre rezultate, po drugi strani pa z njo težko razlikujemo med izomeri in nekaterih flavonoidov ne moremo ionizirati ter posledično detektirati. Hkrati je LC-MS nekoliko zamudna, predvsem pa draga

metoda, zato se pogosto uporablja HPLC-DAD, ki kljub enostavnosti daje hitre in zadovoljive rezultate.

Za določevanje fitoestrogenov so v uporabi tudi nekromatografske tehnike, na primer kapilarna conska elektroforeza in kapilarna elektrokromatografija. Obstajajo tudi imunološke metode in dekonvolucijska spektroskopija, ki pa niso tako razširjene.

Ekstrakcijske tehnike

Vzorec je potrebno pred nanosom na kromatografsko kolono primerno pripraviti. Postopek priprave vzorca zajema različne tehnike, med katere spada tudi ekstrakcija. Pri določevanju fitoestrogenov sta predvsem v uporabi ekstrakcija tekoče-trdno (LSE) in ekstrakcija na trdno fazo (SPE).



Ekstrakcija tekoče-trdno: uporablja se jo v primeru trdnih vzorcev, kjer je fitoestrogene potrebno ekstrahirati v topilo. Trdne vzorce se predhodno zamrzne v tekočem dušiku in zmelje, nato pa obdela z različnimi topili. Primerna topila za flavonoidne spojine so mešanice metanol/voda, etanol/voda, acetonitril/voda in aceton/voda, v različnih volumskih razmerjih. Večino ekstrakcij se izvaja pri povišani temperaturi pod refluxom, še posebej učinkovita je Soxhletova metoda. Postopki ekstrakcije so odvisni od lastnosti vhodnega materiala.

Ekstrakcija na trdno fazo: Tekoči vzorci ali z LSE pridobljeni ekstrakti poleg zelenih analitov vsebujejo kopico drugih spojin, ki lahko motijo analizo, zato se jih za boljše rezultate pred ločbo prečisti in predkoncentrira. V ta namen se najpogosteje uporablja ekstrakcija SPE, ki je zaradi svoje vsestranskosti uporabna na številnih področjih. Za fitoestrogene je primerna kolona SPE, polnjena s C18 ali C8 modificiranim silikagelom. Ekstrakcija poteka v štirih stopnjah, in sicer kondicioniranje, nanos vzorca, eluiranje nezaželenih komponent in eluiranje analita. Za končno izpiranje fitoestrogenov se uporabljajo metanol, acetonitril ali aceton.

Zaključek

Fitoestrogeni so skupina polifenolnih rastlinskih metabolitov, ki lahko vzpodbudijo različne fiziološke odzive. Njihova bioaktivnost temelji na strukturnih podobnostih z 17β -estradiolom in posledično sposobnosti vezave na estrogenske receptorje. Čeprav so prepoznani kot zdravstveno uporabne spojine za zdravljenje rakavih obolenj dojk in prostate, osteoporoze in menopavznih simptomov, je še vedno negotovo, ali so dejansko koristni. Odgovor na to vprašanje je vse prej kot enostaven in je povezan s številnimi spremenljivkami, kot so posameznikova starost, zdravstveno stanje, specifične lastnosti prebave in zaužita količina, zato so na to temo potrebne še nadaljnje raziskave.

Viri:

- [1] T. Šimenko Lalič: Določitev fitoestrogenov v pivu s HPLC. Ljubljana: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo UL 2021, diplomsko delo.
- [2] L. Ososki, E. J. Kennelly: Phytoestrogens: A Review of the Present State of Research. *Phyther. Res.* 2003, 17, 845–869.
- [3] T. Tronina, J. Poplonski, A. Bartmanska: Flavonoids as Phytoestrogenic Components of Hops and Beer. *Molecules* 2020, 25, 1–21.
- [4] J. Bernal, C. M. García-Mauriño, G. Reglero, F. R. Marin, E. Ibáñez: Fast Screening Method to Determine Hop's Phytoestrogens in Beer. *Food Anal. Methods* 2011, 4, 416–423.

Novičnik

11. aprila 2022 smo študenti UL FKKT obiskali farmacevtsko podjetje Krka, d. d., Novo mesto, kjer smo se seznanili s procesom proizvodnje trdnih oblik zdravil.



Po ponedeljkih in torkih smo se skozi vse študijsko leto zbirali tudi v MGL. Ogledali smo si predstave Zimska poroka, Izredne razmere, Avgust v okrožju Osage, Usedline in Junakinje ter predstavo po svoji izbiri.



IZ STROKE IN PRVE ROKE

3

Prelomnica v razvoju elektrokatalizatorjev za gorivne celice s protonsko prevodno membrano

Človeštvo je trenutno postavljeno pred dva velika izziva, ki sta se pojavila kot posledica tehnološkega napredka, navzočega vse od nastopa industrijske revolucije. Prvi je soočanje z onesnaževanjem našega okolja, drugi pa je povezan s preprečevanjem negativnih podnebnih sprememb, ki so posledica izpustov toplogrednih plinov. Pri reševanju slednjih bo imela dekarbonizacija energetskega in transportnega sektorja ključno vlogo. Evropska unija se je na omenjena izziva odzvala s sprejemom novega Evropskega zelenega dogovora in Strategije EU za vodik. Oba dokumenta temeljita na splošno sprejeti predpostavki, da bo za uspešen spopad z obema izzivoma potrebna uporaba vodika kot nosilca energije in tehnologije vodikove gorivne celice (s protonsko izmenjevalno membrano), ki bo služila za pretvorbo vodika v čisto električno energijo. Vodikove gorivne celice namreč delujejo tako, da uporabljajo vodik (kot gorivo) in kisik iz zraka, pri čemer je glavni produkt čista električna energija, stranski produkt pa je zgolj voda. Reakcija torej predstavlja naravi izredno prijazen proces. Ključna komponenta tega procesa je elektrokatalizator, ki mu pogosto pravimo kar "srce" vodikove gorivne celice. Boljša zmogljivost katalizatorja torej neposredno vpliva na izboljšanje učinkovitosti gorivnih celic.

POSTOPKI PRIPRAVE KOVINSKIH NANODELCEV

Postopke za pripravo kovinskih nanodelcev je možno razvrstiti v štiri različne skupine: fizikalne, kemične, kombinirane ter metode na biološki osnovi. Nanodelce je pogosto potrebno imobilizirati na nosilnem materialu, saj se v nasprotnem primeru lahko aglomerirajo, s čimer se njihova uporabna (izpostavljena) površina izredno zmanjša. Najpogostejši stopnji sta sinteza nanodelcev in njihov nanos na nosilni material. Stopnji lahko potekata sekvenčno, v primeru določenih metod pa tudi simultano. Želene lastnosti nanodelcev lahko od ene do druge aplikacije variirajo. Poznanih je veliko raznolikih metod priprave, vendar pa so te pogosto precej zapletene, časovno zahtevne ali pa je njihova cena neprimerna za širšo uporabo.

Fizikalne metode načeloma temeljijo na principu "od zgoraj navzdol" (angl. *top-down*), ki zahteva visoke energetske vložke za cepitev vezi in kreiranje visoke površine

delcev. Poleg tega je običajno porazdelitev velikosti delcev izdelka zelo široka in so potrebne površinsko aktivne snovi za preprečevanje aglomeracije nanodelcev. Po drugi strani pa kemijske metode običajno uporabljajo princip sinteze "od spodaj navzgor" (angl. *bottom-up*), kar omogoča natančnejšo pripravo nanodelcev. Obstaja več obetavnih metod za potencialno uporabo v industriji, kot je na primer impregnacija s kemijsko redukcijo ali pa s termično razgradnjo. Čeprav je ta pristop precej preprost, ne omogoča najnatančnejšega nadzora velikosti in oblike nanodelcev. Zaradi potrebe po uporabi visokih temperatur in tlakov, dolgotrajnih sintez in kompleksnih organskih topil ter sredstev za redukcijo in nadzor velikosti oz. oblike, je tak pristop ekonomsko precej nesprejemljiv.

METODA S PULZIRAJOČIM ZGOREVANJEM

S praktičnega in ekonomskega vidika je dokaj samoumevno, da mora biti sinteza, ki jo izvajamo v velikem obsegu, čim enostavnejša (npr. temeljiti na uporabi vode

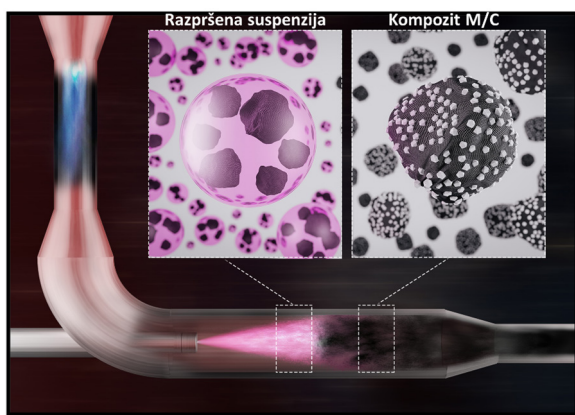
namesto organskega topila) ter da je sestavljena iz čim manjšega števila sinteznih stopenj (npr. da se nanodelci odlagajo že med samo sintezo in ne da proces poteka v dveh ločenih stopnjah itd.). Poleg tega mora biti metoda sama po sebi prilagodljiva za proizvodnjo različnih produktov. Pavko in sodelavci so predstavili metodo pulzirajočega zgorevanja (PC, angl. *pulse combustion*). Gre za postopek kontinuirne priprave zelo homogeno razporejenih nanodelcev na nosilcu z visoko vsebnostjo kovin, kjer znaša povprečni premer delca pod 5 nm. Za razliko od pirolize s plamenskim razprševanjem ima metoda s pulzirajočim zgorevanjem možnost uporabe redukativne atmosfere. Zato ni omejena zgolj na uporabo vnetljivih prekursorjev in nevodnih medijev. Izkaže se, da je metoda PC dovolj splošna, da je med drugim uporabna tudi za pripravo nanodelcev na podpornem materialu. Dodatna pozitivna stran te metode je njena ponovljivost in skalabilnost. Razlika med metodama je tudi v temperaturi obratovanja, in sicer je pri plamenski pirolizi potrebno doseči temperaturo v območju 700–1700 °C, pri metodi s pulzirajočim zgorevanjem pa zgolj 450 °C.

Pavko in sodelavci so predstavili prilagodljivost te tehnologije, ki se je izkazala kot primerna za pripravo različnih kovinskih nanodelcev, imobiliziranih na ogljiku (M/C; M = Cu, Ni ali Co; C = ogljikove saje, npr.: Ketjen Black EC300J, Vulcan XC72, reduciran grafen oksid = rGO). V vseh primerih so sintezo izvedli z uporabo zgolj treh osnovnih surovin: ultra čiste vode (topilo), kovinske soli in podpornega materiala na osnovi ogljika. Reaktor deluje tako, da črpa suspenzijo nosilca na osnovi ogljika, acetata kovinske soli in ultra čiste vode, skupaj z razpršilnim plinom (dušikom). Nato se suspenzija na šobi razprši v kapljice velikosti približno

10 μm. S tem suspenzija vstopa v pretok vročega plina, ki izhaja iz pulzirajočega gorilnika. Pomembno je, da so kapljice suspenzije dovolj majhne, da lahko topilo hitro izhlapi, kar omogoči nastanek kompozita M/C. Prah se mora nato dovolj ohladiti, preden pride v stik z zrakom, saj bi v nasprotnem primeru prišlo do neželene oksidacije kovine ali pa celo do izgorevanja ogljikovega nosilca, pri čemer bi posledično prišlo do sintranja nanodelcev. Stopnjo oksidacije oziroma vrsto oksida nastalega produkta (npr. $\text{Cu}_2\text{O}/\text{CuO}$ ali $\text{CoO}/\text{Co}_3\text{O}_4$) lahko uravnavamo bodisi z nastavitvijo redukativne mešanice plinov v zgorevalni komori bodisi s posrednim hlajenjem zraka na prehodu iz vročega v hladno območje. To omogoča regulacijo dodatnega parametra, ki igra pomembno vlogo pri sintezi elektrokatalizatorja. Na sliki 1 so prikazani zapleteni procesi, ki potekajo v reaktorju, predstavljeni s pomočjo poenostavljene sheme. Na levi povečavi so prikazane razpršene kapljice suspenzije, ki vstopajo v zgorevalno komoro, desna povečava pa prikazuje lupinice izsušenih kapljic – kompozite M/C.

METODA GALVANSKE IZMENJAVE Z DVOJNO PASIVACIJO

Kljub temu, da obstaja precej načinov nanašanja nanodelcev plemenitih kovin na podporne oziroma nosilne materiale, pa je zgolj peščica teh industrijsko zanimiva. Eden od njih je galvanska izmenjava, ki omogoča spontano depozicijo bolj plemenite kovine z višjim standardnim elektrodnim potencialom (npr. Pt, Pd, Ir itd.) na površino manj plemenite kovine (npr. Cu, Ni, Co). Pri tem se žrtvuje del manj plemenite kovine, ki donira elektrone, te pa v nadaljevanju prejme bolj plemenita kovina in preide v kovinsko stanje. S tem se bolj plemenita kovina deponira na manj žlahtno. V teoriji imajo elektroni afiniteto do premikanja po poti najnižjega upora, zato lahko z manipuliranjem upornosti okoliških faz elektronom »utremo pot do zelene destinacije«. V pričujoči sintezi kot dobro prevodna pot služi podporni material. Manipulacijo prevodnih poti lahko izvedemo, denimo, preko pasivacije površine manj plemenite kovine (npr. s plastjo kovinskega oksida), saj pri tem postane upornost teh delcev za izmenjavo elektronov (pre)velika. Če pa je nosilni material elektronsko dobro prevoden, lahko v primeru pasivacije elektroni stečejo prav preko njega. Ta mehanizem omogoča, da bolj plemenita kovina preferenčno prejme elektrone preko nosilnega materiala in se s tem deponira nanj – in ne na manj žlahtno kovino. Pri tem lahko nastanejo nanodelci bolj plemenite kovine, vendar pa to ni nujno. Ko se začne bolj plemenita kovina deponirati na nosilni material, se s tem ustvari tudi nova pot z najnižjo upornostjo, kar rezultira v kopičenju te kovine ter s tem kreiranje aglomeratov. Za izboljšanje kataliza-



Slika 1: Shema reaktorja s pulzirajočim zgorevanjem, povzeto in prirejeno po viru [2]. Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

IZ STROKE IN PRVE ROKE

torja je potrebno, da nastane čim večje število nanodelcev, nakar izvedemo pasivacijo novo nastalih nanodelcev. Upornost na delcu se poveča, s čimer se prepreči ponovno nalaganje bolj žlahtne kovine na ta delec. Ker ta pot več ni primerna za izmenjavo, se elektroni preusmerijo na novo lokacijo na nosilnem materialu. Na ta način vedno znova nastajajo novi nanodelci. Ker se v postopku poleg manj plemenite kovine pasivirajo tudi delci bolj plemenite kovine, je bila metoda poimenovana metoda galvanske izmenjave z dvojno pasivacijo (DP; ang. double passivation).

Na povezavi (slika 2) je prikazan mehanizem metode dvojne pasivacije in primerjava z mehanizmom galvanske izmenjave zgolj z enojno pasivacijo. Pri konvencionalnih načinih (npr. pri industrijski metodi impregnacije s kemijsko ali termično redukcijo) se zaporedno izvede sinteza nanodelcev in v naslednjem koraku njihova depozicija na podporni material. Z metodo dvojne pasivacije pa se žlahtna kovina nalaga neposredno na podporni material, s čimer se kreirajo nanodelci. To predstavlja še dodatno prednost tega načina pred konvencionalnimi.

EVALVACIJA SINERGJE METODE PC IN DP

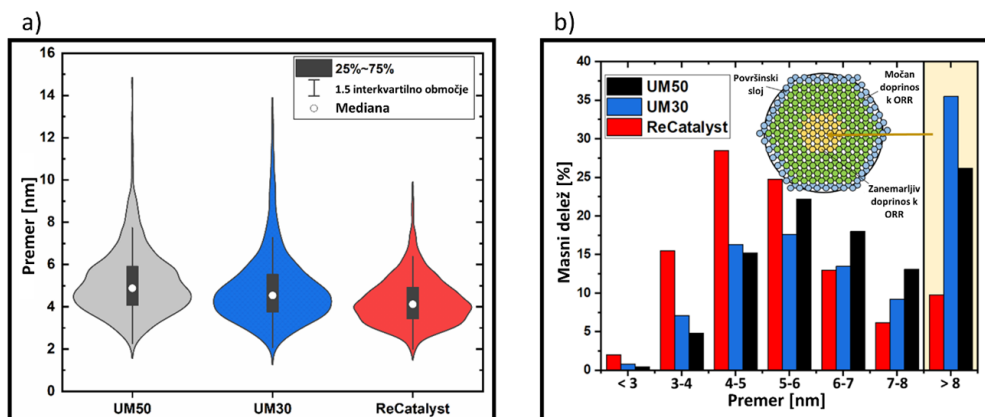
Kvaliteto elektrokatalizatorja za gorivne celice s protonsko prevodno membrano (PEMFC, angl. *proton-exchange membrane fuel cells*) določajo 1) njegova aktivnost, ki je povezana z učinkovitostjo reakcije redukcije kisika (ORR, angl. *oxygen reduction reaction*), 2) velikost elektrokemijsko aktivne površine (ECSA, angl. *electrochemical surface area*) in 3) njegova stabilnost delovanja. Z metodama PC in DP lahko na lastnosti katalizatorja vplivamo na več načinov: z različnimi nanosi kovin, z izbiro podpornega materiala, izbiro manj plemenite kovine ali pa s spreminjanjem razmerja med bolj in manj plemenito kovino (s spreminjanjem kemijske sestave delcev). Z zmanjšanjem delcev se poveča ECSA, hkrati pa se zmanjša količina neizrabljene platine, ki se nahaja v središču delcev.



Slika 2: Povezava do animacije mehanizma metode dvojne pasivacije, avtor animacije je dr. Matija Gatalo (Kemijski inštitut; ReCatalyst, d.o.o.)

Slika 3 prikazuje primerjavo porazdelitve delcev v katalizatorju, ki ga je pripravilo slovensko zagonsko podjetje ReCatalyst, d.o.o. (v nadaljevanju: ReCatalyst) z uporabo pravkar opisanih metod PC in DP, ter v trenutno komercialno najboljših katalizatorjih podjetja Umicore (na grafih označenih z UM50 in UM30). Slika 3-a) prikazuje porazdelitve velikosti delcev z uporabo t.i. "violinskega grafikona", slika 3-b) pa v obliki klasičnega histograma. S slike 3-a) je razvidno, da je mediana premera delcev v primeru katalizatorja podjetja ReCatalyst nižja kot pri komercialnih katalizatorjih, kar pove, da ima tak katalizator več manjših nanodelcev. Pri vseh treh katalizatorjih na sliki 3-a) je razvidno, da imajo v zgornjem delu "rep", ki se nanaša na velike delce. Kljub temu da so precej ozki, še zdaleč niso zanemarljivi. Namreč, višje kot se povzpnejo po "violinski strukturi", večji je premer delcev. Z večanjem premera delca, pa se njegov volumen povečuje na tretjo potenco, kar pomeni, da že majhno število takih delcev zajema znatno količino materiala, v tem primeru dragocene platine. Katalizator podjetja ReCatalyst ima precej krajši "rep", kar nakazuje, da ima material manj t.i. mrtve mase oziroma, da je vgrajena platina precej bolj izkoriščena.

Na sliki 3-b) je predstavljen tudi model, kjer so označene cone delca glede na njihov vpliv na ORR. Če bi model delca dovolj zmanjšali, bi zajemal zgolj modro in zeleno območje. Takšni delci imajo dobro izkoriščeno platino, saj ima njena celotna vgrajena masa močan doprinos k ORR. Iz histograma na sliki 3-b) je razvidno, da je delež velikih delcev s slabo izrabljeno platino, ki se nahaja v središču delca, občutno manjši pri katalizatorju podjetja ReCatalyst. To je dokaz, da se lahko s kombinacijo



Slika 3: Grafikoni porazdelitve velikosti delcev za tri katalizatorje PtCo/C, povzeto in prevedeno po referenci [3]. Attribution-Non-Commercial-NoDerivates 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).

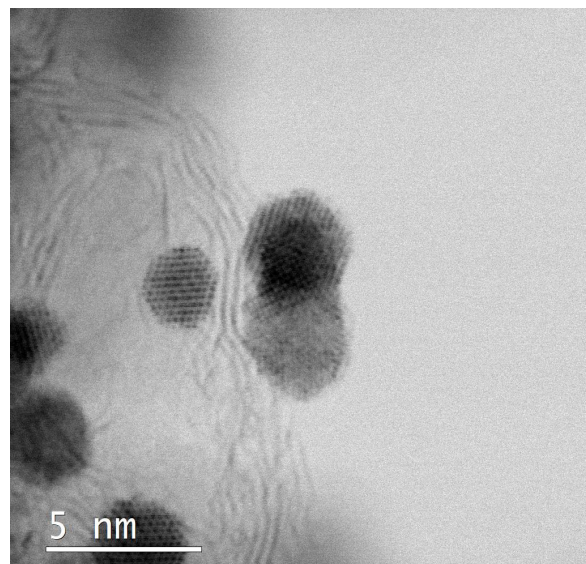
Zaključek

V članku je predstavljena metoda pulznega reaktorja za kontinuirno pridobivanje homogenega kompozita kovinskih nanodelcev in ogljikovega nosilca z visoko vsebnostjo kovin. S to metodo je možno spreminjanje kovinskega nalaganja, velikosti kovinskih nanodelcev, oksidiraniosti površine kovine in nenazadnje tipa kovine M, kar nudi veliko raznolikost nastalih produktov. Poleg predstavljene uporabnosti v elektrokatalizi je metoda potencialno zanimiva tudi za uporabo na drugih področjih, denimo v heterogeni katalizi ali pa za pripravo superkondenzatorjev, senzorjev in podobnih naprav, kjer funkcionalnost zagotavlja ustrezna aktivna površina.

Način nanosa (depozicije) plemenite kovine, ki ga omogoča novo razvita metoda galvanske izmenjave z dvojno pasivacijo v kombinaciji z metodo s pulzirajočim zgorevanjem, prinaša ključno prednost pred konvencionalnimi in novimi konkurenčnimi metodami. Novi pristop omogoča boljši način razporejanja nanodelcev plemenite kovine. Glede na to, da bodo tudi katalizatorji naslednje generacije vsebovali določeno količino platine, je zelo zaželeno, da razvijemo sintezne postopke, kjer bo uporabljeni delež platine maksimalno učinkovito izrabljen. Sinergija metode s pulzirajočim zgorevanjem in metode dvojne pasivacije omogoča učinkovito izrabo platine, to pa realizacijo ambicioznega cilja – proizvodnjo naslednje generacije vodikovih gorivnih celic s količino platine, ki bo primerljiva količini, prisotni v avtomobilskih katalizatorjih današnjih vozil z motorjem na notranje izgoravanje. Omenjeni postopek bo imel v prihodnjih letih pomembno vlogo v kreiranju vsakdanjega življenja po celem svetu, na kar smo lahko izredno ponosni, saj so njegove korenine zrasle na slovenskih tleh.

Na sliki 4 je prikazan elektrokatalizator PtCo/C, pripravljen s pomočjo metod PC in DP. Namen slike je ponazoritev velikosti nanodelcev (< 5 nm), pripravljenih z omenjenima metodama. S slike je razvidna lepo urejena kristalna struktura delcev (kroglice znotraj delcev predstavljajo atome zlitine), ki prispeva k njihovi stabilnosti.

Slika 4: TEM slika elektrokatalizatorja PtCo/C.



Omenjeni postopek bo imel v prihodnjih letih pomembno vlogo v kreiranju vsakdanjega življenja po celem svetu, na kar smo lahko izredno ponosni, saj so njegove korenine zrasle na slovenskih tleh.

“

”

Viri:

- [1] M. Gatalo, M. Bele, F. Ruiz-Zepeda, E. Šest, M. Šala, A. R. Kamšek, N. Maselj, T. Galun, P. Jovanovič, N. Hodnik, et al.: A Double-Passivation Water-Based Galvanic Displacement Method for Reproducible Gram-Scale Production of High-Performance Platinum-Alloy Electrocatalysts. *Angew. Chemie Int. Ed.* 2019, 58, 13266–13270.
- [2] L. Pavko, M. Gatalo, G. Križan, J. Križan, K. Ehelebe, F. Ruiz-Zepeda, M. Šala, G. Dražič, M. Geuß, P. Kaiser, M. Bele, M. Kostelec et al.: Toward the Continuous Production of Multigram Quantities of Highly Uniform Supported Metallic Nanoparticles and Their Application for Synthesis of Superior Intermetallic Pt-Alloy ORR Electrocatalysts. *ACS Appl. Energy Mater.* 2021, 4, 13819–13829.
- [3] P. A. Heizmann, H. Nguyen, M. Von Holst, A. Fischbach, M. Kostelec, F. Javier, G. Lopez, M. Bele, L. Pavko, T. Đukić, et al.: Alternative and Facile Production Pathway towards Obtaining High Surface Area PtCo/C Intermetallic Catalysts for Improved PEM Fuel Cell Performance. *ChemRxiv - Catal.* 2022, 1–21.

IZ STROKE IN PRVE ROKE



Določanje biomarkerjev splošnega stresnega odziva v slini

Številne aktivnosti in (pato)fiziološka stanja kot so miselne naloge, fizični napor, povišana telesna temperatura, motnje v acido-baznem ravnotežju, vnetje in poškodbe lahko pri človeku povzročijo stres. Ta je definiran kot stanje v okolju ali organizmu, ki potencialno ali dejansko ogroža celovitost ali življenje organizma. Procesivni stresorji so dejavniki iz okolja, ki grozijo organizmu, zaznavanje pa poteka s čutili (senzorične informacije). Sistemski stresorji pa so največkrat poškodbe organizma (rane, zlomi, in infekcije), ki prizadenejo njegovo homeostazo. V organizmu se ob doživljanju stresa sproži več procesov, ki omogočajo vzdrževanje homeostaze. Pri tem se v telesne tekočine izločajo določeni biomarkerji stresa, ki jih z različnimi tehnikami lahko kvantificiramo in analiziramo stresni odziv.

NESPECIFIČNI OBRAMBNI ODZIV ORGANIZMA NA STRES

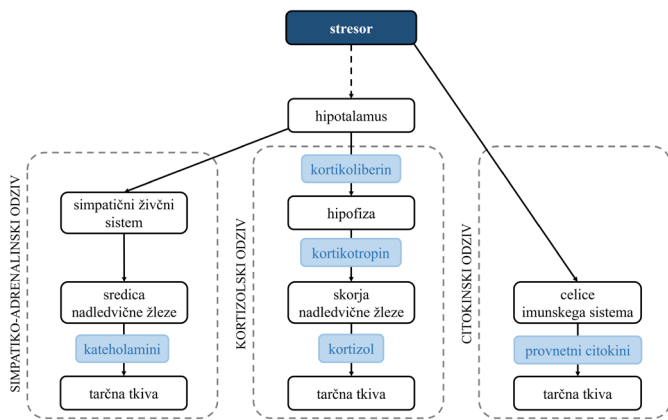
Odziv organizma na stres je kljub različnim vrstam stresorjev v večini primerov dokaj podoben, zato ga imenujemo tudi nespecifični obrambni odziv na stres. Glavni integracijski center v možganih, odgovoren za odziv na stres, je amigdaloidno jedro. To sprejema informacije o stresni situaciji in jih predaja hipotalamusu, ki z različnimi mehanizmi vzdržuje homeostazo. Zaradi preglednosti lahko odziv na stres razdelimo na tri na videz ločene odzive, ki pa so v resnici med seboj prepleteni in tesno povezani (slika 1).

Simpatiko-adrenalinski odziv se običajno pojavi prvi in organizem pripravi na spopad ali beg pred stresorjem, zato ga imenujemo tudi odziv za 'boj ali beg', oziroma faza alarma. Aktivacija amigdaloidnega jedra vodi v aktivacijo hipotalamusa, ta pa nato vzburi simpatično živčevje. Posledično pride do izločanja kateholaminov iz sredice nadledvične žleze, kar vpliva na presnovo in pretok krvi. Slednji se poveča v krogu mišice, srce, pljuča in možgani, zaradi česar je povečana dobava hranil in kisika v omenjene organe. Večja oskrba s hranili omogoča ustrezno delovanje mišic in živcev, kar je potrebno za boj ali beg. Po drugi strani ima adrenalin tudi presnovne učinke – najpomembnejša sta glikoliza in lipoliza v jetrih in maščevju. Produkti

razgradnje so zato v mišicah na voljo v večjih koncentracijah, kjer predstavljajo vir energije za njihovo delovanje. Hormon adrenalin hkrati spodbuja tudi ostali dve veji nespecifičnega obrambnega odziva.

Pri **kortizolskem odzivu** gre za aktivacijo hipotalamo-hipofizo-suprarenalne osi (os HHS), pri čemer se poveča izločanje glukokortikoidov iz skorje nadledvične žleze, do česar pride zaradi učinka kortikotropina, ki se izloča iz adenohipofize. Os HSS se aktivira z aktivacijo hipotalamusa prek amigdaloidnega jedra in dodatno modulira z adrenalinom in citokini. Kortizol tudi neposredno zavira predel hipotalamusa, ki je odgovoren za izražanje kortizola – gre torej za negativno povratno zanko. Najpomembnejši učinki tega odziva so krepitev učinkov adrenalina, pospešitev proteolize v mišicah in glukoneogeneze v jetrih ter povečanje pozornosti, strahu in bojevitosti. Hkrati kortizol tudi zavira in omejuje izločanje citokinov.

Citokinski odziv imenujemo tudi odziv akutne faze in je tesno vpleten v spremembe, ki se pojavijo ob sistemskem vnetnem odzivu. Gre za mehanizem naravne imunosti, katerega glavni akterji so citokini, ki jih proizvajajo in izločajo celice imunskega sistema. Naloga citokinov je, da z vezavo na membranske receptorje tarčnih celic vplivajo na njihovo rast, razvoj, aktivacijo



Slika 1: Veje nespecifičnega obrambnega odziva na stres. Celice, tkiva, organi in sistemi (belo) ter molekule (svetlo modro) udeleženi v simpatiko-adrenalinskem, kortizolskem in citokinskem odzivu na stres.

in presnovo, kar vodi v uspešnejšo obrambo organizma. Najpomembnejša presnovna sprememba, ki jo citokini povzročijo, je proteoliza v mišicah, kar osebkju v stresni situaciji zagotovi zadostno raven glukoze v krvi, sproščene aminokisljine pa so prav tako na voljo za sintezo novih proteinov, pomembnih pri obrambi in okrevanju. Citokini tako vplivajo na povečanje sinteze beljakovin akutne faze v jetrih, katerih naloga je spodbujanje lokalnega vnetja. Poleg tega imajo citokini vpliv na nevrone, s čimer vplivajo na pojav bolezenskega vedenja osebkja, tako da ta postane šibek, zaspan in nedejaven.

BIOMARKERJI STRESA

Biomarkerji so stabilne in lahko merljive molekule v vzorcih telesnih tekočin, ki nam na enostaven in objektivni način omogočajo vpogled v fiziološko stanje organizma in nas opozarjajo na morebitno patologijo. Tudi pri stresnem odzivu se koncentracija nekaterih makromolekul v telesnih tekočinah spremeni. Z določenimi tehnikami lahko enostavno določamo njihovo koncentracijo, zato jih s pridom uporabljamo kot biomarkerje stresnega odziva. V klinični praksi se v namen določanja stresnega odziva najpogosteje meri koncentracijo stresnih biomarkerjev v vzorcih krvi, in sicer koncentracijo kateholaminov, kortizola ter citokinov.

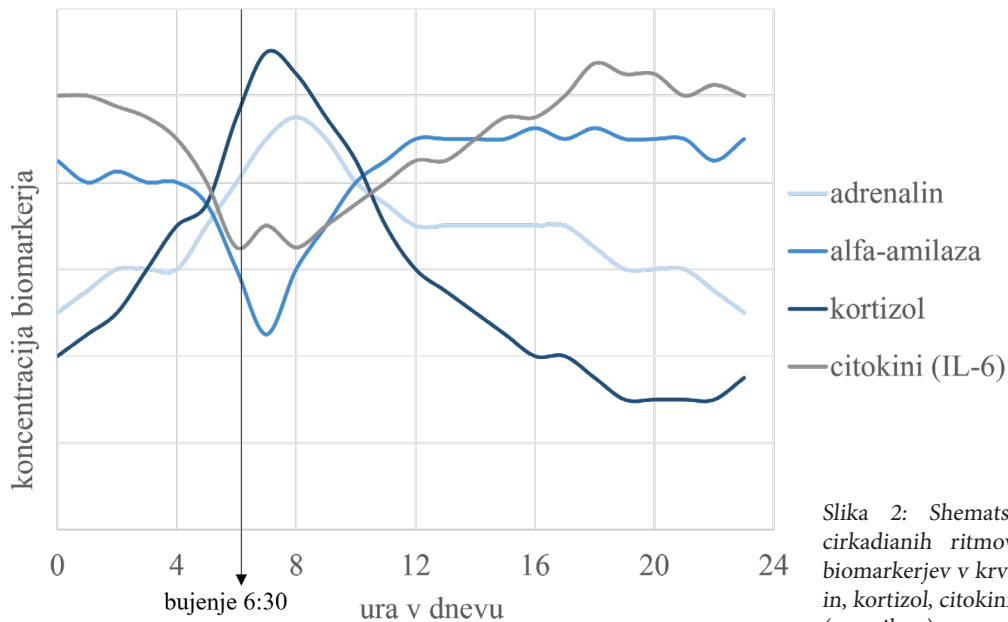
Kateholamini so glavni dejavniki simpatiko-adrenalinskega odziva na stres in kot takšni prikazujejo povečano aktivnost simpatične veje avtonomnega živčevja. Mednje uvrščamo dopamin, noradrenalin in adrenalin, ki nastanejo preko encimskih pretvorb tirozina v kromafinskih celicah sredice nadledvične žleze. Njihova koncentracija preko dneva ritmično niha (slika 2), pri čemer najvišjo raven doseže dopolndne, nato pa preko dneva počasi upada. Zaradi neposrednega sproščanja kateholaminov iz sredice nadledvične žleze v krvni obtok, je za merjenje stresnega odziva najprimernejše določevanje kateholaminov v vzorcih krvi. V preteklosti so se za kvantitativno analizo kateholaminov posluževali fluorimetričnih metod, danes pa je v ospredju predvsem tekočinska kromatografija visoke ločljivosti

(HPLC). Vse pogosteje se tekočinska kromatografija uporablja v kombinaciji z masno spektrometrijo, kar omogoča še natančnejšo ločbo in kvantifikacijo.

Najpogosteje določen biomarker stresa je **kortizol**, ki nastaja ob aktivaciji osi HHS. Gre za steroidni hormon, ki se izloča iz skorje nadledvične žleze kot odgovor na delovanje hormona kortikotropina. Značilen je dnevni cirkadiani ritem (slika 2), pri katerem se koncentracija kortizola tekom noči povečuje in doseže najvišjo raven v zgodnjih jutranjih urah, proti popoldnevu pa koncentracija postopoma pada. Kortizol je v organizmu prisoten v različnih oblikah (prost in vezan) in v različnih telesnih tekočinah (v slini, krvi in urinu). V krvnih vzorcih določamo koncentracijo skupnega kortizola, ki je vsota proste in vezane oblike. Največkrat se za to uporabljajo imunološki testi, kot je test ELISA, ki izkoriščajo vezavo označenih protiteles na določen antigen. Metode za določevanje prostega kortizola v vzorcih krvi pa so kompleksne, drage in zamudne, zato se koncentracija prostega kortizola večinoma določa s pomočjo izračunov, ki temeljijo na koncentraciji skupnega kortizola in kapaciteti vezavnih proteinov.

Ob poškodbi, vdoru mikroorganizmov ali zaradi psihološkega stresa pride do aktivacije imunskih celic, ki preko izločanja regulatornih glikoproteinov, citokinov v telesu sprožijo vnetni odziv. Pri določevanju stresnega odziva se v največji meri določuje koncentracijo **provnetnih citokinov**, kot so IL-6, IL-1 β , IFN- γ ter TNF- α , saj se njihova koncentracija po stresni situaciji poviša najhitreje in v največji meri, kar omogoča enostavno kvantifikacijo. Sicer tudi raven provnetnih citokinov cirkadiano niha (slika 2). Koncentracija IL-6 in TNF- α čez dan narašča, tako da najvišjo raven doseže pozno zvečer, oziroma ponoči.

Raven provnetnih citokinov se določa v vzorcih plazme ali seruma, in sicer s testom ELISA. Pri tem se je potrebno zavedati, da izmerjena koncentracija ni nujno odraz zgolj delovanja akutnega stresorja, pač



Slika 2: Shematski prikaz cirkadianih ritmov stresnih biomarkerjev v krvi (adrenalin, kortizol, citokini) in v slini (α -amilaza).

pa se lahko v telesu odvijajo tudi drugi vnetni procesi, ki vplivajo na porast koncentracije proinflammatoryh citokinov. Velik vpliv ima tudi povišana raven kortizola v telesu, ki spodbuja protivnetni odziv in kot takšen zavira izločanje proinflammatoryh citokinov iz imunskih celic.

BIOMARKERJI STRESA V SLINI

Vzorčenje slin je priročno, saj gre za razliko od odvzema krvi za neinvazivno metodo, ki ne povzroča bolečine in kot taka ne vpliva na povišanje nivoja stresnih biomarkerjev v vzorcu. Vzorčenje je mogoče opraviti v več časovnih točkah, kar olajša spremljanje časovne dinamike stresnega odziva, dodatna prednost pred odvzemom krvi pa je tudi ta, da lahko vzorčenje izvedemo brez posebne opreme in poklicno usposobljenega osebja. Zaradi vsega tega se določanju biomarkerjev stresa v slini pripisuje vedno večji pomen. Vzorce slin se lahko odvzame s pasivnim slinjenjem ali stimuliranim slinjenjem. Dobljene vzorce slin je pred nadaljnjo analizo potrebno centrifugirati, s čimer se znebimo mukusa, celic in trdnih delcev. Pri sami interpretaciji rezultatov, ki sledi analitskemu postopku, je potrebna previdnost, saj na sekrecijo biomarkerjev v slino poleg tipa in jakosti stresorja vpliva več drugih, od stresorja neodvisnih dejavnikov. Pomemben je čas odvzema vzorca, saj koncentracija biomarkerjev cirkadiano niha, poleg tega pa se koncentracija stresnih biomarkerjev po prenehanju stresorja kmalu povrne na osnovno raven, tako da se lahko že po eni uri popolnoma normalizira. Veliko pozornost je potrebno nameniti še fiziološkemu parametrom preiskovanca, kot so spol, starost, življenjski slog, fizična aktivnost, uživanje alkohola, zdravil in kofeina ter kajenje, pomembni pa sta tudi hidracija in patologija ustne votline preiskovanca.

1) Za razliko od priročnega določevanja koncentracije

kateholaminov v krvi, je njihovo določevanje v vzorcih slin oteženo. Dopamin, noradrenalin in adrenalin se namreč zaradi počasnega prehajanja iz krvi v slino tam nahajajo v zelo nizkih koncentracijah. Poleg tega so hormoni zaradi svoje strukture občutljivi na svetlobo, hitro oksidirajo in razpadejo, kar še dodatno otežuje kvantitativno analizo. Za spremljanje aktivacije simpatičnega živčevja se zato v vzorcih slin namesto kateholaminov raje določa raven drugih makromolekul, kot je npr. encim α -amilaza. Pri akutnem stresu koncentracija α -amilaze v slini dobro korelira s koncentracijo noradrenalina v krvi, kar nakazuje na potencialno uporabo encima kot biomarkerja aktivnosti simpatične veje avtonomnega živčevja.

2) α -amilaza je encim iz družine glikozil hidrolaz, ki se nahaja v ustni votlini, kamor ga pod vplivom avtonomnega živčevja izločajo žleze slinavke. Za razliko od večine drugih makromolekul se α -amilaza ne izloča v kri ter nato pasivno prehaja v slino, ampak se izloča lokalno v ustno votlino in se posledično nahaja večinoma v slini. Tekom dneva opisujejo cirkadiano spreminjanje koncentracije α -amilaze (slika 2), pri čemer v prvih 30 minutah po bujenju koncentracija pada, nato naslednjih 5 ur postopoma narašča, nakar se ustali. Številni viri povezujejo koncentracijo α -amilaze z delovanjem simpatičnega živčnega sistema, saj so v več raziskavah dokazali povečanje koncentracije en-

cima ob induciranem stresu. Do povečanja koncentracije α -amilaze v slini pride zaradi vezave kateholaminov na adrenergične receptorje na celicah žlez slinavk. Vendar pa povezava med aktivacijo simpatičnega živčevja in koncentracijo α -amilaze ni tako enostavna. Simpatik namreč neposredno vpliva samo na sekrecijo α -amilaze, na njeno koncentracijo v slini pa posredno, ob sočasnem vplivu parasimpatika. Le-ta namreč vpliva na pretok sline. Omenjene spremenljivke so med seboj povezane preko zveze:

$$\text{sekrecija [U/min]} = \text{koncentracija [U/ml]} \times \text{pretok sline [ml/min]}$$

Detekcija α -amilaze v vzorcih sline temelji na kolorimetrični metodi. Z uporabo ustreznega substrata, ki ga α -amilaza pretvarja v obarvan produkt, lahko z merjenjem intenzitete obarvanosti s spektrofotometrom določimo koncentracijo encima v vzorcu. Možna je uporaba različnih kompletov reagentov, zaradi same aktivnosti α -amilaze, ki cepi vezi v molekuli škroba, pa je najbolj osnovna različica kar s škrobom in jodovico.

3) Proste molekule kortizola s pasivno difuzijo prehajajo iz krvi v slino, kjer se nato ves kortizol nahaja v prosti obliki. Koncentracija kortizola v slini zato dobro korelira s koncentracijo prostega kortizola v krvi. Analizo kortizola v slini lahko izvedemo z različnimi metodami, najpogosteje z imunološkimi testi, lahko pa tudi s tekočinsko kromatografijo. Najpogosteje uporabljen je encimsko-immunski test ELISA, ki temelji na interakciji med tarčnim biomarkerjem in zanj specifičnim protitelesom. Ta je konjugiran z reporter-skim sistemom, namenjenim kvantifikaciji biomarkerja v vzorcu - gre za encim, najpogosteje hrenovo peroksidazo ali alkalno fosfatazo, ki pretvarja substrat v obarvan produkt. Signal, ki pri tem nastane, lahko zaznamo s spektrofotometrom. Iz intenzitete izmerjenega signala nato s pomočjo umeritvene krivulje določimo koncentracijo biomarkerja v vzorcu.

Kvantifikacijo biomarkerjev stresnega odziva najpogosteje izvajamo v vzorcih krvi, vendar se zaradi določenih prednosti danes vse večji pomen pripisuje stresnim biomarkerjem, prisotnih v slini.

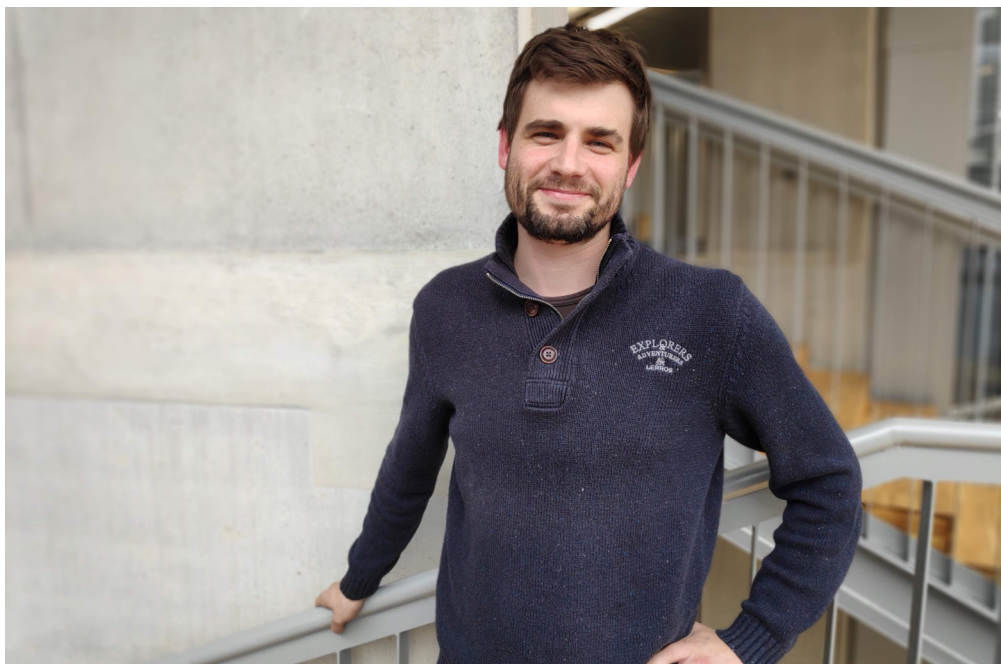
Zaključek

Simpatiko-adrenalinski, kortizolski in citokinski odziv predstavljajo tri veje nespecifičnega obrambnega odziva na stres, ki se aktivirajo ob prisotnosti različnih stresorjev. Ob tem pride do povišanja koncentracije določenih makromolekul, kot so kateholamini, kortizol in proznetni citokini, in ker lahko te kvantificiramo z različnimi analitskimi tehnikami, jih uporabljamo kot biomarkerje stresnega odziva. Kvantifikacijo biomarkerjev stresnega odziva najpogosteje izvajamo v vzorcih krvi, vendar se zaradi določenih prednosti danes vse večji pomen pripisuje stresnim biomarkerjem, prisotnih v slini. Pri tem sta zaenkrat najbolj perspektivna kortizol in α -amilaza, saj njuna koncentracija dobro korelira s koncentracijo stresnih biomarkerjev v krvi. Področje sicer ostaja dokaj neraziskano, pri čemer so sploh aktualne raziskave sočasnega vpliva simpatičnega in parasimpatičnega živčevja na koncentracijo α -amilaze v slini. Nadaljnje študije bodo omogočile boljše razumevanje povezave encima s simpatiko-adrenalinskim odzivom na stres, kar bo povečalo uporabnost α -amilaze kot biomarkerja stresnega odziva.

Viri

- [1] U. Kovačič, J. Sketelj: Nespecifični obrambni odziv organizma na stres. *Temelj. patološke Fiziol.* 2017, 49-54.
- [2] P. Batista, A. Pereira, A. B. Vaz: Salivary Biomarkers in Psychological Stress Diagnosis. *ARC J. Pharm. Sci.* 2017, 3(2), 9-18.
- [3] J. A. Bosch, E. C. I. Veerman, E. J. De Geus, G. B. Proctor: α -Amylase as a reliable and convenient measure of sympathetic activity: don't start salivating just yet! *Psychoneuroendocrinology* 2011, 36(4), 449-453.

"Hkrati sem pogosto stremel k izboljšanju in optimizaciji operacij, povezanih s trenutnim življenjskim okoljem, kjer sem se nahajal."



Fotografija je iz osebnega arhiva.

ZNA NSTVENI KOTIČEK

4. Znanstveni kotichek z dr. Alešem Ručigajem

Navdušenje nad kemijo pri meni ni izhajalo iz standardnega koncepta pestrosti barv ali burnosti neke kemijske reakcije, ampak mi je bil bližje matematični koncept različnih kemijskih fenomenov, kar bi lahko povezal tudi z osredinjenostjo nad principi matematike in fizike. Hkrati sem pogosto stremel k izboljšanju in optimizaciji operacij, povezanih s trenutnim življenjskim okoljem, kjer sem se nahajal. Od tod tudi odločitev za študij kemijskega inženirstva, ki združuje kemijo in tehniška znanja. V mladih letih sem svoj čas sicer strastno namenjal opazovanju vremenskih pojavov in meteorologiji – hobiju, ki se ni udejanil v profesionalni poti, saj je bila izbira kemijskega inženirstva atraktivnejša. V pros-

tem času vremensko dogajanje še vedno rad spremljam, sploh če je dinamika gibanja zračnih mas izrazito ugodna in so izpolnjeni ustrezni začetni in robni pogoji. V kategoriji prostočasnih dejavnosti je smotrno izpostaviti še rekreativno ukvarjanje s kolesarstvom, ki predstavlja učinkovito sredstvo za prevetritev možganov ter ohranjanje nožne in srčne miškulature. In drugo.

V odmik od prostopisnega orisa določenih osebnostnih detajlov pa sem dolžan na pladenj položiti še nekatera povsem tehnična dejstva. Študij na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo sem vpisal v letu 2006/2007 in tako zaplaval v dinamično fluidnost kemijskega inženirstva, ki je v meni izostril

hitrost reagiranja na spremembe v prenosu toplote in snovi v definiranih kontrolnih volumnih. Poznavanje snovne in energijske bilance je pustilo neizbrisen pečat, ki me s prikritim nasmehom na ustih spremlja še danes, naj gre za kuhanje jutranje kave, prenos snovi v travinjah kot pomembnega vira voluminozne krme za govedorejo ali petje pogorelčka v visokodebelnih sadovnjakih. Po drugi strani pa mi je »lahkotnost« študija omogočala, da sem osebno bilanco stanja vsakoletno popravljaj s študentskim delom, najprej v Kemisu, ki je v meni aktiviral varnostni aspekt, in za tem v Leku, kjer sem časovno optimiziral izvedbo analitskih postopkov in dosegal številne osebne rekorde, dokler zadeva ni

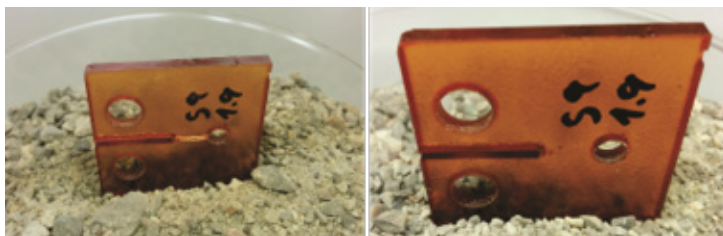
“ Sproščeno vzdušje v kombinaciji z dobrimi pogoji raziskovanja so mi omogočili uspešen zaključek doktorskega dela. ”

dokončno limitirala in sem svoje izpopolnjevanje posvetil diplomskemu delu. Diplomsko delo sem zaključil jeseni 2011 pri prof. dr. Janvitu Golobu na temo prenosa procesa gojenja z lipidi bogatih mikroalg z laboratorijskega na pilotni nivo. Po zaključeni diplomski sem še isto leto študijsko pot nadaljeval kot mladi raziskovalec pri prof. dr. Matjažu Krajncu. Tematika doktorskega dela je bila usmerjena v matematično modeliranje encimsko katalizirane reakcije. Pri tem sem encimsko katalizirano reakcijo opisal s kinetičnim modelom in s tem napravil pomemben korak k optimizaciji celotnega procesa. Tema je bila še posebej zanimiva, saj je šlo za enega izmed realnih procesov v Leku. Prav obdobje doktorskega študija je bila potrditev o pravilni izbiri študijske poti, k čemur so veliko pripomogli tako mentor kot sodelavci na Katedri za materiale in polimerno inženirstvo, kjer prisostvujem še dandanes – le da smo medtem spremenili lokacijo iz prostorov na Kemijskem inštitutu v prostore na Večni poti 113. Sproščeno vzdušje v kombinaciji z dobrimi pogoji raziskovanja so mi omogočili uspešen zaključek doktorskega dela, za katerega sem prejel tudi Krkino nagrado.

Raziskovalno delo, združeno s pedagoškim delom sem nadaljeval na fakulteti; sprva na področju matematičnega modeliranja reakcijske kinetike in kinetike zamreževanja različnih polimernih sistemov ter na področju načrtovanja, sinteze in karakterizacije naprednih polimernih materialov iz obnovljivih virov s pametnimi lastnostmi, kot je samoceljenje (SH), oblikovni učinek (SM) in njuna kombinacija (SMASH). SMASH materiali imajo sposobnost, da po deformaciji obnovijo svojo prvotno obliko in lastnosti z ustrezno fizikalno ali kemijsko spodbujeno transformacijo. S tem se poveča življenjska doba materiala, zmanjša negativni vpliv na okolje in znižajo stroški (ponovne) priprave. Kemijsko samoceljenje je potekalo preko mehanizma Diels-Alderjeve reakcije, medtem ko smo fizikalno samoceljenje dosegli preko tvorbe sekundarnih intramolekularnih in intermolekularnih povezav. Po drugi strani pa je bil spominski učinek termično aktiviran. Na tej tematiki se je zvrstilo lepo število tako diplomskih in magistrskih študentov ter doktorski študent, ki so vsak na svoj način pomembno doprinesli k pripravi polimernih materialov s sposobnostjo samo-

celjenja in oblikovnega učinka.

V zadnjem obdobju pa se je glavna mojeg raziskovalnega dela, ob pomembnem doprinosu doktorskega študenta, usmerila v pripravo hidrogelov iz biopolimerov (alginat, nanoceluloza, hitozan, skleroglukan), sprva za namen ciljnega in kontroliranega sproščanja učinkovin, kasneje pa tudi v tkivnem inženirstvu in biosenzoriki. Za hidrogel je značilna tridimenzionalna struktura hidrofiličnih gradnikov v vodnih medijih s specifičnim viskoelastičnim obnašanjem. Prvič, podrobno poznavanje lastnosti biopolimerov in dodatkov je pomembna osnova za pripravo hidrogelov. Drugič, razumevanje lastnosti hidrogela kot funkcije metode priprave, koncentracije biopolimerov in koncentracije zamreževala je pomemben prispevek k razvoju novih sistemov. Tvorba tridimenzionalnega ogrodja hidrogelov sicer poteka prek fizikalnega ali kemijskega zamreževanja. Stabilnost hidrofilične biopolimerne mreže najpogosteje omogočajo van der Waalove in vodikove vezi ter hidrofobne in elektrostatske interakcije (fizikalno zamreževanje), medtem ko ob dodatku zamreževala pride do tvorbe



Polimerni nastavek z izraženo razpoko (levo) in polimerni nastavek po termično aktiviranem samoceljenju (desno) brez vidne razpoke.

ionskih vezi ali kovalentnih vezi (kemijsko zamreževanje). Lastnosti hidrogelne mreže je mogoče nadalje manipulirati z anorganskimi/organskimi dodatki (gline, sintetični polimeri, grafen oksid, nanodelci), kar omogoča dodatno izboljšanje pri doseganju edinstvenih lastnosti materiala. Odziv hidrogelne mreže mora biti skrbno načrtovan in povezan z naravo in obsegom strukturne spremembe. Ko se hidrogeli uporabljajo v človeškem telesu, je zaželena sprememba strukture kot odziv na zunanje dražljaje, in sicer pH, temperaturo, mehansko silo, električni odziv in svetlobo. Glavni cilj predstavljenega osrednjega dela raziskovalnega dela je tarčna zasnova hidrogela z ustreznimi lastnostmi glede na predvideno področje uporabe. V ta namen smo zasnovali matematični model za napovedovanje reoloških lastnosti hidrogelov povezanih s hitrostjo sproščanja učinkovin iz njih glede na lastnost uporabljenega biopolimera, način zamreženja, temperaturo in pH-vrednost okolice sproščanja. Na predstavljenem raziskovalnem področju se rezultati dela dobro nadgrajujejo in dopolnjujejo tudi na račun sodelujočih študentov.

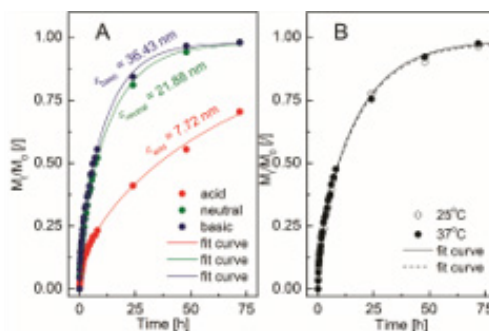
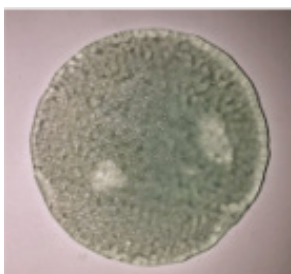
Poleg vključevanja študentov v ustaljeno raziskovalno delo pa sem kot vodja sodeloval v programu Po kreativni poti do znanja, kjer so študenti sodelovali in imeli možnost pridobitve praktičnih izkušenj, dodatnih znanj in veščin,

... Poleg vključevanja študentov v ustaljeno raziskovalno delo pa sem kot vodja sodeloval v programu Po kreativni poti do znanja, kjer so študenti sodelovali in imeli možnost pridobitve praktičnih izkušenj, dodatnih znanj in veščin, pomembnih na trgu dela in pri ustvarjanju karijerne poti ...

pomembnih na trgu dela in pri ustvarjanju karijerne poti. V sodelovanju s partnerjem iz gospodarstva smo se ukvarjali s celostno izrabo ingverja. Velika pozornost je bila namenjena ekstrakciji bioaktivnih učinkovin iz ingverja, [6]-gingerola in [6]-shogaola. Z ekstrakcijo tekoče-tekoče je mogoče učinkovini, ki sta že prisotni v iztisnjenem soku, še dodatno koncentrirati. Nadalje so raziskave potekale v smeri bistrenja soka, kar smo uspešno izvedli in prispevali k možnosti uvedbe nove proizvodne linije bistrega ingverjevega soka. Čeprav glavni proizvod predstavlja ingverjev sok, pa po mletju in stiskanju ingverja ostane tudi veliko ingverjevega odpadka (pulpe), ki ga sestavljajo strukturni proteini in saharidi ter drugi netopni strukturni polimeri. Prav zaradi prisotnost slednjih pulpa predstavlja zanimiv vir snovi, ki jih lahko uporabimo kot osnovo ali dodatek k bio-osnovani in bio-razgradljivi plastiki. Poseben čar raziskovalnega dela

imajo industrijski projekti, kjer je rezultat v dogovorjenih rokih še posebno pomemben. Na tem področju trenutno sodelujem s Krko, kjer se ukvarjam s samo-optimizacijo pretočnega sistema.

” Poseben čar raziskovalnega dela imajo industrijski projekti, kjer je rezultat v dogovorjenih rokih še posebno pomemben. “



Primer zamreženega hidrogela iz alginata (levo) in rezultati testov sproščanja, opisani z matematičnim modelom v različnih pH-okoljih (A) in pri različnih temperaturah (B).

INTERVJU

5. Bivša študentka FKKT Sara Drvarič Talian

dr. Sara Drvarič Talian,
Kemijske znanosti (doktorirala 2018)

Naziv ustanove:

Kemijski inštitut, Ljubljana,
Odsek za kemijo materialov

Naziv poklica:

raziskovalka

Kratek opis dela: **delo v raziskovalnem laboratoriju, kjer razvijamo nove akumulatorje in raziskujemo njihovo delovanje**

Intervjuvala: Veronika Bračič



Fotografija je iz osebnega arhiva.

Kateri predmet na FKKT je bil tako zanimiv, da bi ga z veseljem poslušala še enkrat?

Fizika. Predvsem mi je bil všeč način podajanja snovi prof. Muševiča. In najbrž mi ne bi škodilo ponovitvi osnov.

Delo znanstvenika mnogokrat zahteva ogromno količino vztrajnosti. Kako negovati to veščino, tudi ko nič ne gre po planu?

Popolnoma se strinjam, da je ena izmed glavnih lastnosti raziskovalca vztrajnost. Prvi eksperimenti skoraj nikoli ne grejo po planu in je potrebnih veliko ponovitev z manjšimi popravki, da pridemo do zelenega odziva. Zdi se mi sicer, da tukaj lahko največ pripomorejo mentorji. Da mlajšim pokažejo, da to, da jim začetni eksperimenti ne gredo po planu, ni nujno odsev tega, kako dobri so pri svojem delu. In da jim pomagajo ohraniti navdušenje nad laboratorijskim delom ter vero v to, da bodo na točki, ko bomo raziskovani sistem bolje spoznali, tudi eksperimenti tekli po planu.

Kako bi v enem stavku opisala, s čim se ukvarjaš?

Raziskujem, kako delujejo (oziroma bolj zakaj ne delujejo) moderne vrste akumulatorjev, kar v praksi pomeni, da poskušam najti nove načine, kako z različnimi analiznimi metodami pogledati v samo elektrokemijsko celico.

Tri stvari, ki jih vedno vzameš s seboj v laboratorij.

Halja in rokavice. Do pred kratkim tudi maska. Takoj za tem sta še alkoholni marker in telefon.

Katera stvar te na tvojem raziskovalnem področju najbolj navdušuje?

Fascinira me predvsem dejstvo, da me lahko elektrokemijski sistem, za katerega se mi zdi, da njegovo delovanje dobro poznam, še vedno presenetiti. Kar v širšem smislu najbrž pomeni, da ne vemo vsega in najbrž nikoli ne bomo.

Kdaj si vedela, da si želiš kariero nadaljevati v raziskovalnih

vodah ter kako si vedela, katero področje si sploh želiš raziskovati?

Tega, da hočem biti raziskovalka, nisem nikoli zares vedela. Nekako se je pač zgodilo in ker mi je bilo delo všeč in ker sem se z ekipo dobro ujela, sem ostala. Podobno je sicer tudi s področjem. Vedela sem, da ne bom nikoli preveč uspešna v sintezah ali pa v izključno računskem delu. Nisem pa nikoli bila omejena s tem, da moram nujno delati z elektrokemijo.

Kaj ti pri sedanjem delu predstavlja največji izziv?

Žongliranje med delom, družino in zadostno količino počitka. Nekako na neki fronti vedno zmanjka časa.

Brez česa si ne predstavljaš vsakodnevnega življenja?

Zadostne količine spanja. Ugotovila sem, da je od tega, če se dovolj naspim, zelo odvisno tako splošno počutje kot zmožnost jasnega razmišljanja.

Predlog za knjigo, ki bi jo moral vsak prebrati.

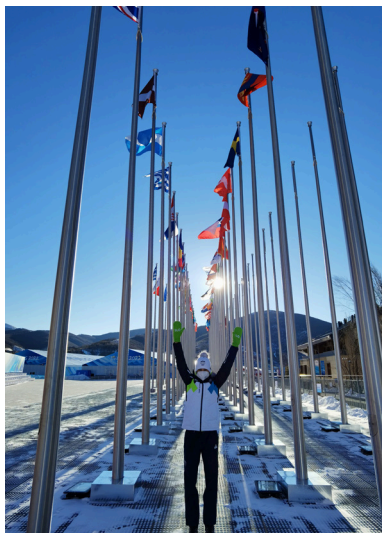
To vprašanje pa je težko :). Če pogledam najboljše ocenjene prebrane knjige, ki jih imam na Goodreads, se pri vrhu gibljejo Vzhodno od raja (John Steinbeck), Jugoslavija, moja dežela (Goran Vojnović) in Fantje iz Brazilije (Ira Levine).

Najljubši spomin na leta študija na FKKT.

Preveč jih je in najbolj zabavni niti niso primerni, da bi jih zapisali. Najbrž je vzdušje ob zmagi na Tehnologijadi 2011 nekje blizu vrha seznama.

6 ■ Izpitno obdobje na Olimpijskih igrah

Besedilo: Neža Žerjav



Fotografije so iz osebnega arhiva.

Zagotovo moje prve olimpijske igre ne bi mogle biti bolj markantne, kot pa so bile te v Pekingu. Že same olimpijske igre so nekaj posebnega, a zakaj? Povsem objektivno gledano sama športna tekmovanja niso nič posebnega – enake razdalje, enake discipline in podobna konkurenca kot na povprečni tekmi svetovnega pokala. Pomembno pa je, da se priložnost ponudi le na vsaka štiri leta in ima naziv olimpijskega prvaka prav poseben mik, v podzavesti pa ostaja še nekaj romantičnih de Coubertinovih idej. Na olimpijskih igrah se tekmovalci povsem umakne v nek drug svet, kar pa je bilo letos še toliko bolj izrazito, saj se je vse skupaj odvijalo na daljnem Kitajskem v skorajda absurdnem protikoronskem mehurčku. Tako izolirani smo bili športniki veliko bolj izenačeni, kot smo sicer. Velikokrat so prizorišča in nastanitve za športnike raztresena na vse konce in kraje, tu pa smo bili tekmovalci strnjeni v treh olimpijskih vaseh – v Pekingu, Jančingu

Pri opredeljevanju svojih prostočasnih dejavnosti imam nekaj težav. Spada mednje tek na smučeh ali študij biokemije? Oboje? Sploh imam prosti čas? Mogoče bi se morala o tem vprašati enkrat po maturi in se odločiti ali za šport ali za študij, pa se na srečo nisem. In tako so se mi v prvem letniku na magistrski stopnji zgodile zimske olimpijske igre.

in Džangdžjakovu. V slednjem smo smučarji tekači skupaj z biatlonci, nordijskimi kombinatorci, smučarskimi skakalci, deskarji in smučarji prostega sloga ne glede na nacionalnost ali »zvezdniški« status spali v enakih sobah, se enako pridušali nad muhastimi prhami, ki so nas občasno razveselile z ledeno mrzlo vodo, in jedli enak neslan riž. Kitajska nima ravno tradicije zimskih športov, kar pomeni, da ljudje, s katerimi smo (prek mask in skafandrov) prišli v stik, niso imeli dosti pojma, kdo smo in kaj počnemo. Zanje smo bili vsi le športniki, vsi enaki, ni jim bilo pomembno, če si bil tretji od zadaj ali olimpijski prvak. Nenamenoma so nas subtilno prisilili živeti v skladu z načelom »važno je sodelovati in ne zmagati«. To ne pomeni, da si vsak od nas ni prizadeval biti najboljši niti se nismo opijali v »bratstvu in enakosti,« temveč smo dobili le občutek, da smo vsi na istem spektru, ne pa da smo razdeljeni na kaste »dobrih« in »slabih.« Seveda pa je kdo moral v realnosti sestopiti s trona in (če že) svojo potrditev iskati »na daljavo« – preko medijev in socialnih omrežij. Jaz sem cel mesec uživala v približku svoje donkihotsko idealizirane podobe športa. Nikakor pa ni bilo vse rožnato. Najbolj me je zmotila malomarna okoljska politika. Igre so se dogajale na področju s polpuščavskim podnebjem, kjer pozimi praktično ni snega. Lahko si mislite, kaj v

tem primeru pomeni umetno zasneževanje. Ker vodovodna voda ni bila pitna, sem v mesecu dni porabila več plastenk kot prej v desetih letih. O tonah zaščitnih mask, skafandrov, rokavic in ostalega potrošnega materiala, ki ga je iz naših življenj v oceane napolnil koronavirus, je zelo mučno razmišljati. V jedilnici je bil le pribor za enkratno uporabo in žal sem bila edina, ki je izvajala tihi upor s svojo kovinsko žlico in zvesto škatlo za malico. Najbrž je bil to, ne moje uvrstitve, razlog, da sta me dve kitajski kuharici prosili za fotografijo in avtogram. Igre je koronavirus zelo močno zaznamoval. Testirali so nas vsakodnevno in pozitiven rezultat bi pomenil odredbo izolacije, ki je bila zagotovo psihično zelo naporna. Izredno strogi ukrepi pa so pripomogli k temu, da do izbruha okužb na igrah ni prišlo, vsi pozitivni so svoj virus »uvozili« od doma. Težko sodim, če so bili ukrepi prestrogi, vsekakor pa se ne strinjam s posmehljivim in senzacionalističnim poročanjem zahodnih medijev, ki je dajalo vtis, da smo bili športniki na igrah ujeti v distopičnem svetu, kjer neprestano preti možnost »eliminacije« zaradi pozitivnega testa. Tako prej kot kasneje smo spremljali športne prireditve s podobnimi ukrepi in pravili, podobno malomarno okoljsko in še kakšno drugo politiko, le da v državah, ki so nam geografsko (ali zgolj ideološko) bližje. Ah, bom spomni-



la le še na grehe in metanje kamnov. Igre so skoraj povsem sovpadle z zimskim izpitnim obdobjem, tako da sem se pač odjavila z vseh rokov in se z veseljem sprijaznila, da »letos bo huda jesen.« Vseeno je na Kitajsko romala tudi precejšnja količina študijskega gradiva, ki je na tekmovanjih in pripravah vedno dobrodošla družba. Na smučeh sem večinoma trenirala le enkrat na dan, raziskovanje Kitajske pa je bilo zaradi protikoronskih ukrepov in hudega mraza oteženo, zato je bilo časa

Kako je bilo? – Fajn.
– Mraz.

za branje in študiranje dovolj. Branje in študiranje na olimpijskih igrah ni nič bolj spektakularno kot doma, kar je najbrž razlog, da je prineslo nekaj normalnosti v sicer precej nenavaden vsakdanjik. Resnično si nikdar nisem mislila, da bom kdaj

računalniške vaje Sintezne biologije opisala kot »domačne.« Vsekakor pa za domotožje ni bilo ne povoda ne časa. Navaditi smo se morali na časovni zamik, mraz in nadmorsko višino ter usvojiti vse aspekte življenja v olimpijski vasi, kar pomeni, da ne greš nikamor brez akreditacije in se sprijazniš z dejstvom, da redkokdo govori angleško. Pa seveda smo morali ugotoviti, kje v jedilnici se nahaja tista edina solnica. V vasi so bili poleg nastanitev med drugim tudi trgovine sponzorjev, dva muzeja, zelo oblegana trgovina s spominki, frizerski salon in – meni najljubša – pošta. Sploh na vrhuncu iger, ko je bila povsem polna, je v vasi vrvelo od življenja. Čeprav je bilo na igrah »mraz,« je bilo tudi »fajn.« Na veliko zgroženost preostalih članov ekipe sem zato dan pred odhodom zatrdila, da »jaz bi šla pa rada še enkrat.« Torej, študij biokemije je očitno dobro kompatibilen z olimpijskimi igrami v izpitnem obdobju, vendar se olimpijski cikel razprostira

čez celotno štiriletno obdobje in prinaša vprašanje usklajevanja športa in študija. Enoznačnega odgovora na to ni in ne želim govoriti o sistemskih rešitvah, ki bi reševale problem dvojne kariere športnikov. Zavedam se svoje sreče, da je v Sloveniji sploh možno usklajevati šport na vrhunskem nivoju in kakovosten ter javno dostopen študij. Marsikje drugje je treba pri eni od teh dveh stvari stopiti korak nazaj in znižati svoja pričakovanja in standarde. Čeprav je majhnost Slovenije v tem primeru prednost, se včasih ne da biti na dveh krajih istočasno, zato sem resnično hvaležna kolegom, ki jih često maltretiram za zapiske, ter profesorjem in asistentom, ki so mi doslej vedno omogočili opravljanje vseh študijskih obveznosti. Na očitke, da študij kvarno vpliva na športno udejstvovanje, ki vznikajo v smučarkotekaških logih, sem sčasoma postala imuna. (»Kako je bilo? – Fajn. – Mraz.«)



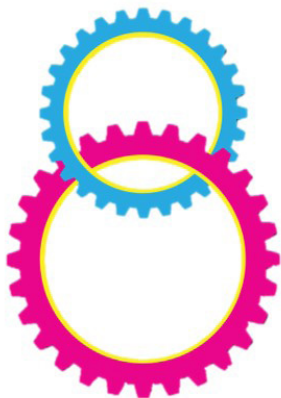


7

DOGAJALO SE JE

Tehnologijada 2022

Tri, štiri, zdaj! Tako smo se študentje UL FKKT po dvoletnem koronskem premoru v ponedeljek, 2. maja, podali na potovanje v Rovinj na Hrvaškem, kjer se je odvijala letošnja Tehnologijada. Tam smo uspešno zastopali UL FKKT in se domov vrnili s številnimi osvojenimi trofejami.



Besedilo: David Ribar

Fotografije so iz osebnega arhiva.



Priprave na to mednarodno študentsko tekmovanje, ki je v principu sestavljeno iz dveh delov, znanstvenega in športnega dela, so se pričele že nekaj časa pred uradno otvoritvijo. Študentje, ki so nas zastopali v vseh devetih disciplinah športnega dela, so svoje veščine urili na številnih treningih. Študentje, ki so fakulteto zastopali na znanstvenem delu, pa so svoje raziskovalne prispevke predstavili na internem izboru v začetku aprila, kjer je strokovna komisija v sestavi izr. prof. dr. Boštjana Genoria, doc. dr. Bojana Šarca in doc. dr. Mihe Pavšiča, izglasovala pet prispevkov, katerih avtorji so se nam pridružili na tekmovanju.

Ekipo UL FKKT smo torej sestavljali izjemni športniki in drzni raziskovalci – odlična reakcijska zmes, za katero je doseganje visokih športno-znanstvenih ciljev povsem termodinamsko ugodno. Po uradni otvoritvi, ko smo se zastopniki vsake izmed osmih tekmujočih fakultet

predstavili, je sledil družabni večer, kjer smo se spoznali s hrvaškimi kolegi. S torkom so se pričele kvalifikacijske tekme, hkrati pa smo že prvi tekmovalni dan osvojili našo prvo trofejo – prvo mesto v namiznem tenisu. S sredo smo hkrati tudi pričeli s predstavitvami znanstvenih prispevkov naše fakultete.

Tako smo se proti koncu tedna ob glasnem navijanju vseh navijačev v praktično vsaki disciplini prebijali višje in višje, dokler se nismo v finalnih dvobojih srečali še z zadnjimi nasprotniki v soboto. Po napetih športnih spopadih smo tudi na finalni dan dosegli izjemne rezultate. Proti večeru smo se študentje vseh fakultet zopet zbrali in formalno zaključili Tehnologijado 2022 s podelitvijo trofej najvišje uvrščenim.

Kot omenjeno že poprej, smo tudi letos dokazali svojo športno-znanstveno vrhunskost, kar zagotovo dokazujejo naše najvišje

uvrstitve: v združenem točkovanju znanstvenega in športnega dela smo se uvrstili na izjemno 3. mesto. Zlati smo bili na moški košarki, namiznem tenisu, šahu in na individualnem rezultatu znanstvenega dela (delo Blaža Jančiča). S srebrom smo se okronali v ženski košarki in v skupinskem rezultatu znanstvenega dela. Bronasto mesto pa smo dosegli v krosu. Vsako leto se imenuje tudi "MVP" igralce. UL FKKT je izmed vseh fakultet prejela kar štiri takšna imenovanja: Blaž Toplak (moška košarka), Ana Pervanja (ženska košarka), Vid Dobrovoljc (šah) ter Oskar Rosc (namizni tenis).

”

Ob vrnitvi na fakulteto smo vrnili tudi našo maskoto Uroša, ki ponosno nosi ter varuje vse na novo osvojene medalje.

“



V nedeljo zjutraj smo skrbno spakirali vse prejete pokale, medalje in priznanja ter se odpravili nazaj v Ljubljano, polni novih izkušenj in prijateljstev. Ob vrnitvi na fakulteto smo vrnili tudi našo maskoto Uroša, ki ponosno nosi ter varuje vse na novo osvojene medalje. Vsekakor se moramo zahvaliti celotni UL FKKT, ki nas vsakoletno podpira pri organizaciji Tehnologijade ter omogoča, da se študentje tako športno, kot znanstveno ude-

jstvujemo. Zahvala tudi dekanji prof. dr. Andreji Žgajnar Gotvajni, ki nas je obiskala na Tehnologijadi in se pridružila našim navijaškim vzklikom ter tako še dodatno spodbudila vse študente.

V nestrpnem pričakovanju Tehnologijade 2023 vas vse zainteresirane vabim že sedaj! Sestavek pa naj zaključim v pravem navijaškem stilu; fkk, Fkk, FKKT! Za vedno.



Izvenlaboratorijsko ustvarjanje

Anonimna avtorica

s ptičje perspektive,
 kot v sanjah,
 stremim na vrhove glav,
 katerih misli sem nekoč
 znala prebrati
 ni vsako časovno obdobje
 enako odtujajoče,
 pa vendar je lahko
 obseg njegovega trajanja enak
 v svetlobni reki
 potuješ,
 premikaš se
 s hitrostjo,
 ki je pač ne morem doseči
 v krikih
 počasnejšega potovanja
 se izgubi še tisti kanček
 povezave,
 ki je med nama
 umakneš se
 v križišče cest,
 ki se ne stikajo z mojo,
 najina razdalja
 pa onemogoča
 nadaljnjo ohranitev stikov
 s tokom misli
 se zopet snideva,
 a le za trenutek,
 preden se vsak
 s svetlobno hitrostjo
 izstreliva v svojo smer

dobronamerno sporočilo
 in spet pristanem
 v košu za smeti,
 kamor naj bi zares
 spadala,
 vsaj, kar se tebe tiče
 točno to
 je bil tvoj cilj,
 da se ponižam
 pred tabo
 in te poveljučujem
 žal mi je zmanjkalo
 potrpljenja
 in sočutja
 za ljudi,
 ki ne ločujejo
 odpadkov



Narisala Tanja Topič.

Tudi ti rad kaj spesniš, narišeš, fotografiraš ali kako drugače ustvarjaš? Svoje umetniške drobtinice nam lahko pošleš na elektronski naslov erlenmayerica@gmail.com ali pa prosiš prijatelja, da to naredi v tvojem imenu in mi anonimno objavimo v prihajajočih številkah. Kdo navsezadnje pravi, da kemija ni znanost in umetnost hkrati ...

Fotografije s spomladanskega fotografskega natečaja 2022 ŠO FKKT



Fotografirala Tinkara Butara.



Fotografirala Veronika Bračić.



Fotografirala Špela Gašperlin.




Fotografirala Tina Arnšek



Fotografiral Patrik Završnik.

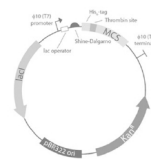
Rebus po kemijsko

Svetloba, proizvedena z lučmi, ki jih napaja ta kemijski element, lahko prodre skozi meglo.

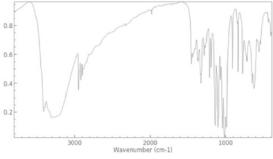


30,97

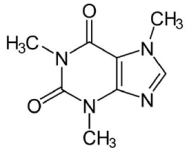
Poimenovan iz grškega jezika, kjer pomeni „vijolično obarvan“.




Poimenovanje plazmida, preučevanega v članku s kodo DOI: 10.1038/s42003-020-0939-8.





Spektroskopska metoda pretežno namenjena kvalitativni analizi, pri kateri posnamemo tak spekter.





Pijača, v kateri se lahko nahaja tudi zgornja molekula.




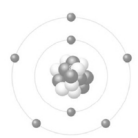














Oznaka za vsoto jedrnih delcev.


V svoji elementarni obliki je v „pop-kulturi“ v primerjavi s slavnim oksidom omenjen v veliko manjšem obsegu ...


Organoleptična zaznava mnogih njegovih spojin je nemalokrat neprijetna.

Kovina, odporna na korozijo in kot taka zanimiva pri izdelavi številnih medicinskih vsadkov.

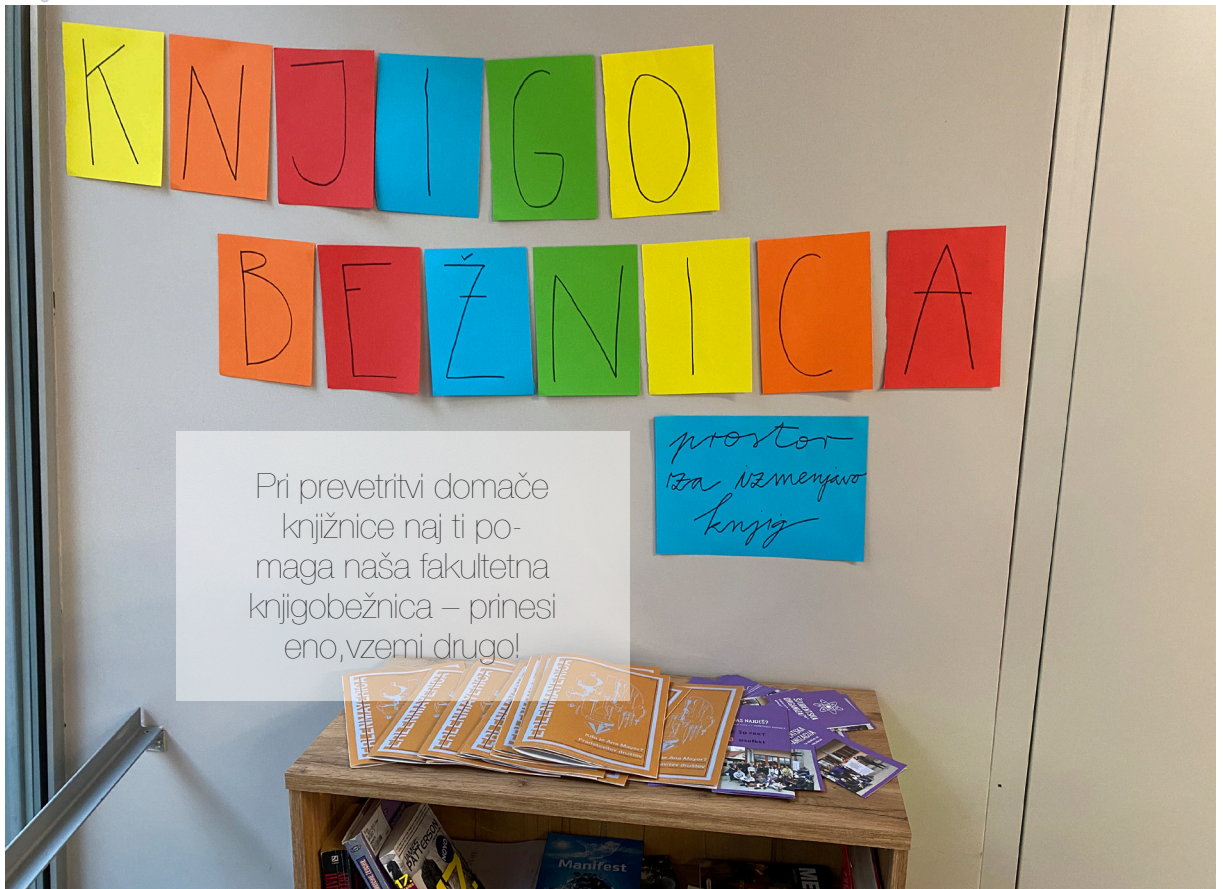








Fotografirala Veronika Bračić.





Besedilo: Veronika Bračič

Poročilo laboratorijske vaje:

Določevanje vpliva metuljčkov v želodcu na metuljčke v trebuhu

Namen vaje:

Namen vaje je preveriti vpliv zaužitih metuljčkov na pojav metuljčkov v trebuhu ob pogledu na osebo, ki je pripravila obrok. Ker vaja vsebuje veliko parametrov, bo treba eksperiment z ljubljeno osebo ponoviti večkrat (za točnejše rezultate)



Reagenti:

400 g metuljčkov
3 artičoke
1 limona
2 stroka česna
100 ml suhega belega vina
3 žlice smetane za kuhanje
2 žlici kisle smetane
šopek peteršilja
olivno olje
sol
popper



Varnost pri delu:

Pri delu smo bili pozorni na odmerjanje količine vina, saj je znano, da lahko prevelika doza pozitivno vpliva na pojav metuljčkov v trebuhu in zato je zamakne rezultate od resnične vrednosti.



Potek dela:

Najprej smo oprali artičoke, jim odrezali stebela in odstranili trše zunanje liste. Vsako artičoko smo razrezali na četrtine. Tako narezane artičoke smo postavili v lonec, vanj natočili vodo tako, da je prekrila artičoke in s pH-lističem preverili pH. Ker je bil ta preveč bazičen, smo za uravnavanje pH uporabili sveže stisnjen sok ene limone, ki smo ga dodali v vodo. Medtem ko so se artičoke ustrezno namakale, smo olupili česen ter ga sesekljali skupaj s peteršiljem. Na vroči kuhalni plošči smo segreli ponev ter vanjo dodali olivno olje, česen in peteršilj. Na srednjem ognju smo zmes segrevali, dokler ni česen začel postopoma rjaveti. Artičoke smo oddekantirali

in jih dodali v ponev. Z merilnim valjem smo odmerili vino, ga dodali v ponev in dobro premešali. Heterogeno zmes smo začinili s soljo in poprom po okusu. Reakcija je potekala 20 minut, da so se artičoke popolnoma zmehčale. Medtem smo v slani vodi skuhali metuljčke, katerih vpliv smo preverjali v končnem eksperimentu. Zmehčanim artičokam smo dodali smetano za kuhanje ter kislno smetano, premešali, ter na koncu dodali še kuhane metuljčke. Tako pripravljen produkt smo postregli subjektu in opazovali nastanek metuljčkov v trebuhu.

Rezultati:

Glede na meritve je jasno, da zaužiti metuljčki močno vplivajo na metuljčke, ki nastanejo v trebuhu. Nastanek trebušnih metuljčkov lahko povežemo z okusnostjo pripravljenega produkta, obenem pa ne smemo pozabiti, da na naše rezultate vpliva tudi anatomsko bližina med želodcem in trebuhom. Opazili smo tudi, da so v primeru, ko smo poleg produkta ponudili še vino, metuljčki v trebuhu nastali še prej, kot takrat, ko vina poleg produkta nismo ponudili. Tako lahko z gotovostjo trdimo, da je eden izmed parametrov nastanka metuljčkov v trebuhu tudi kakovost ter količina vina, zato bo eksperiment potrebno ponoviti še velikokrat.



erlenmayerica@gmail.com

