

ERLENMAYERICA

št. 3

V sodelovanju s fotografskim projektom Future Food.

PO POTI PIVOVARSTVA
Podobe kemijske preteklosti

JESEN
2023

Z IRENO KRALJ CIGIĆ
Znanstveni kotiček

ERLENMAYERICA

Glasilo študentov Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani

jesen 2023 | št. 3

Naklada:
170 izvodov

Glavna urednica:
Anamarija Agnič

Uredniški odbor:
Veronika Bračič, Tinkara Butara, Ana Hočevar, Jan Hočevar, Iva Klofutar, Klara Razboršek

Ustvarjalci:
Anamarija Agnič, Veronika Bračič, Tinkara Butara, Ana Hočevar, Jan Hočevar, Jan Jerovšek, Iva Klofutar, Irena Kralj Cigić, Zala Perko, Klara Razboršek, Ervin Rems, Francesco Rucci, Manca Šincek, Tina Urh

Recenzenti:
izr. prof. dr. Boštjan Genorio, prof. dr. Simon Horvat, prof. dr. Marko Novinec

Naslovnica:
Francesco Rucci
Zadnja stran:
Francesco Rucci

Oblikovanje:
Ema Agnič

Lektura:
dr. Tomaž Petek, s.p.

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, lektorska sredstva pa je zagotovila Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani.

E-pošta:
erlenmayerica@gmail.com

“
**DRAGI BRALEC - POZDRAVLJEN,
DRAGA BRALKA - OJ!**
”

V rokah ali primežu celozaslonskega pogleda držiš že tretjo številko Erlenmayerice – vsekakor enega bolj simpatičnih glasil kemijske skupnosti (Angewandte Chemie, naj ti bo; tudi ti si kar očarljiva).

Prispevkov zanj tokrat nista pripravljala le dva kuharja, kot v predhodnih številkah; z Veroniko so se nama namreč pridružili še Klara, Ana, Tinkara, Jan in Iva. Končno lahko rečem, da ima Erlenmayerica svoj čisto pravi uredniški odbor! S povečanjem ekipe je tako zrasel tudi nabor idej in prispevkov, s katerimi bi vam tokrat želeli postreči. Mi smo se ob pripravi glasila zabavali. Upamo, da se boste ob njegovem prebiranju zabavali tudi vi.

Vsebino prispevkov smo nizali okoli osrednje teme: kemija (in še mnogi drugi vidiki) prehrane. Tako smo se razpisali o zgodovini pivovarske dejavnosti, preiskovali Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, pokukali v kulturo skandinavskih dežel in njihove navade vsakodnevnih umirjajočih premorov za kavo, v znanstveni kotiček pa smo povabili prof. dr. Ireno Kralj Cigić, ki je pomemben del svoje raziskovalne dejavnosti namenila preučevanju analitike živilskih vzorcev. Pogovarjali smo se tudi z vodjo državnega raziskovalnega programa "Prehrana in javno zdravje", dr. Igorjem Pravstom, in pisali še o marsičem.

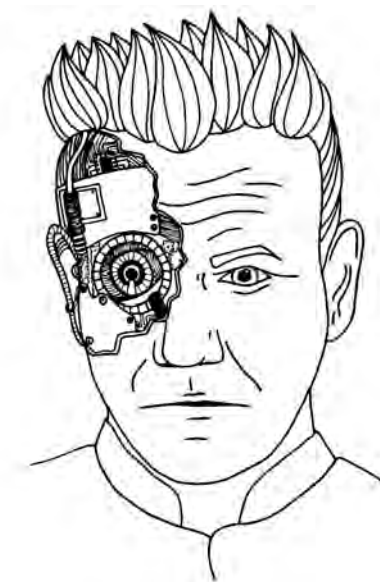
Obisk Wageningna in enega prepoznavnejših agronomskih univerzitetnih centrov sploh pa nam je za tokratno številko prinesel sodelovanje z izjemnim fotografom, Francescom Ruccijem, katerega fotografije iz zbirke "Future Food" spremljajo naše prispevke. Več o projektu in fotografu lahko pobrskate po straneh na koncu glasila (na straneh 58 in 59).

Se beremo prihodnjič, do takrat pa upam, da vas prispevki tretje številke nasitijo.

Anamarija

ANAMARIJA AGNIČ

glavna urednica



Nagovor kuharskega šefa

*za celostno in slikovito doživetje priporočamo miselni priklic značilne drže Gordona Ramsaya s tonom prikritega in rahlo pasivno-agresivnega motivirajočega glasu

Študent/ka kemijskih ved,
pozdravljen/a!

Kot kuharski šef te želim spomniti, da je razumevanje kemije ključnega pomena tudi v svetu prehrane in jo z nekaj domišljije tudi sam/a zlahka uporabiš na svoji kulinarčni poti. Razumevanje kemijskih reakcij nam pomaga predvideti, kako sestavine medsebojno vpli-

vajo in kako dosežemo želeni cilj. Le pomisli npr. na karamelizacijo sladkorja. To je čudovit primer kemijske reakcije, ki se dogaja med kuhanjem. Ko se sladkor segreva, se molekule razgrajujejo in preoblikujejo v bogat karamelni okus. Razumevanje tega procesa nam omogoča, da dosežemo popolno karamelizacijo in ustvarimo slastne sladice.

Prav tako je pomembno razumeti, kako kisline in baze vplivajo na okuse jedi. Dodajanje kisline, kot je limonin sok, lahko osveži okus in dvigne jed na višjo raven. Po drugi strani pa lahko bazni elementi uravnotežijo preveč kislo okolje. Razumevanje pH-vrednosti in kislosti nam omogoča ustvarjanje ravnotežja okusov v jedeh.

Ne smemo pozabiti na vlogo maščob in emulzij v kuhinji. Emulzifikacija je kemijski proces, ki nam omogoča, da združimo sestavine, ki se običajno ne bi mešale. Na primer, majoneza je odlična primer emulzije, kjer se olje in jajčni rumenjaki združita v kremasto omako. Torej, dragi/a študent/ka kemije, uporabi svoje znanje in razumevanje kemije za izboljšanje svojih kulinarčnih veščin. Eksperimentiraj, raziskuj nove kombinacije in bodi inovativen/na. S trdim delom in prakso lahko postaneš mojster kemije, tako kot lahko postaneš kuharski mojster. Zato ne obupaj, vztrajaj in kdo ve, morda odkriješ naslednji veliki preboj v znanosti ali pa (kar je po mojem mnenju še pomembneje) ustvariš edinstveno in privlačno jed!«



Kazalo



01

**Po poteh
pivovarstva**

V tokratni rubriki Podobe kemijske preteklosti raziskujemo začetke pivovarske dejavnosti in kako se je ta razvijala skozi leta, vse do danes.

STRAN 6

02

**Analiza živil v
NLZOH**

NLZOH je osrednji in največji slovenski javnozdravstveni laboratorij, ki se ukvarja s področji varovanja okolja, z diagnostično in javnozdravstveno mikrobiološko dejavnostjo ter s kemijskimi in z mikrobiološkimi analizami različnih vrst vzorcev.

STRAN 10

03

**Kofektanje po
skandinavsko**

Kako se povprečen posameznik v skandinavskih državah sooča s (pre)hitrim življenjskim ritmom? Se lahko od njih tudi mi kaj naučimo?

STRAN 18

04

**Iz stroke in prve
roke**

Plastaze
Sestava elektrolita in delovanje ultramikroporoznega ogljika v litij-žveplovih akumulatorjih

S termogenezo nad debelost

STRAN 22



05

**Prof. dr. Irena
Kralj Cigić**

V tokratnem znanstvenm kotičku se nam je predstavila redna profesorica dr. Irena Kralj Cigić, ki se še posebej zanima za kemijsko analizo živil.

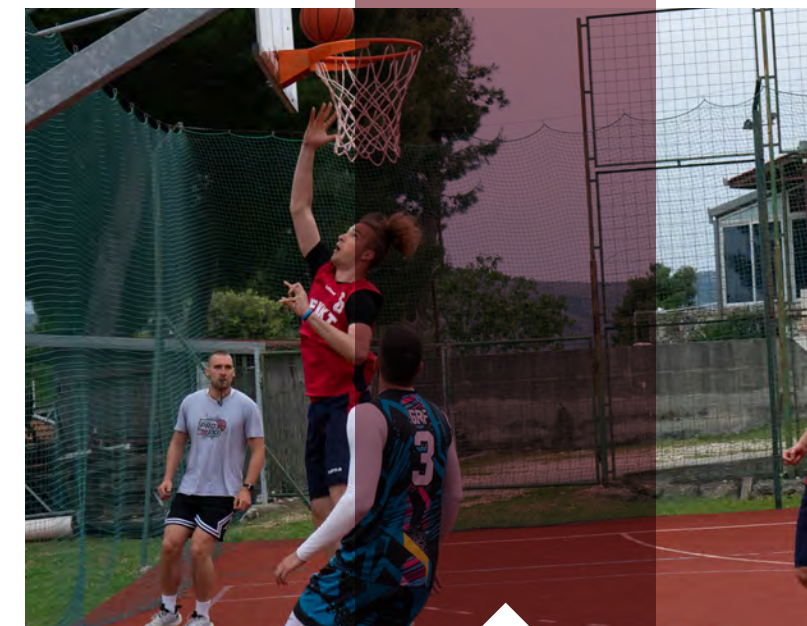
STRAN 38

06

**Intervju - prof. dr.
Igor Pravst**

Pogovarjali smo se z vodjo državnega raziskovalnega programa "Prehrana in javno zdravje" in nekdanjim študentom UL FKKT.

STRAN 41



07

**Prigode iz ZDA in
Francije**

V prispevku je študent Ervin na podlagi lastnih izkušenj primerjal splošne poglede na izobraževanje in raziskovalno dejavnost doma, v Franciji in v Združenih državah Amerike.

STRAN 46

08

Dogajalo se je

S podražitvijo energentov so se podražile tudi cene hrane. Kako situacija vpliva na nas, študente?

Tehnologijada 2023

STRAN 50

01 Po poteh pivovarstva



PODOBE KEMIJSKE
PRETEKLOSTI

AVTOR: JAN HOČEVAR

AVTORICA ILUSTRACIJE:
MANCA ŠINCEK

Ali ste vedeli, da so ljudje prvič zvarili pivo že okoli leta 6000 pred našim štejetjem in da je najstarejši recept za kateri koli prehranski izdelek na svetu namenjen prav pridelavi piva? Prav ta dejstva dokazujejo, kako pomembna pijača je bila za ljudi, celo tako pomembna, da so jo velikokrat imenovali pijača bogov. Ta vzdevek se piva drži še danes.

Prvotno pivo ali prapivo so izdelovali brez kuhanja, samo z alkoholnim vrenjem. Razgradnjo škroba iz žita so dosegli s pomočjo človeške sline, ki vsebuje tudi nekaj amilaz, alkoholno vrenje pa so povzročile divje glive kvasovke iz

zraka. Žito so v ustih dobro prežvečili, potem pa so ga izpljunili v posode, v katerih je zavrelo. Nekatera ljudstva še dandanes pridobivajo pivo na podoben način, na primer v Afriki, staroselci v Ameriki itn.

Kot glavno surovino za varjenje piva so različna ljudstva uporabljala drugačna žita. V Babilonu in Egiptu sta se na primer največ uporabljala ječmen in pšenica, v Afriki in severni Evropi proso, v Ameriki koroza, ječmen, rž in oves, le redko pa pšenica. Glavne sestavine piva so: voda, slad (namočena, nakaljena in nato posušena ali pražena žitna zrna), hmelj in kvas.

Tudi na našem ozemlju ima pivo že precej dolgo zgodovino. Na Ljubljanskem barju so našli 3900 let stare pivske posode, ki kažejo na obstoj tovrstne obrti. Prva znana pivovarna na slovenskem ozemlju je bila v stolpu Loškega

Prav ta dejstva dokazujejo, kako pomembna pijača je bila za ljudi, celo tako pomembna, da so jo velikokrat imenovali pijača bogov.

PODOBE KEMIJSKE PRETEKLOSTI

Erlenmayerica / št.3

- 6 -

gradu. Z uvrstitvijo slovenskih pokrajin v vinorodno območje je pri nas prišlo do zatona pivovarske obrti. Ta se je v največji meri ohranila na Koroškem. Tam je bilo najbolj znano tako imenovano kameno pivo. Gre za ovseno pivo, ki so ga kmetje izdelovali do prve svetovne vojne. Korošci so to pivo pripravljali za svoje potrebe, delno pa tudi za gostilničarje. Poleg kamenega piva so varili tudi boljše pivo – koritnjak, ki se je točilo ob slovenskih praznikih. Na Kranjskem ni podatka, da bi varili pivo pred letom 1582. Prvo poročilo o pivovarju na območju Ljubljane namreč sega v leto 1592. Nazadnje se je – glede na Valvasorjeve zapise – pivovarstvo precej razširilo po Ljubljani, litijskem območju, Škofji Loki, Kranju, Trziču in po Bohinju. Tudi v uradnih cenikih za pijače se je v 17. stoletju pojavilo pivo, ki je stalo približno polovico manj



Fotografije so bile odobrene za objavo v Erlenmayerici s strani Pivovarne Union in so avtorsko zaščitene.

kot najcenejše vino. Leta 1796 je bilo v Ljubljani že šest pivovarn. Z letom 1825 zaznavamo začetke obrtnega pivovarništva v Laškem in ustanovitev prvih pivovarn tudi v Mariboru. Približno do srede 19. stoletja ni bilo več veliko novih pivovarn, po tem obdobju pa je prišlo do prave eksplozije pivovarstva. Nekako med letom 1830 in začetkom 20. stoletja je v Sloveniji delovalo okoli 50 pivovarn. Veliko mojstrov in lastnikov pivovarn je bilo Nemcev, Čehov in Italijanov. Pozneje je število pivovarn začelo upadati in se manjšalo do konca

prve svetovne vojne. Pivovarna bratov Kozler si je že pred tem pripojila nekatere manjše pivovarne, ki so sčasoma prenehale delovati. Po prvi svetovni vojni so se počasi združile vse slovenske pivovarne v delniško družbo. Vrhnika je prenehala variti pivo leta 1922, prav tako Mengeš, leto 1925 pa je bilo usodno še za Kočevje, Kranj in za Žalec. Po drugi svetovni vojni so se ustalile tri precej velike pivovarne: Union, Laško in nekoliko manjši Talis. Pojavile pa so nove manjše pivovarne, kot so: pivovarna Adam Ravbar iz Domžal, pivovar-

PO POTEH PIVOVARSTVA

jesen 2023

- 7 -

“

BI BILI PRIPRAVLJENI ZA STEKLENICO PIVA ODŠTETI MED 700 IN 1.700 EVRI?

”

na Kratochwill in druge. Leta 2016 sta se Pivovarna Laško in Pivovarna Union združili v podjetje Pivovarna Laško Union, d. o. o., in sta tako 100-odstotno prešli v roke holdinga Heineken International. Sedež podjetja je v Ljubljani, na Pivovarniški cesti 2. Leta 2021 se je podjetje Heineken odločilo varjenje piva Union prenesti na novo lokacijo – iz Ljubljane v Laško.

Ali ste vedeli, da so pivo v steklenicah začeli prodajati šele leta 1850? Vse do takrat so ljubitelji piva prišli v gostilne s posebnimi vedri in pivo nesli domov.

Sami pa ocenite, koliko piva so domov v resnici prinesli. Dandanes poznamo več kot 400 različnih vrst piva. To pijačo uvrščamo glede na velikost proizvodnje na tretje mesto po svetu. Eden izmed pokazateljev, kako raznoliko je pivo in kako velik ljubitelj piva dejansko ste, je tudi cena, ki ste jo pripravljani plačati za pivo. Bi bili pripravljani za steklenico piva odšteti med 700 in 1.700 evri? Toliko stane pivo Antarctic Nail Ale, ki je narejeno iz staljenega ledu z Antarktike.



Fotografije so bile odobrene za objavo v Erlenmayerici s strani Pivovarne Union in so avtorsko zaščitene.

Dandanes poznamo več kot 400 različnih vrst piva. To pijačo uvrščamo glede na velikost proizvodnje na tretje mesto po svetu.



PODOBE KEMIJSKE PRETEKLOSTI

Erlenmayerica / št.3

- temno sladko pivo (kot sta na primer stout in porter)
- 2/3 skodelice jabolčnega soka
- pomarančna lupina
- 1/4 skodelice sladkega sirupa
- žlička mletega cimeta
- žlička izvlečka vanilje
- 1/2 žličke mletega kardamoma
- 2 žlici nesoljenega masla
- 1/4 žličke soli
- 4 žlice smetane ali svežega sira (po želji)
- sveže sadje (po želji)

Postopek

Korak 1

V srednje veliki skledi zmešajte rženi kruh in pivo. Skledo pokrijte in pustite, da se na sobni temperaturi kruh namaka čez noč.

Korak 2

Namočen kruh prenesite v srednje veliko posodo in dodajte jabolčni sok, 1/2 skodelice vode, pomarančno lupino, sadni sirup, cimet, vaniljo in kardamom ter vsebino zavrite na srednje močnem ognju. Nato znižajte temperaturo in kuhajte, dokler se kaša ne zgosti. Med kuhanjem mešajte vsebino in s hrbtno stranjo žlice drobite kruh.

Korak 3

Odstavite lonec z ognja, odstranite pomarančno lupino ter vmešajte maslo in sol. Kašo lahko postrežete s smetano, svežim sirom ali s sadjem.

Dandanes se pivo ne obravnava le kot pijača, ampak se z njim pripravljajo različne jedi, kot je na primer Øllebrød (»pivski kruh«). Gre za tradicionalno dansko jed, narejeno iz rženega kruha in piva. Ti sestavini dajeta rahlo kislo-sladek oziroma karamelni okus. Pogosto se omenjena jed zaužije za zajtrk, enako kot ovseno kašo. Če je še niste poskusili, si jo lahko pripravite po spodnjem receptu.

Recept za dansko jed, narejeno iz piva:

Sestavine:

- ržen kruh, narezan na kocke

Če bi se tudi sami želeli podati po poteh pivovarstva in izkusiti, kaj vse nam to ponuja, imamo za vas nekaj predlogov za izlet:

- obisk Ekomuzeja hmeljarstva in pivovarstva Slovenije;
- plavanje v bazenu piva v »Schloss Stakenberger brewery in Tarrentz«, Avstrija;
- ogled Pivovarn Union in Laško;
- obisk Muzeja Laško;
- preizkušanje piva v Fontani piva v Žalcu.

PO POTEH PIVOVARSTVA

jesen 2023

02

ANALIZA ŽIVIL V NLZOH

SPOZNAJMO

INTERVJUVALA:

ANAMARIJA AGNIČ

Kaj je NLZOH?

Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano (NLZOH) je osrednji in največji slovenski javnozdravstveni laboratorij, ki se ukvarja s področji varovanja okolja, z diagnostično in javnozdravstveno mikrobiološko dejavnostjo ter s kemijskimi in z mikrobiološkimi analizami različnih vrst vzorcev. NLZOH je od Uprave za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR) imenovan za nacionalni referenčni laboratorij za sklope nekaterih kemijskih preiskav v živilih rastlinskega in živalskega izvora, uradni laboratorij za izvajanje preostalih kemijskih preiskav v živilih rastlinskega in živalskega izvora ter mikrobioloških preiskav v živilih rastlinskega izvora pa tudi za vzorčenje živil za potrebe uradnega nadzora UVHVVR za vzorce rastlinskega izvora, za katere izvajamo



**Nacionalni laboratorij za zdravje,
okolje in hrano: Kako vem, da je hrana, ki jo
kupim, neoporečna in skladna z označbami?**

Nabor parametrov, ki se spremljajo in opredeljujejo kemijsko varnost živil, se z novimi dognanji in raziskavami nenehno povečuje.

analize. Z akreditiranimi dejavnostmi po SIST EN ISO/IEC 17025:2017 tako odjemalcem zagotavljamo mednarodno potrjeno neodvisno in nepristransko strokovno usposobljenost, nudimo zaupanje v rezultate preskušanja in kontrole ter zagotavljamo mednarodno priznavanje izdanih poročil.

Kako so včasih, še preden smo postali večji v analizi kemiji, preverjali kakovost živil?

Čeprav v sodobni analizi kemiji prevladujejo visokorazvite instrumentalne metode, so korenine analize kemije in nekateri principi, ki jih uporabljajo sodobni instrumenti, v tradicionalnih analitskih tehnikah. V 90. letih prejšnjega stoletja so na področju analitike živil prevladovali klasične metode, kot so: gravimetrija, volumetrija, AAS, UV-spektrofotometrija. V tem obdobju je bila zakonodaja na področju živil usmerjena v kakovost živil; za posamezne skupine živil so veljali pravilniki, ki so določali minimalno kakovost posamezne vrste živila (npr. izdelki iz žit, pekovski izdelki, fini pekovski izdelki, sadni sokovi ...). Po letu 2000 pa so se zaradi zahtev zakonodaje v analitiko živil

v večji meri začeli vključevati kemijski parametri, ki so opredeljevali kemijsko varnost živil (prisotnost onesnaževal, aditivov, pesticidov). Nabor parametrov, ki se spremljajo in opredeljujejo kemijsko varnost živil, se z novimi dognanji in raziskavami nenehno povečuje.

Koliko laboratorijev po Sloveniji deluje v okviru NLZOH?

NLZOH je Vlada RS ustanovila leta 2014; sedež laboratorija je v Mariboru. Kemijski laboratoriji delujejo v okviru Centra za kemijsko analitiko vzorcev živil, vod in vzorcev okolja; locirani so v Mariboru, Celju, Novem mestu, Kranju, Kopru in v Novi Gorici.

Katere zakonske določitve postavljajo temelje delu na področju rednih prehranskih analiz?

Evropska unija in Slovenija si s politiko varne hrane prizadevata zagotoviti prebivalcem čim bolj varno hrano, ki nima škodljivih vplivov na naše zdravje in ki je primerna za prehrano. Varnost hrane se zagotavlja v celotni »agroživilski verigi«, to je na vsaki stopnji pridelave in predelave ter distribucije hrane vse do potrošnikov. Govorimo o načelu »Od vil

Fotografije so bile odobrene za objavo v Erlenmayerici s strani NLZOH in so avtorsko zaščitene.



Varnost hrane se zagotavlja v celotni »agroživilski verigi«, to je na vsaki stopnji pridelave in predelave ter distribucije hrane vse do potrošnikov.

do vilic« oziroma od »Hleva do mize«. Za zagotavljanje varnosti hrane so prvotno odgovorni **nosilci živilske dejavnosti**, zato morajo vzpostaviti in izvajati učinkovite postopke, ki zagotavljajo varnost proizvodov (živil ali surovin), ki jih dajejo na trg. Dolžni so izpeljati postopke, ki so potrebni, da je njihov obrat registriran ali odobren, razen če izpolnjujejo pogoje za tako imenovane majhne količine. Stalni postopki, ki jih vzpostavijo, izvajajo in vzdržujejo, morajo temeljiti na načelih HACCP (angleška kratica za *Hazard Analysis Critical Control Point*, kar pomeni sistem analize tveganj in kritičnih nadzornih točk). V primarni pridelavi živil lahko postopki, ki jih izvajajo nosilci živilske dejavnosti, temeljijo na dobri higienski praksi.

Osrednja zakonodaja na tem področju:

- Uredba (ES), št. 178/2002, Evropskega parlamenta in Sveta z dne 28. januarja 2002 o določitvi splošnih načel in zahtevah živilske zakonodaje, ustanovitvi Evropske agencije za varnost hrane in postopkih, ki zadevajo varnost hrane;
- Uredba Evropskega parlamenta in



Glede na zakonodajo so lahko v prometu samo živila, ki so glede na veljavno zakonodajo varna in pravilno označena.

Sveta (ES), št. 852/2004, z dne 29. aprila 2004 o higieni živil.

Za katera živila velja, da morajo biti analizirana?

Glede na zakonodajo so lahko v prometu samo živila, ki so glede na veljavno zakonodajo varna in pravilno označena.

Šteje se, da **živilo (hrana) ni varno**, če se predvideva, da je:

- škodljivo za zdravje;
- neustrezno za prehrano ljudi.

Pri odločanju, ali je neko živilo varno ali ne, se upoštevajo:

- običajni pogoji uporabe živila pri potrošniku ter v vsaki fazi pridelave, predelave in distribucije;
- informacije, ki jih je potrošnik prejel, vključno z navedbami na oznaki, ali druge informacije, ki so običajno na voljo potrošniku o preprečevanju posebnih neželenih vplivov nekega živila ali skupine živil na zdravje.

Pri odločanju, ali je živilo škodljivo za zdravje, se upoštevajo:

- verjetni takojšnji, kratkoročni oziroma dolgoročni učinki živila na zdravje osebe, ki živilo uživa, pa tudi na poznejše rodove;
- verjetni kumulativni toksični učinki;
- posebna zdravstvena preobčutljivost posebnih skupin potrošnikov, kadar je živilo namenjeno tej skupini.



Rastlina bazilike, gojena z vertikalnim sistemom kmetovanja v podjetju Agricola Moderna. (Future Food)

KMETIJSTVO 4.0

Postopek pridelave hrane se začne s setvijo in izbiro sistema. Ko načrtujemo prihodnost in trajnost hrane je nujno, da razmišljamo tudi o kmetijstvu. V kontekst modernizacije kmetijstva se čedalje bolj vključujejo tudi digitalne tehnologije, kot so umetnointeligentni sistemi, obdelava podatkov velikega obsega, optimiziranje produktov in procesov za zmanjševanje tveganj ... Govorimo o kmetijstvu 4.0, modelu kmetijstva, ki z uporabo napredne tehnologije različne podatke zbira, medsebojno združuje in obdeluje ter tako razvoj kmetijstva usmerja k bolj trajnostni in učinkovitejši proizvodnji hrane.

Pri presoji, ali je neko živilo neustrezno za prehrano ljudi, se upošteva, ali je živilo nesprejemljivo za prehrano ljudi glede na namen uporabe zaradi onesnaženosti s tujo snovjo ali kako drugače ali zaradi gnitja, kvarjenja ali razkroja. Teoretično bi morala biti analizirana vsa živila, ki se tržijo končnemu potrošniku.

V splošnem, izvajanje katerih tipov analiz je v pristojnosti vašega laboratorija?

V našem laboratoriju preskušamo vzorce živil na parametre, ki opredeljujejo kemijsko varnost in/ali kakovost živil. Uvrstimo jih v tri glavne skupine, in sicer v živilih določamo ostanke pesticidov, aditive in onesnaževala. V skupini onesnaževal določamo nitrate v zelenjavi, mikotoksine v živilih rastlinskega izvora, kovine (Pb, Cd, Hg, As in Sn, mikro- in makroelemente), dioksine in dioksinom podobne PCB, policiklične aromatske ogljikovodike, tropanska alkaloida atropin in skopolamin, melamin, cianide ... Izvajamo tudi analize kakovostnih parametrov posameznih skupin živil, kadar so ti predpisani z nacionalno zakonodajo. V okviru ocenjevanja skladnosti označb predpaki-

ranih živil pa izvajamo tudi določanje posameznih parametrov energijske oz. hranilne vrednosti živila ter določamo prisotnost alergenov in glutena.

Kdo krije stroške analiz?

Ker smo imenovani za uradni laboratorij, NLZOH sodeluje z izvajanjem vzorčenja in analiz v uradnem nadzoru, ki ga na področju živil izvaja Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin v okviru vsakoletnega programa monitoringa. Program monitoringa pripravijo inšpektorji UVHVVR na začetku vsakega koledarskega leta in vključuje približno 2.000 vzorcev živil rastlinskega izvora, ki so preskušani na ostanke

pesticidov, onesnaževal, aditive, alergene in na druge parametre, ki lahko vplivajo na varnost živil. Vzorčenje in preskušanje teh vzorcev je strošek, ki se krije iz proračuna RS.

Kadar vzorce v analizo prinese nosilec živilske dejavnosti, vse nastale stroške analiz in ocene skladnosti rezultatov po veljavni zakonodaji nosi lastnik vzorca oz. nosilec živilske dejavnosti.

Po katerih smernicah se zgledujete, kakšno vlogo ima EFSA?

Za ocenjevanje skladnosti rezultatov analiziranih parametrov se upošteva veljavna EU- in/ali nacionalna zakonodaja. Kadar mejne vrednosti v zako-

nodaji za posamezen parameter niso določene, se za oceno sprejemljivosti tveganja za potrošnike izdela ocena tveganja. Pri izdelavi ocene tveganja se upoštevata toksičnost parametra in količina zaužitega živila, v katerem je prisoten zadevni parameter.

Evropska agencija za varnost hrane (EFSA) zagotavlja nepristransko in vrhunsko znanstveno svetovanje v pomoč pri odločitvah v povezavi s prehranskimi tveganji, ki jih sprejemajo oblikovalci politike. To je ključni del institucionalnega okvira Evropske unije (EU), ki štiti potrošnike, živali in okolje pred tveganji, povezanimi s prehransko verigo. Ključna dejavnost agencije

EFSA je znanstveno ocenjevanje tveganj, specializirano področje uporabne znanosti, ki vključuje preučevanje znanstvenih podatkov in raziskav za oceno tveganj, povezanih z nekaterimi dejavniki tveganja. Pomembna naloga agencije je tudi pravočasno, pregledno in razumljivo svetovanje glavnim partnerjem, zainteresiranim stranem in širši javnosti, s čimer pomaga premoščati razkorak med znanostjo in potrošniki.

Na kak način zbirate vzorce?

NLZOH je pooblaščen za izvajanje uradnega vzorčenja živil rastlinskega izvora od UVHVVR za živila, ki so del uradnega nadzora – letnega programa

monitoringa. Nosilca živilske dejavnosti, pri katerem se bo posamezen vzorec odvzel, vsakokrat določi inšpektor UVHVVR. Vzorčenje se izvede z upoštevanjem zakonodaje s področja vzorčenja živil, ki so predmet uradnega nadzora.

Kako pogosto izvedete nek analitski postopek za določeno živilo?

Pogostost izvajanja analiz ni predpisana; odgovornost je na nosilcu dejavnosti, ki ima za svojo živilsko dejavnost vzpostavljen načrt HACCP ter v njem opredeljena mikrobiološka, kemijska in fizikalna tveganja v posameznih kontrolnih točkah. Pogostost izvajanja preskušanj je odvisna od velikosti in pogostosti proizvodnje posameznega lota živila.

Kako zagotovite, da so vzorci reprezentativni?

Metode vzorčenja, ki jih izvajamo na NLZOH v okviru uradnega vzorčenja, so akreditirane po standardu SIST ISO 17025. Postopki so predpisani in sledijo EU-zakonodaji s področja vzorčenja za posamezne kemijske dejavnike tveganja. Vzorčenje lahko izvajajo samo za to usposobljeni in pooblaščen strokovni

Nadzor napredka pri **proizvodnji mikroalg. Lgem BV**, Nizozemska. (Future Food)

NOVA ŽIVILA

Eden prvih korakov v prihodnost je preučevanje novih virov hrane. Alge, žuželke in mikroproteini niso del običajne ideje o "hrani", vendar so že pritegnili zanimanje številnih znanstvenikov kot prehranske alternative, bolj trajnostne od tradicionalne rastlinske in živalske hrane.



V našem laboratoriju preskušamo vzorce živil na parametre, ki opredeljujejo kemijsko varnost in/ali kakovost živil.



Bioreaktorji, ki se uporabljajo za proizvodnjo mikroalg. Algreen B.V., Nizozemska. (Future Food)

Novo vire hrane lahko gojimo tudi v urbanih okoljih in v oddaljenih skupnostih, s čimer zmanjšamo odvisnost od velikih lokalnih dobavnih verig in se izognemo vsem meteorološkimi in patogenim tveganjem (poplave, zmrzali, suše, paraziti itd.), ki jih je sicer potrebno upoštevati pri našem trenutnem prehranskem sistemu.

Študija učinkovitosti rastlin v robotskih rastlinjakih, ki vzpostavljajo različne pogoje. NPEC, Wageningen University and Research, Nizozemska. (Future Food)

sodelavci NLZOH. Velikost odvzetega vzorca je odvisna od velikosti lota ali naključne razpoložljive količine lota na posameznem odvzemnem mestu. Po odvzemu se vzorec zapakira v ustrezno inertno vrečo in zapečati, da se prepreči nepooblaščen dostop do vzorca in da ne pride do kontaminacije vzorca med transportom v laboratorij. Zelo pomembna sta tudi temperatura transporta in hranjenje vzorca pred začetkom analize, da se prepreči kvar ali razkroj vzorca.

V katerih primerih (če sploh) je stabilnost vzorca izjemnega pomena in se ji posebej posvečate?

Bolj kot stabilnost vzorca je pri kemijskih analizah pomembna stabilnost analita, ki je predmet preskušanja. Vzorec mora biti hranjen in pripravljen za analizo na način, da se prepreči razpad oz. sprememba v koncentraciji analita. Tak primer je npr. določitev vsebnosti vlage oz. suhe snovi v vzorcu – kadar ta parameter določamo v predpakiranem živilu, je treba izvesti analizo takoj po odprtju embalaže, da na rezultat ne vpliva vezava zunanje vlage na vzorec.

Ali v živilu vedno določate več kot eno komponento? Lahko navedete nekaj najpogostejših primerov analizov, ki jih določate v nekem živilu?

V vzorcu živila se lahko določa samo en analit ali pa večji nabor parametrov, ki pripadajo isti ali različni skupini kemijskih dejavnikov tveganja ali kakovostnim parametrom. Obseg preskušanj se



vedno uskladi z naročnikom.

Npr. v vzorcih zelenjave se določa od 330 do 350 različnih ostankov pesticidov, ki so del dveh multirezidualnih in posameznih »single« metod. Ostanke pesticidov določamo s kromatografskimi metodami, plinsko in tekočinsko kromatografijo ter z masnoselektivnim detektorjem.

Naštejte nekaj najboljšežneje uporabljenih analitskih metod, ki se jih poslužujete na dnevni bazi, in eno tako, ki je bolj »izjemna« (če taka obstaja).

V živilih se največkrat izvajajo preskušanja na ostanke pesticidov. Pogosto se naročniki odločajo tudi za analizo mikotoksinov, kovin in organskih onesnaževal (PAO, dioksini, akrilamid ...). Redkeje se npr. izvajajo analize za določanje energijske oz. hranilne vrednosti živila, saj zakonodaja dopušča tudi uporabo literaturnih podatkov in izračunov za navajanje podatkov o hranilni vrednosti na označbi predpakiranega živila.

Ali lahko opišete primer analize živila,

ki se vam zdi najzanimivejši?

V zadnjem času se velika pozornost posveča potvorbam posameznih živil. V našem laboratoriju s kromatografsko »screening« metodo na TOF LC-HRMS lahko določimo sestavine posameznega vzorca živila. Metodo izvajamo zlasti za odkrivanje nedovoljenih ali prepovedanih snovi v živilih in prehranskih dopolnilih.

Analize katerih živil ne pokrivete, pa se vam zdi, da bi to moralo biti res nujno? Po mojem mnenju so premalo preskušani vzorci prehranskih dopolnil, ki so na trgu, zlasti tisti, ki so dostopni prek spleta in so proizvedeni v državah zunaj EU.

Za katero živilo/vrsto živil je analiza najzahtevnejša?

Analitika živil je na splošno zahtevna, saj od izvajalca zahteva preskušanje veliko znanja in izkušenj, zlasti pri interpretaciji dobljenih rezultatov.

Katere kadre pretežno zaposlujete? Ali se med vami najde tudi kak nekdanji

Erlenmajerica je osnovni

laboratorijski inventar, ki ga uporabljamo

pri izvajanju preskušanja živil.

Študent UL FKKT?

Na področju izvajanja kemijskega preskušanja živil so zaposleni predvsem kemiki – diplomirani in tudi kemijski tehniki. Seveda so v naši ekipi tudi nekdanji študentje UL FKKT.

Ali pri kateri izmed svojih analiz uporabljate tudi erlenmajerice?

Erlenmajerica je osnovni laboratorijski inventar, ki ga uporabljamo pri izvajanju preskušanja živil. Imamo take s celim in take z okrušenim vratom ...

NPEC (ang. The Netherlands Plant Eco-phenotyping Centre)

NPEC omogoča najsodobnejše meritve rastlinskih fenotipov, ki podpirajo raziskave genotipsko-fenotipskih povezav. Vsak od teh sistemov zagotavlja specializirane kamere in senzorje. Razumevanje teh povezav je temeljnega pomena za razvoj novih poljščin in vzpostavitev sistemov za testiranje podnebja. Ti novi pridelki in sistemi so potrebni za zagotavljanje naše prihodnosti.



Tehnologija NPEC olajša obratovanje meritve učinkovitosti v robotskih rastlinjakih. Univerza Wageningen in Research, Nizozemska. (Future Food)

Trdno verjamem, da se je že vsakemu študentu kdaj zahotelo, da bi svoje popoldneve preživljal v prikupnih kavarnah, izgubljen v vrvežu živahnega mesta.



KOFETKANJE PO SKANDINAVSKO

ZAPISI IZ POD LABORATORIJSKEGA PULTA

AVTORICA: VERONIKA
BRAČIČ

Trdno verjamem, da se je že vsakemu študentu kdaj zahotelo, da bi svoje popoldneve – namesto z nosom zakopan v knjigah na faksu – preživljal v prikupnih kavarnah, izgubljen v vrvežu živahnega mesta. Tudi če je to mogoče le moja fantazija, ki sem jo med učenjem najrazličnejših reakcij

in signalnih poti tako rada premlevala, vem, da je skrivnost kofetkanja po skandinavsko vredno ponesti v svet. Z mojo selitvijo v Kopenhagen, najlepše skandinavsko mesto (kar je seveda popolnoma objektivno dejstvo, na katero ni moja pristranskost prav nič vplivala), se je izkazalo, da mogoče na

ZAPISI IZ POD LABORATORIJSKEGA PULTA

Erlenmayerica / št.3

- 18 -

“

S SVEŽE PEČENIM
ROGLJIČKOM VAM MAHAM V
POZDRAV: »VI SES!«

”

videz nezdržljiva scenarija nekje le konvergirata v eno realnost.

Že med pripravami na selitev sem večkrat naletela na raznovrstne članke in knjige na temo danske kulture in skandinavskega načina življenja. Izmed vseh konceptov je verjetno najbolj znan termin *hygge*, nekakšna sproščenost, udobje in zadovoljstvo, ki temeljijo na popolnoma preprostih in vsakdanjih rečeh. Je ena izmed tistih reči, ki jih težko opišeš, vendar veš, kaj je, ko jo izkusiš. Zame osebno se *hygge* skriva v zimskih večerih, v katerih tema pritiska na okna in v toplih nogavicah sedi ob soju sveč s skodelico čaja v roki; maha nasproti na sprehodih ob morju, ko se na obzorju rišejo rožnati oblaki; pridno sodeluje v pogovorih s

prijatelji, ki se smehljajo izza pletilk in klopčičev volne; tiho dela družbo, medtem ko sedi v kavarni in uživaš v sveže pečenem cimetovem polžku (*kanelsgl*).

Kljub vsem mogočim interpretacijam tega neopredeljivega pojma pa sem se tu, na severu, srečala tudi z oprijemljivejšim konceptom, tj. s švedsko *fika*. Ta predstavlja preprost odmor od (pre)hitrega ritma življenja – s skodelico kave, z dobro družbo in seveda s sveže pečenim pecivom. Dvomim, da obstaja kdo, ki ga prijetna družba, vroč napitek in nekaj sladkega ne bi spravili v boljšo voljo – in Švedi so (skupaj z drugimi skandinavskimi državami) živ dokaz, da lahko *fika* dela čudeže, saj že dolga leta blestijo

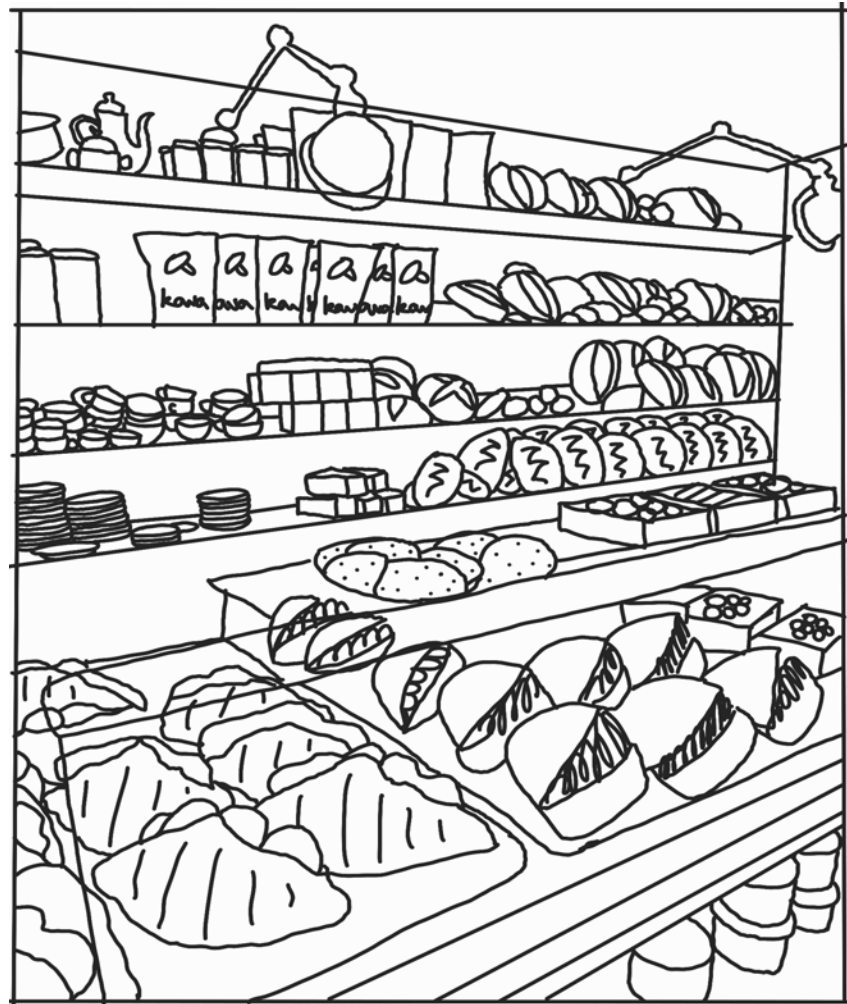
na vrhovih lestvic sreče in splošnega zadovoljstva. Mogoče se vam na tej točki zdi, da *fika* pravzaprav ni nič posebnega, saj si lahko tudi v Sloveniji vsake toliko časa privoščimo kavo s prijatelji ali pa se pocrkljamo s tortico, in to vsekakor drži. Kljub vsemu pa je na tej točki treba izpostaviti ključno razliko, ki ločuje *fiko* od občasnega zmenka v kavarni, in to je dejstvo, da je *fika* tako vključena v vsakdanjik, da jo človek lahko vzame za samoumevno.

Ko v ponedeljek zjutraj pridem v laboratorij, je popolnoma naravno, da prvo uro skupaj z raziskovalno skupino preživimo ob sveže pečenem kruhu, *spandauerjeh* in ob makovem pecivu (*tebirke*) ter se pogovarjamo, kako smo preživel konec tedna. V resnici

KOFETKANJE PO SKANDINAVSKO

jesen 2023

- 19 -



Fotografije so iz osebnega arhiva.

Daleč od tega, da bi želela pomanjševati znano Shakespearejevo delo, a menim, da se avtorju mogoče nekje le pozna, da ni nikoli zares prišel na Dansko, sicer bi se poved verjetno glasila: 'Nekaj krasnega je v deželi Danski!'

sem čisto normalizirala to, da so torki v koledarjih vseh raziskovalcev označeni s »cake day« in da obstaja nenapisan dogovor, da takrat ni sestankov. In seveda je čisto samoumevno, ko te nekdo povabi na skupinsko učenje, da vsak prinese nekaj iz bližnje pekarnice. Ker – kot se izkaže – *fika* in *hygge* nista aktivnosti, ampak preprost način obstajanja in vnašanja majhnih drobcov sreče v vsakdanjik.

Če se vam v tem trenutku že cedijo sline in ne prenesete več razmišljanja o najrazličnejših dobrotah, predlagam, da nemudoma obiščete spletno stran kakšnega nizkocenovnika, kupite nepovratno karto za sever in spakirate kovčke. Naj vas pri tem ne zaustavlja Hamletov citat, kajti njegova vsebina je skrajno nasprotje dejanskemu stanju. Daleč od tega, da bi želela pomanjševati znano Shakespearejevo delo, a menim, da se avtorju mogoče nekje le pozna, da ni nikoli zares prišel na Dansko, sicer bi se poved verjetno glasila: 'Nekaj krasnega je v deželi Danski!'

Mogoče je zgornja rešitev omenjene zagate kljub vsemu malce ekstremna in bo obisk bližnje kavarne potešil vaše potrebe, vendar če se kdaj po kakšnem naključju vseeno znajdete v Kopenhagnu ter si želite izkusiti *hygge* in okusiti *fika*, vam priporočam verigo kavarn Buka, pekarno Andersen Bakery in najstarejšo dansko slaščičarno La Glace; za piko na i (in skok čez most) pa dodajam še peka(va)rno Broder Jakobs Stenugnsbageri v Lundu, v kateri boste gotovo dobili najokusnejše *kanelbullar*.

S sveže pečenim rogljičkom vam maham v pozdrav: »Vi ses!«



Preprost odmor od (pre)hitrega ritma življenja – s skodelico kave, z dobro družbo in seveda s sveže pečenim pecivom.

PLASTAZE

encimi, ki razgrajujejo plastiko

Samo v letu 2021 smo na svetovni

ravni proizvedli kar 390 milijonov ton plastike, od

katerih je več kot 90 % temeljilo na fosilnih gorivih.

IZ STROKE IN PRVE ROKE

AVTORICA STROKOVNEGA

ČLANKA: ZALA PERKO

RECENZENT: PROF. DR.

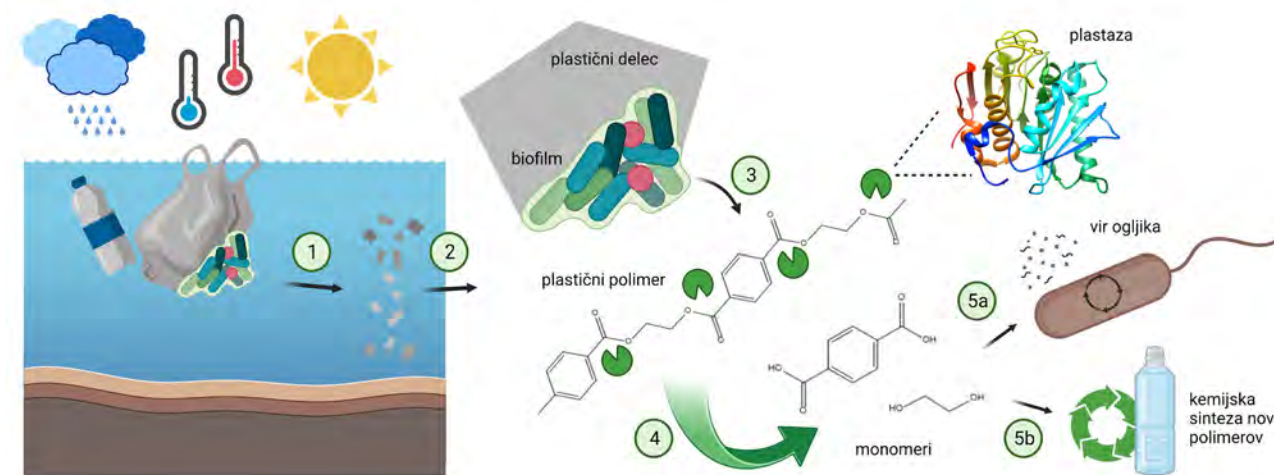
MARKO NOVINEC

Odpadna plastika predstavlja bliskovito rastoč okoljski in zdravstveni problem na globalni ravni. Kljub temu se količina proizvedene plastike iz leta v leto eksponentno povečuje. Samo v letu 2021 smo na svetovni ravni proizvedli kar 390 milijonov ton plastike, od katerih je več kot 90 % temeljilo na fosilnih gorivih. Ocenjujejo, da več kot polovica proizvedene plastike konča na odlagališčih in v naravi, le majhen delež pa se reciklira, sežge ali pretvori v energijo. Iskanje novih načinov ravnanja z odpadno plastiko je tako pripeljalo do odkritja mikroorganizmov, ki lahko encimsko razgrajujejo plastične polimere. V zadnjih letih se povečuje zanimanje za odkrivanje novih in optimizacijo strukture ter aktivnosti že obstoječih encimov. Ta bi omogočila hitro, popolno in do okolja prijazno razgradnjo plastike do monomernih

enot in njeno regeneracijo v nove visokokakovostne produkte ter tako sklenila krog v industriji plastike z upoštevanjem principov krožnega gospodarstva.

Plastični polimeri

Velika poraba plastike je posledica dobrih mehanskih lastnosti materiala, ki je trpežen, a se ga hkrati lahko preoblikuje. Zgrajen je iz različnih vrst polimerov, ki so lahko sintetičnega ali naravnega izvora. Večina sintetičnih polimerov iz fosilnih virov, kot so: polietilen (PE), polipropilen (PP) in polivinil klorid (PVC), je odporna na encimsko hidrolizo zaradi inertne narave kemijskih vezi znotraj verige. Do leta 2022 ni bil okarakteriziran še noben encim, ki bi lahko kataliziral njihovo razgradnjo. Raziskave so tako usmerjene v odkrivanje in



Slika 1: Shematski prikaz biorazgradnje plastike. Odpadna plastika prepereva pod vplivom abiotičnih dejavnikov in fragmentira na manjše delce (1). Mikroorganizmi tvorijo biofilme na površini plastičnih delcev (2) in izločajo encime, ki se adsorbirajo na površino polimera (3) ter katalizirajo hidrolizo vezi med monomeri (4). Nastale monomere lahko metabolizirajo mikroorganizmi v naravi (5a) ali pa se ti uporabijo za ponovno sintezo plastičnih polimerov v industriji (5b).

optimizacijo encimov, ki delujejo na hidrolizabilne polimere z estrskimi ali amidnimi vezmi – polietilen tereftalat (PET), najlon oz. poliamid (PA) in poliuretan (PU). Zaradi dolgotrajne in neekološke razgradnje sintetičnih polimerov se v zadnjih letih povečuje tudi proizvodnja t. i. bioplastike. Gre za biorazgradljive materiale, ki jih pridobivamo na osnovi naravnih in obnovljivih virov (polisaharidi, škrob, proteini, lipidi), kot so: naravna guma (NR), polihidroksialkanoati (PHA), poli-(R)-3-hidroksibutirat (PHB) in polilaktična kislina (PLA). Predvsem zaradi razlik v mehanskih lastnostih in visokih stroških sinteze biopolimeri danes predstavljajo manj kot 1 % proizvedene plastike.

Biorazgradnja plastike

Plastika je postala del večine ekoloških

niš in se razgrajuje več desetletij oz. stoletij. Najbolj onesnažena so predvsem vodna okolja, morja in oceani. Ta so začeli naseljevati mikroorganizmi, ki lahko plastiko izkoristijo kot podlago za pritrjanje in tvorbo biofilmov. Razgradnja plastike v naravi poteka pod vplivom abiotičnih in biotskih dejavnikov (slika 1). V prvi stopnji prepereva zaradi mehanskih vplivov, UV-svetlobe, temperaturnih nihanj in sprememb vrednosti pH. Fragmentacija na manjše delce poveča površino, ki je dostopna mikroorganizmom za nadaljnjo encimsko razgradnjo polimerov do

monomernih enot. Ta zaradi velikosti polimera poteka zunaj celice. Temu sledi vnos monomerov v celice (asimilacija), pri čemer jih lahko mikroorganizmi uporabijo kot vir ogljika v lastnem metabolizmu (mineralizacija).

Odkrivanje novih plastaz

Prednosti encimske razgradnje pred mehansko in kemično so med drugim nižja poraba energije in kemikalij, depolimerizacija do monomernih enot, ki se lahko ponovno uporabijo za sintezo visokokakovostnih produktov (t. i. »upcycling«), ter selektivna razgradnja zelenih polimerov iz

Plastika je postala del večine ekoloških niš in se razgrajuje več desetletij oz. stoletij. Najbolj onesnažena so predvsem vodna okolja.

4.1

mešanih odpadkov, ki se sicer težko reciklirajo. Za odkrivanje novih plastaz iz mikroorganizmov se uporabljajo različni pristopi. Klasično se izvaja pozitivna selekcija mikroorganizmov, ki zaradi izražanja določenega encima lahko rastejo v prisotnosti plastičnega substrata, čemur sledi analiza sprememb, ki so nastale na polimeru. To so izguba mase, spremenjene mehanske (trdnost) in kemijske (hidrofobnost, funkcionalne skupine) lastnosti, morfološke spremembe površine, detekcija CO₂ idr. Zaradi zamudnosti metode in dejstva, da je na svetu okarakteriziranih in gojenih manj kot 1 % mikroorganizmov, se razvijajo visokozmogljivi celostni

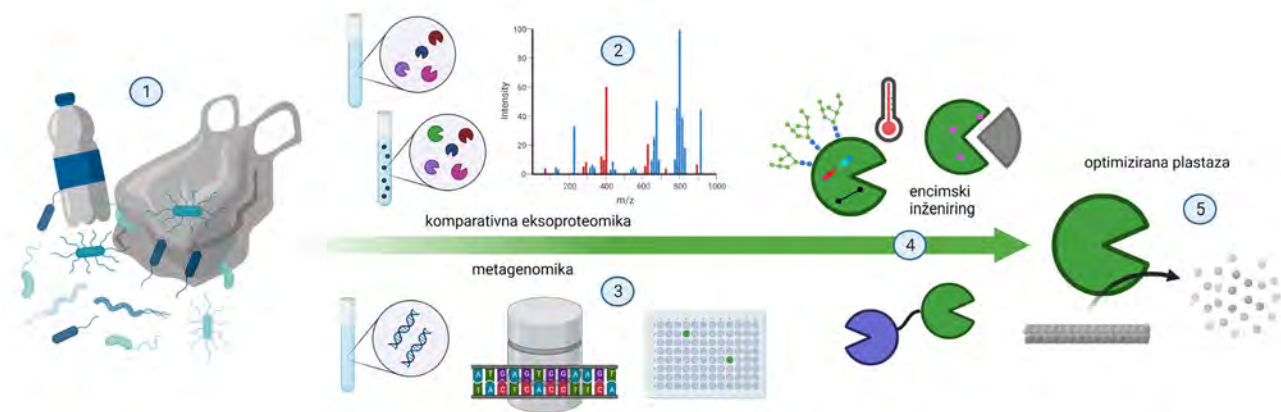
pristopi, ki temeljijo na analizi velikega števila okoljskih vzorcev in odkrivanju novih encimov s pomočjo bioinformatičnih orodij (slika 2). Pri metagenomski analizi se najprej izolira DNA iz vseh mikroorganizmov, ki so prisotni v vzorcu. Nove encime se lahko nadalje identificira z iskanjem podobnih oz. homolognih zaporedij že znanih encimov po podatkovnih bazah ali pa prek izdelave metagenomske knjižnice in detekcije novih encimov s testi aktivnosti na določen substrat, kar omogoča odkrivanje popolnoma novih družin encimov. Komparativna eksoproteomika temelji na gojenju mikroorganizmov ter izolaciji in primerjavi profilov eksoproteomov v

prisotnosti in odsotnosti plastičnega substrata. O eksoproteomiki govorimo, ker plastični polimeri ne morejo vstopati v celico in je smiselno iskati encime, ki se izločajo in so aktivni zunaj celice.

Proteinski inženiring

Encimska razgradnja plastike je še vedno postavljena pred številne izzive. Ker ima večina odkritih encimov nizko aktivnost in termostabilnost, se za uvedbo zelenih lastnosti uporablja proteinski inženiring. Zaradi visoke stopnje kristaliničnosti (tj. rigidne urejene strukture) plastičnih polimerov, ki ovira encimsko katalizo, je treba plastične substrate predhodno obdelati in pretvoriti v fleksibilnejšo amorfno

Slika 2: Shematski prikaz odkrivanja in optimizacije novih encimov. **Iskanje encimov iz okoljskih vzorcev z območij, onesnaženih s plastiko (1). Uporaba visokozmogljivih celostnih pristopov – komparativne eksoproteomike in metagenomike – za identifikacijo novih encimov. Pri komparativni eksoproteomiki se mikroorganizme goji v prisotnosti in odsotnosti plastičnega substrata ter primerja profile eksoproteomov. Encime se identificira z masno spektrometrijo (2). Pri metagenomski analizi izolaciji DNA iz mikroorganizmov v vzorcu sledi iskanje podobnih že znanih encimov po podatkovnih bazah ali pa detekcija novih encimov s testi aktivnosti na zelen substrat (3). Identifikaciji encimov sledi optimizacija strukture/aktivnosti s proteinskih inženiringom (4), katere končni produkt je plastaza z izboljšanimi lastnostmi (5).**



Ker ima večina odkritih encimov nizko aktivnost in termostabilnost, se za uvedbo zelenih lastnosti uporablja proteinski inženiring.

Razvoj fuzij z modularnimi proteini, podobnimi ekspanzinom, ki interagirajo s polimeri ogljikovih hidratov in hkrati tudi razrahljajo njihovo strukturo, bi tako olajšal dostop plastaz do polimernih verig in potencialno izboljšal encimsko aktivnost. Mogoče so tudi fuzije plastaz z drugimi encimi, ki preprečujejo povratno inhibicijo s produktom vmesne reakcije razgradnje.

obliko, ki omogoča rotacijo okrog vezi C-C in olajša vezavo polimernega substrata v aktivno mesto encima ter napad na hidrolizabilno vez. To predstavlja dodaten korak v procesu razgradnje ter pomeni višje stroške in negativen vpliv na okolje. Ena glavnih nalog pri optimizaciji strukture proteinov je zato povečanje termične stabilnosti encimov v območju temperature steklastega prehoda polimera, pri čemer ta preide iz kristalinične v bolj amorfno obliko. Smiselno je izhodiščno iskanje encimov iz termofilnih organizmov, ki so že naravno bolj termostabilni, dodatno pa to dosežemo z uvedbo disulfidnih in vodikovih vezi, prolinskih aminokislinskih ostankov, ki povečajo rigidnost strukture, ter glikozilacije. Zadnja preprečuje termično agregacijo proteinov, pri čemer encima ne moremo izražati v bakterijah, ampak v enem izmed evkariontskih ekspresijskih sistemov.

Vezavo encima na substrat lahko izboljšamo z znižanjem elektrostatskega odboja, tako da spremenimo nabite aminokislinske ostanke v proteinu v nevtralne. S tem povečamo afiniteto encima do substrata, saj je površina plastičnih polimerov pretežno hidrofobna. Pri načrtovanju fuzijskih proteinov se na plastazo lahko pripne modularni protein, ki ima višjo afiniteto do polimernega substrata kot encim. Razvoj fuzij z modularnimi proteini, podobnimi ekspanzinom, ki interagirajo s polimeri ogljikovih hidratov in hkrati tudi razrahljajo njihovo strukturo, bi tako olajšal dostop plastaz do polimernih verig in potencialno izboljšal encimsko aktivnost. Mogoče so tudi fuzije plastaz z drugimi encimi, ki preprečujejo povratno inhibicijo s produktom vmesne reakcije razgradnje. Raziskave se sicer primarno usmerjajo v optimizacijo aktivnega mesta, kamor se veže polimerni substrat in kjer poteče hidroliza vezi. Zaradi velikosti

Kinetične študije depolimerizacije PET so pokazale, da se PETaze v presežku nespecifično adsorbirajo in tvorijo enosloj na površini polimera.

substrata se pogosto uvajajo mutacije aminokislinskih ostankov, ki povečajo aktivno mesto in s tem omogočijo umeščanje polimera. Zaradi povečane razdalje med atomi se lahko katalitična aktivnost zniža, zato se nasprotno uvaja tudi aromatske aminokisliline za tvorbo π -interakcij s substratom, ki sicer zožijo aktivno mesto, vendar izboljšajo afiniteto vezave.

Petaze

Zaradi hidrolizabilnih vezi in drugih kemijskih lastnosti PET, ki dopuščajo encimsko razgradnjo, je večina raziskav v zadnjih letih usmerjena v karakterizacijo in optimizacijo PETaz z uporabo metod encimskega inženiringa, usmerjene evolucije, umetne inteligence idr. PETaze so encimi iz družine hidrolaz, ki katalizirajo hidrolizo estrskih vezi v PET. Mednje spadajo: kutinaze, lipaze in karboksilesteraze. Produkt hidrolize PET je v večji meri mono(2-hidroksietil)tereftalat (MHET), ki ga v drugi stopnji encim MHETaza pretvori do tereftalne kisline in etilen glikola. PETaze so promiskuitetni encimi, kar pomeni, da je PET le eden izmed njihovih substratov. Imajo značilno α -/ β -hidrolazno zvitje, veliko dostopno aktivno mesto s katalitično triado Asp-His-Ser ter ohranjeno substrat vezavno regijo. Med najbolj raziskanimi so PETaze iz bakterij *Ideonella sakaiensis* (IsPETaza), *Thermobifida fusca* in rodu *Pseudomonaster* kutinaza iz listnega komposta (LCC).

IsPETaza lahko razgrajuje amorfen PET pri sobni temperaturi, vendar z nizko aktivnostjo, saj proces poteka precej pod območjem temperature steklastega

prehoda PET med 65 °C in 71 °C. Hkrati je divji tip encima zelo termolabilen in popolnoma izgubi aktivnost pri 37 °C v 24 urah. Stabilnejša mutanta IsPETaze, ki lahko razgrajujeta amorfen PET pri sobni temperaturi, sta TermoPETaza in DuraPETaza ter njune različice. Te se med seboj razlikujejo v številu in položaju mutacij ter v temperaturi tališča (T_m). Najstabilnejše različice IsPETaze dosežejo T_m tudi do 100 °C, vendar je pri tem treba upoštevati tudi druge dejavnike. Bolj kot je protein stabilen, bolj je struktura rigidna in težje poteče kataliza, za katero je potrebna določena mera fleksibilnosti. Za uporabo v laboratorijskih pogojih in bioreaktorjih je najbolj optimalno načrtovanje termostabilnih encimov s T_m do 75 °C, ki lahko pri tej temperaturi še učinkovito razgrajujejo PET. Drugo vejo razvoja predstavlja optimizacija encimov iz mezofilnih organizmov, ki bi lahko razgrajevali PET v naravi v normalnem in širšem temperaturnem območju med 30 in 50 °C z visoko aktivnostjo. Eden takih proteinov je FAST-PETaza, ki lahko v enem tednu skoraj v celoti razgradi neobdelane odpadne plastenke iz PET.

Kinetične študije depolimerizacije PET so pokazale, da se PETaze v presežku nespecifično adsorbirajo in tvorijo enosloj na površini polimera. Pri tem je pomembno, da se ponavljajoče se enote v okolici estrske vezi polimera, ki interagirajo z aminokislinskimi ostanki v aktivnem mestu, orientirajo v konformaciji, ki omogoča vezavo in nukleofilni napad serina na estrsko vez. Ta korak predstavlja energijsko bariero in določa hitrost reakcije, kar razloži tudi, zakaj hidroliza oligomernih substratov poteka hitreje. Znižanje katalitične aktivnosti lahko povzroči povratna inhibicija s produktom MHET, ki ga IsPETaza ne razgrajuje. Potencialna rešitev je priprava kimernega proteina IsPETaze z MHETazo, ki simulira razgradnjo v

bakterijski celici do tereftalata in etilen glikola.

Peaze

V nasprotju s PET je večina sintetičnih plastičnih polimerov nehidrolizabilna in odporna na encimsko razgradnjo. V podatkovni bazi PAZy, v kateri so zbrane biokemijsko okarakterizirane plastaze, sta navedena dva encima, ki sodelujeta v razgradnji polietilena (PE). Ta je zgrajen iz dolge verige ogljikovih atomov in je izjemno hidrofoben. Strukturna analogija PE s čebeljim voskom je pripeljala do odkritja dveh encimov iz slin velikega voskastega molja, ki živi v čebeljem panju in se hrani s čebeljim voskom. To sta arilforin (Demetra) in heksamerin (Ceres) iz družine fenol oksidaz, ki katalizirata nespecifično oksidacijo neobdelanega PE pri sobni temperaturi in nevtralnem območju pH, tako da v verigo uvajata atome kisika. Mehanizem še ni dobro raziskan, predvidevajo pa, da fenoloksidaze razgrajujejo aromatske aditive v plastiki, pri čemer nastanejo kisikovi radikali, ki sprožijo proces avtooksidacije v verigi PE. Povečan delež karbonilnih in hidroksilnih skupin ter nastanek prelomov v verigi povzroči

depolimerizacijo PE in nastanek oksidiranih molekul z nizko molsko maso ter poveča občutljivost polimera na nadaljnjo mikrobno in encimsko razgradnjo. Na tem področju ostaja veliko odprtih vprašanj, ki predstavljajo izhodišče nadaljnjim raziskavam biološke razgradnje nehidrolizabilne plastike (PP, PS, PVC ...).

Načrti za prihodnost

Uporaba encimov za razgradnjo plastike bi lahko le delno pripomogla k reševanju globalne okoljske krize. Prvotni izziv sta gotovo zmanjšanje porabe fosilnih goriv in povečanje proizvodnje ter izboljšanje mehanskih lastnosti bioplastike, ki danes predstavlja manj kot 1 % celokupno proizvedene plastike. Znanost pa bo v prihodnosti iskala rešitve v optimizaciji obstoječih encimov za razgradnjo visokokristaliničnih oblik polimerov, odkrivanju encimov, ki razgrajujejo nehidrolizabilne polimere, razvoju fuzijskih proteinov in v drugih inovativnih metodah, kot sta imobilizacija samoaktivirajočih encimov med polimerna vlakna in sinteza biološko razgradljivih polimerov v povratnih reakcijah plastaz.

Viri:

- [1] B. Zhu, D. Wang, N. Wei: Enzyme discovery and engineering for sustainable plastic recycling. Trends Biotechnol. 2022, 40, 22–37.
- [2] R. Wei, G. von Haugwitz, L. Pfaff, J. Mican, C. P. S. Badenhorst, W. Liu, G. Weber, H. P. Austin, D. Bednar, J. Damborsky et al.: Mechanism-based design of efficient PET hydrolases. ACS Catal. 2022, 12, 3382–3396.
- [3] A. Sanluis - Verdes, P. Colomer - Vidal, F. Rodriguez - Ventura, M. Bello - Villarino, M. Spinola - Amilibia, E. Ruiz - Lopez, R. Illanes Vicioso, P. Castroviejo, R. Aiese Cigliano, M. Montoya et al.: Wax worm saliva and the enzymes therein are the key to polyethylene degradation by Galleria mellonella. Nat Commun. 2022, 13, 5568.
- [4] J. Kaushal, M. Khatri, S. K. Arya: Recent insight into enzymatic degradation of plastics prevalent in the environment: a mini – review. Clean Eng Technol. 2021, 2, 100083.
- [5] J. Chow, P. Perez - Garcia, R. Dierkes, W. R. Streit: Microbial enzymes will offer limited solutions to the global plastic pollution crisis. Microb Biotechnol. 2023, 16, 195–217.

Uporaba encimov za razgradnjo

plastike bi lahko le delno pripomogla k

reševanju globalne okoljske krize.

S CRISPR/CAS9 INDUCIRANA TERMOGENEZA RJAVEGA MAŠČEVJA KOT POTENCIAL ZA ZDRAVLJENJE DEBELOSTI

4.2

Svetovna zdravstvena organizacija opisuje debelost kot enega najvidnejših, a hkrati premalo ozaveščenih problemov, ki povečuje tveganje za nastanek sladkorne bolezni tipa 2, bolezni zamaščenih jeter, hipertenzije in določenih vrst raka. Čeprav je bila povezava med debelostjo in smrtnostjo prepoznana že več deset let nazaj, se razširjenost debelosti povečuje do te mere, da bo po ocenah WHO do leta 2025 prekomerno težek že vsak peti odrasli po svetu. Heritabiliteta je delež celotne fenotipske variance v populaciji, ki jo je mogoče pripisati genetskim razlikam med posamezniki v tej populaciji. Študije dvojčkov, klasične genetske analize vezave v družinah in sodobne genomske študije večjih populacij so pokazale, da je dednostni delež pri debelosti visok, med 40 in 75 %. A čeprav se zdravila oz. tehnike zdravljenja pospešeno

razvijajo, individualno prilagojene rešitve še nekaj časa ne bo na vidiku.

Molekularna diagnostika

Z razvojem **asociacijskih studij na ravni celotnega genoma (ang. GWAS)** in **sekvenciranja naslednje generacije (ang. NGS)** sta se povečala odkrivanje genetskih povezav in zavedanje o genetskih osnovah za debelost. Pri GWAS identificirajo polimorfizme posameznih nukleotidov (ang. SNP) oz. njihove bloke, ki so statistično značilno povezani z določenim fenotipom oz. lastnostjo in so znani kot t. i. lokusi tveganja. Večinoma se nahajajo v nekodirajočih delih genov ali v regijah med geni in se prekrivajo z regulatornimi elementi, ki vplivajo na izražanje genov v neposredni bližini ali celo na večjih razdaljah. Prvi tako odkrit gen, povezan s tako imenovano poligeno

debelostjo, je bil gen **FTO** (ang. fat mass and obesity associated gene), ki ima poleg leptinskega receptorja in nekaterih genov, ki delujejo v hipotalamusu, velik učinek na razvoj debelosti. Odrasli homozigoti za alel tveganja imajo za 2–3 kg večjo telesno maso v primerjavi z osebami, ki so za alel heterozigotni. S pomočjo GWAS so do danes identificirali že več kot 300 SNP-jev in 1.000 lokusov, povezanih z debelostjo, vendar lahko vsi skupaj pojasnijo le okoli 5 % opažene variabilnosti indeksa telesne mase. Ravno zato je pomembna ugotovitev, da povečanega tveganja za debelost ne povzročajo posamezni aleli sami po sebi, ampak seštevalni učinki večjega števila lokusov, interakcij med njimi oz. z okoljskimi dejavniki.

Debelost

Monogenska oblika debelosti, ki lahko vodi v morbidno debelost s hudimi kliničnimi posledicami, se razvije zaradi strukturnih variacij ali mutacij z vplivom na določene gene, vključene v regulacijo teka in metabolizem. To so: **leptin** (LEP), **leptinski receptor**

(LEPR), **proopiomelanokortin** (POMC), **melanokortinski receptor 4** (MC4R), **možganski nevrotrofični faktor** (BDNF) in veliko drugih. Mehanizmi, ki so povezani z debelostjo, so: inzulinska rezistenca, vnetje maščobnega tkiva in adipogeneza, medtem ko termogeneza, lipoliza in hipofagija debelosti nasprotujejo. Specifične celične procese uravnavajo hormoni, vendar je za njihovo raven zaslužen osrednji živčni sistem, natančneje oreksigeni oz. tek stimulirajoči in **anoreksigeni** nevroni v arkuatnem jedru hipotalamusa. Ne prihajajo pa vsi signali iz osrednjih živcev, ampak hormone sintetizirajo tudi prebavni trakt, mišice in maščobno tkivo. Sindromska monogena debelost je izjemno redka in so ji večinoma pridružene duševna zaostalost in specifične abnormalnosti organov; mutacija v enem genu ima veliko penetranco brez večjega vpliva iz okolja. Pri splošni debelosti pa gre za poligeno lastnost, ki vključuje stotine genskih variant, pri katerih ima vsaka manjši učinek in nizko penetranco, zato je vpliv okolja pri tej obliki večjega

pomena.

Maščobno tkivo

Že nekaj časa je adipozno tkivo znano kot zelo aktiven organ, ki ima številne funkcije v procesih energijske homeostaze, saj izraža bioaktivne peptide – **adipokine** – in omogoča komunikacijo z osrednjim živčnim sistemom, jetri, s skeletnimi mišicami, srcem in s trebušno slinavko. Pomemben adipokin je **leptin**, ki po telesu kroži v koncentraciji, neposredno povezani z deležem maščobne mase, in prek receptorjev v hipotalamusu zavira tek, zato njegova odsotnost (ali odsotnost njegovih receptorjev) pripelje do nenadzorovanega vnosa hrane. Deluje pa tudi na simpatično živčevje in s tem poveča krvni tlak, srčni utrip in pozneje opisano termogenezo

Svetovna zdravstvena organizacija

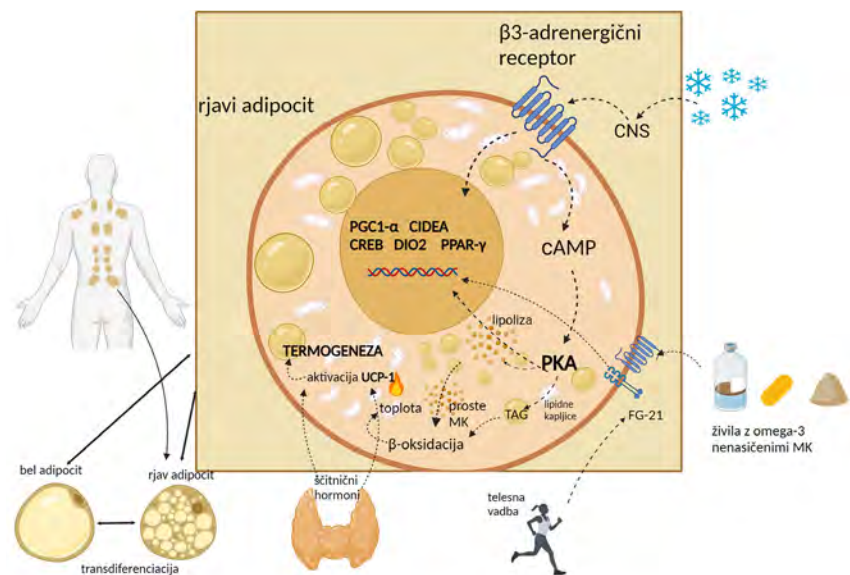
opisuje debelost kot enega najvidnejših, a

hkrati premalo ozaveščenih problemov.

belega maščevja.

Adipozno tkivo se razvršča v dva glavna podtipa – **belo in rjavo maščevje**, ki se razlikujeta po morfologiji in funkciji. Belo maščobno tkivo (ang. WAT), ki je precej obsežnejše, maščobne kisline v lipidnih kapljicah shranjuje, s sproščanjem citokinov pa sodeluje tudi pri imunskem odzivu. Nasprotno pa rjavo maščevje z večjim številom mitohondrijev in lipidnih kapljic maščobe prek β -oksidacije pretvarja v CO_2 in vpliva na metabolizem celotnega telesa. Sprva je sicer veljalo, da je rjavo maščobno tkivo funkcionalno le pri dojenčkih, vendar je danes znano, da imamo tudi odrasli pribl. 50 g tega maščevja (v bližini aorte in vratu), ki bi teoretično, če bi ga stimulirali, lahko povečalo porabo energije za kar 20 %. Pri oksidativni fosforilaciji, prenosu

Ravno zato je pomembna ugotovitev, da povečanega tveganja za debelost ne povzročajo posamezni aleli sami po sebi.



Slika 1: Rjavenje belega maščevja se pojavi kot posledica izpostavljenosti določenim dražljajem (mraz, ščitnični hormoni, prehrana, zdravila, vadba), ki preko konstitutivno izraženega β 3-adrenergičnega receptorja na adipocitih vplivajo na izražanje termogenov.

elektronov po prenašalni verigi, protoni v belih adipocitih znova vstopijo v matriks skozi ATP-sintazo, pri čemer nastaja veliko ATP, medtem ko v rjavih adipocitih **razklopni protein 1 (ang. UCP-1)** ponuja alternativno pot, imenovano **netresava termogeneza. UCP-1** oz. **termogenin** spada med transmembranske proteine notranje mitohondrijske membrane, ki zmanjšajo protonski gradient, ustvarjen med oksidativno fosforilacijo, tako da povečajo permeabilnost membrane. To omogoča protonom, ki so bili prečrpani v medmembranski prostor, vrnitev v mitohondrijski matriks. Ker prenos protonov ne poteče prek ATP-sintaze, temu rečemo razklop dihalne verige, saj se kemična energija ne porabi za gradnjo ATP, ampak se razprši v obliki toplote. Do same aktivacije UCP-1 pride, ko se kateholamin (npr. norepinefrin) iz simpatičnih živcev veže na **β 3-adrenergične receptorje** na plazmalemi. Poteče signalna kaskada, ki se odraža v fosforilaciji triacilglicerol lipaze, ki triacil glicerole pretvori v proste maščobne kisline (slika 1). Te so

tiste, ki aktivirajo UCP-1 oz. preprečijo njegovo inhibicijo prek GDP oz. ADP. Ko se termogenin inaktivira, se preostale maščobne kisline razgradijo in celica se lahko vrne v običajno stanje varčevanja z energijo.

Rjavenje belih adipocitov

Zaradi plastičnosti našega maščobnega tkiva so v njegovi morfologiji in funkciji mogoče spremembe, s čimer smo si sesalci zagotovili vzdrževanje primerne telesne temperature. Nekateri beli adipociti se lahko diferencirajo v tip, ki je podoben rjavim adipocitom. Imenujejo se bež adipociti, proces pa **rjavenje belih adipocitov** (slika 1). Obstajata dve razlagi mehanizma rjavenja: *de novo* diferenciacija iz progenitorske celice in transdiferenciacija zrelega belega adipocita.

Osrednjo vlogo pri rjavenju belega maščobnega tkiva (ang. **WAT**) imajo torej hormoni, kar poudarja pomen življenjskega sloga posameznika, vključno s prehrano in cirkadianim ritmom, uravnavanim prek melatonina,

tudi povezanim s povečano ravno UCP-1. Prehranski slogi, med njimi kalorijska restrikcija in prekinitveni post (ang. intermitent fasting), pa tudi živila s polinenasičenimi maščobnimi kislinami omega 3 spodbujajo rjavitev in učinkovitost presnove. Pomemben dejavnik je tudi črevesna mikrobiota, saj modulira raven žolčnih kislin, ki so potrebne za aktivacijo termogeneze. Telesna vadba povzroča rjavenje WAT prek **irisina** in fibroblastnega **rastnega faktorja 21**, ki se izločata iz mišic. Pomembno vlogo ima tudi oksidativni stres mišic, saj povečane količine H_2O_2 v WAT zvišajo raven sukcinata in s tem nastanek reaktivnih kisikovih spojin, ki posredno povečajo aktivnost UCP-1. Pri uravnavanju izražanja tega gena imajo vlogo tudi epigenetske spremembe, kot je demetilacija histona 3 in miRNA oz. kratke nekodirajoče RNA. Dokazano prekomerna ekspresija UCP1 zmanjšuje debelost, in ker je belo maščevje lažje dosegljivo in s tem manipulativno, je inducirano rjavenje belih adipocitov lahko pomembna tarča pri preprečevanju debelosti in z njo povezanih metabolnih bolezni.

Zdravljenje debelosti

Seveda so bili v zadnjih letih opaženi številni dosežki v boju proti debelosti, ki vplivajo na proces epigenetike (modifikacije DNA brez spreminjanja zaporedja samega), vendar njihov vpliv na izražanje genov še ni dovolj

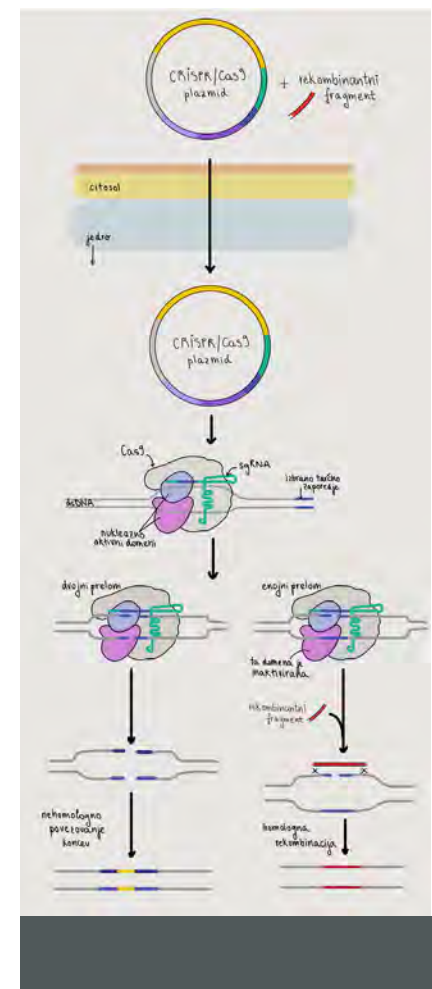
raziskan, da bi jih lahko uporabili za posamezniku prilagojeno zdravljenje. Med potencialna zdravila spadajo antagonisti in agonisti receptorjev debelosti v osrednjem živčnem sistemu, maščobnem tkivu, gastrointestinalnem sistemu, jetrih, nanotehnološko usmerjena lipoliza in rjavenje WAT, modulacije črevesne mikrobiote in cepiva, a velik problem vseeno predstavlja natančna ocena doze in frekvence administracije glede na farmakokinetiko vsakega posameznika in toksičen vpliv. Ena izmed novejših, a tudi kompleksnih in dragih tehnik je **genska terapija**. Z njo poskušajo celicam zagotoviti kopijo funkcionalnega gena, da bi nadomestili izgubo proteina, ali pa znižati ravni genskega produkta, ki je odgovoren za debelost. S spreminjanjem zaporedja promotorja gena (vstavitve, delecije ali zamenjave baz) ali z vnašanjem STOP-kodona lahko dosežejo tudi utišanje (ang. knockdown) endogenih genov. Modifikacije človeških celic lahko potekajo *in vivo* ali *in vitro*. Pri zadnjem se celice izolirajo, transformirajo (vanje vstavijo vektor z želenim insertom) in injicirajo nazaj v paciente (avtologna celična terapija), pri sistemu *in vivo* pa je terapevtski gen vnesen prek vektorja oz. nosilca. Ti vključujejo prenos virusnih vektorjev, nevirusne nosilce (beljakovine in lipidi) in tehnologije za urejanje genoma, kot so nukleaze z motivi cinkovih prstov,

Slika 2: Sistem CRISPR/Cas9 lahko ureja genom na podlagi dvojnega preloma tarčnega zaporedja in samodejnega popraviljanja po sistemih NHEJ ali HDR.

s transkripcijskim faktorjem podobne nukleaze in sistemi CRISPR.

CRISPR/Cas9

Prokarioti so razvili več obrambnih mehanizmov proti virusom in CRISPR/Cas je eden izmed njih. Bakterija si namreč na tak način zapomni pretekle okužbe, saj del virusnega genoma (v nadaljevanju omenjeno kot gRNA) izreže in vnese v CRISPR (lokus svojega genoma, ki ga sestavljajo palindromske ponovitve, ločene z različnimi vmesnimi zaporedji). Bakterija ob ponovnem napadu virusa z gRNA prepozna njegovo DNA in tvori kompleks s **tracrRNA**, ki ju zasidra v encim **Cas**. Ta s svojo nukleazno aktivnostjo DNA patogena na specifičnih mestih cepi in s tem inaktivira. V laboratorijih CRISPR/Cas9 in vivo dostavijo prek plazmida z elektroporacijo (slika 2) ali z rekombinantnim lentivirusnim vektorjem, izpeljanim iz virusa HIV. Virusni vektor zapis dostavi v celično jedro v obliki enoverižne RNA, ki jo reverzna transkriptaza, kodirana na virusu, prepíše v dvoverižno DNA. Ta se integrira v celični kromosom, iz katerega se izraža kompleks encima Cas9 s single guide RNA (sgRNA, sestavljena iz gRNA in tracrRNA), ki najde specifično tarčno zaporedje skoraj kjer koli na genomu in tam zasidra encim. Nukleazno aktivni domeni Cas9 cepita obe verigi DNA, pri čemer nastane prelom obeh



verig, ki se samodejno popravi prek nehomolognega povezovanja koncev (ang. NHEJ) ali homologne rekombinacije (ang. HDR) (slika 2). NHEJ ne potrebuje matričnega zaporedja, saj se v celici konci verig samodejno združijo nazaj, vendar s pogostimi napakami – izgubljenimi ali dodanimi nukleotidi. V veliko primerih to v celici povzroči inaktiviranje gena. Če želijo znanstveniki inducirati mutacijo, v celico vstavijo dodatni rekombinantni fragment, ki ima na koncih zaporedje, komplementarno mestu cepitve DNA, v vmesnem delu pa vsebuje želen insert. Celica bo prek komplementarnih delov izvedla homologno rekombinacijo, a se bo konec cepljenega fragmenta popravil na podlagi vnesenega

Čeprav debelost večkrat dojemamo kot posledico slabega življenjskega sloga, je ta metabolna bolezen kompleksen preplet vplivov več genov, ki za hujše oblike potrebuje hitro in učinkovito tehniko zdravljenja.

fragmenta, nastala pa bo veriga z novim dodanim zaporedjem. Glede na to verigo se bo popravila tudi druga veriga in nastala bo rekombinantna celična DNA. Uspešnost tega procesa se izboljša z uporabo Cas9 z eno inaktivirano nukleazno domeno, kar povzroči cepitev le ene verige tarčne DNA.

Še eno alternativo pa predstavlja nukleazno popolnoma neaktiven Cas9 (dCas9), fuziran s transkripcijskim aktivatorjem specifičnega gena, ki lahko okrepi ekspresijo. V nedavni študiji so tako uporabili kompleks **CRISPR-SAM** za transkripcijsko aktivacijo, s čimer so aktivirali endogeno izražanje UCP-1 v mitohondrijih človeških belih preadipocitov. Proizvedli so HUMBLE oz. **human brown-like celice**, ki so jih transplantirali v debele linije miši.

Te so imele v primerjavi s kontrolnimi mišmi več receptorjev za glukozo, izboljšano občutljivost na inzulin še 12 tednov pozneje in so porabile občutno več energije. Miši so konzumirale enake količine hrane, vendar v nasprotju s kontrolnimi niso pridobile telesne mase. Celice HUMBLE so aktivirale tudi endogeno rjavo maščevje – imele so povišano raven metabolizma arginina,

katerega vmesni produkt **NO (dušikov oksid)** se je prek rdečih krvničk prenesel do zrelih rjavih adipocitov in jih aktiviral.

Čeprav oksidativni stres in mraz prek β 3-adrenergičnih receptorjev aktivirata metabolizem arginina in proizvodnjo NO ter s tem termogenezo, bi bila to kot terapijska rešitev za ljudi neudobna. Simpatikomimetična zdravila lahko učinkovito aktivirajo rjavo maščevje, vendar imajo kardiovaskularne stranske učinke, medtem ko transplantacija celic HUMBLE ne vpliva na krvni tlak ali srčni utrip in lahko trajno izboljša metabolizem. Klinična preiskava avtologne transplantacije pri ljudeh še ni bila izvedena, saj problem predstavlja tudi vnos zapisa za Cas9 v rekombinantni virusni vektor, ki je

VIRI:

[1] R. K. Singh, P. Kumar, K. Mahalingam: Molecular genetics of human obesity: A comprehensive review. *C R Biol* 2017, 340, 87–108.

[2] A. M. Angelidi, M. J. Belanger, A. Kokkinos, C. C. Koliaki, C. S. Mantzoros: Novel Noninvasive Approaches to the Treatment of Obesity: From Pharmacotherapy to Gene Therapy. *Endocr Rev* 2022, 43, 507–557.

[3] S. A. Machado, G. Pasquarelli-do-Nascimento, D. S. S. da Silva, G. R. Farias, I. de Oliveira Santos, L. B. Baptista, K. G. Magalhães: Browning of the white adipose tissue regulation: new insights into nutritional and metabolic relevance in health and diseases. *Nutrition & Metabolism* 2022 19:1 2022, 19, 1–27.

sorazmerno majhen.

Največji problem CRISPR-ja kot tehnike zmanjševanja debelosti pa še vedno ostaja določanje specifičnega tarčnega zaporedja oz. tkiva, kamor bi bilo najbolje vstaviti transgene celice.

Zaključek

Čeprav debelost večkrat dojemamo kot posledico slabega življenjskega sloga, je ta metabolna bolezen kompleksen preplet vplivov več genov, ki za hujše oblike potrebuje hitro in učinkovito tehniko zdravljenja. Zadnja leta se znanstveniki nagibajo k procesu načrtnega rjavenja belega maščevja s sistemom CRISPR/dCas9, ki pa ni brez pomanjkljivosti in ga pred translacijo v klinično prakso čaka še nekaj ovir.

4.3

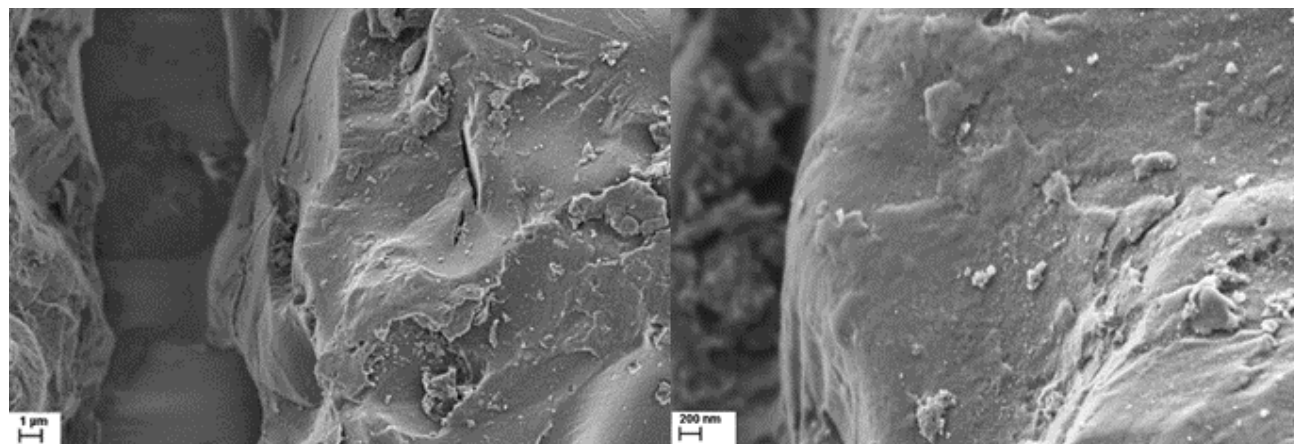
Vpliv sestave elektrolita na elektrokemijsko delovanje ultramikroporoznega ogljika v litij-žveplovih akumulatorjih

IZ STROKE IN PRVE ROKE

AVTORJA STROKOVNEGA
**ČLANKA: JAN JEROVŠEK,
DR. ALEN VIŽINTIN**

RECENZENT: IZR. PROF. DR.
BOŠTJAN GENORIO

Infiltracija žvepla v ultramikroporozni ogljik (UMC) v litij-žveplovih akumulatorjih omogoča uporabo elektrolitov na osnovi karbonatnih topil zaradi nastanka kompaktnega medfaznega sloja elektrolit – katoda. Pasivacija površine preprečuje neposreden stik med elektrolitom in žveplom, kar zagotavlja stabilno delovanje litij-žveplovih akumulatorjev. Elektrokemijska stabilnost medfaznega sloja je odvisna od topila in soli, ki so prisotne v elektrolitu. V tej študiji obravnavamo optimizacijo delovanja litij-žveplovih (Li-S) akumulatorjev na podlagi sestave elektrolita. Elektrolit je sestavljen iz karbonatnega topila (fluoroetilen karbonat (FEC) in dimetil karbonat (DMC) v razmerju 1 : 4 vol. %) in 1 M koncentracije soli LiTFSI (litijev bis(trifluorometansulfonil)imid), LiFSI (litijev bis(fluorosulfonil)imid) ali LiPF₆. Katoda je pripravljena na osnovi ultramikroporoznega ogljika, ki je impregniran z žveplom (46 ut. % S). Na podlagi elektrokemijske karakterizacije s ponavljajočim se praznjenjem/polnjenjem akumulatorjev (sto ciklov) smo ugotovili, da je elektrolit 1 M LiPF₆ v FEC/DMC (1 : 4 vol. %) zagotovil stabilno delovanje akumulatorja in dosegel visoko reverzibilno kapaciteto praznjenja 780 mAh/g po 100 ciklih. To nakazuje tvorbo kemijsko obstojnega medfaznega sloja ob katodi. Elektrolit 1 M LiTFSI v FEC/DMC (1 : 4 vol. %) je izkazal višjo kapaciteto praznjenja po sto ciklih (820 mAh/g), vendar je delovanje manj stabilno, predvsem po 54. ciklu.



Slika 1: Sliki vrstičnega elektronskega mikroskopa (SEM), ultramikroporoznega ogljika (UMC) pod različnima povečavama.

Popularizacija električnih vozil in uporabe obnovljivih virov energije zahteva razvoj zmogljivih, cenovno ugodnih in trajnostnih akumulatorjev z visoko energijsko kapaciteto. Litij-žveplovi (Li-S) akumulatorji predstavljajo obetavno alternativo litij-ionskim akumulatorjem zaradi potencialno visoke energijske gostote in cenovne dostopnosti žvepla kot aktivnega materiala. Za komercializacijo omenjene akumulatorske tehnologije sta potrebna stabilizacija delovanja akumulatorjev Li-S in zvišanje gravimetrične energijske gostote. Delovanje akumulatorjev Li-S temelji na reverzibilnih reakcijah na kovinskem litiju, ki je tipično negativna elektroda (anoda) in pozitivni elektrodi (katoda) na osnovi žvepla. V procesu praznjenja na anodi nastajajo litijevi ioni, ki se nato porabijo za redukcijo žvepla s pomočjo elektronov, ki potujejo po zunanem krogotoku. Pri tem nastajajo litijevi polisulfidi Li_2S_x ($x = 2 - 8$), ki se naprej reducirajo ali disociirajo v Li_2S_2 in $\text{Li}_2\text{S}^{[1]}$. Za daljše polisulfide je značilna dobra topnost v tekočih organskih elektrolitih^[1], kar predstavlja eno glavnih težav pri komercializaciji

toprstnih akumulatorjev. Topni polisulfidi povzročijo reakcije samopraznjenja in dodatne nepovratne reakcije, pri katerih aktivne (žveplo ali litij) in neaktivne (elektrolit) komponente reagirajo v produkte, ki se nalagajo na elektrode. To povzroči izgubo kapacitete akumulatorja in povečanje notranje upornosti. Dobra topnost polisulfidov po drugi strani omogoča visoko kapaciteto akumulatorjev Li-S, saj visoka koncentracija polisulfidov omogoča ugodno konverzijo v Li_2S oz. Li_2S_2 ^[2, 3]. V zadnjem času je veliko pozornosti usmerjene v razvoj modela redukcije in disproporcinacije polisulfidov v Li_2S , saj bi tovrstno razumevanje ponudilo vpogled v delovanje, omogočilo načrtovanje in optimiziranje akumulatorjev Li-S. Predlagani model^[2] opisuje tvorbo Li_2S prek fazne transformacije v trdnem stanju iz Li_2S_2 . Li_2S_2 se tvori prek kombinacije redukcije polisulfidov ($\text{Li}_2\text{S}_6 \rightarrow \text{Li}_2\text{S}_4 \rightarrow \text{Li}_2\text{S}_2(\text{sol.}) \rightarrow \text{Li}_2\text{S}_2(\text{s})$) in disproporcinacije polisulfidov ($2 \text{Li}_2\text{S}_4 \rightarrow \text{Li}_2\text{S}_6(\text{sol.}) + \text{Li}_2\text{S}_2(\text{s/sol.})$). Tvori se porozna struktura trdnega, neprevodnega Li_2S in Li_2S_2 , ki omogoča stik med aktivnim ogljikom

in elektrolitom, kar je optimalno z vidika transportnih pojavov, ki tudi v zaključnih stopnjah praznjenja akumulatorjev in pasivizacije površine omogočajo primerni masni transport za tvorbo Li_2S in visoke kapacitete. Tvorba Li_2S in Li_2S_2 se odraža v volumskem razteku kristalita v pori, kar oteži masni transport litija^[2]. Operando analiza je pokazala na preferenčno tvorbo Li_2S_2 proti Li_2S v razmerju 2 : 1 v karbonatnih topilih.^[3] Mogočih je več pristopov k stabilizaciji delovanja akumulatorjev Li-S, ki temeljijo na preprečevanju prostih migracij polisulfidnih vrst med elektrodama, kot so na primer akumulatorji s trdnim elektrolitom, infiltracija žvepla v pore ultramikroporoznega ogljika, uporaba ionskoselektivnih separatorjev in dodatki različnih aditivov^[4]. Za ultramikroporozne ogljike z impregniranim žveplom je značilna inkapsulacija žvepla v porah velikosti do 1,2 nm, kar otežuje prehajanje polisulfidnih vrst. Slabosti sta omejena količina žvepla, ki se impregnira v pore, in visoka specifična površina ogljika, ki povzroča visoko porabo elektrolita za

tvorbo medfaznega sloja elektrolit – katoda (CEI). Ultramikroporozni ogljik niha gravimetrično gostoto tovrstnih akumulatorjev, poleg tega pa ne naslovi v celoti problema migracije polisulfidov. Ne glede na slabosti pa inkapsulacija žvepla omogoča stabilno obratovanje akumulatorja z visoko kulonsko učinkovitostjo in predstavlja možnost komercializacije. Dodatne modifikacije ultramikroporoznih ogljikov z impregniranim žveplom so mogoče na osnovi optimizacije elektrolita za tvorbo stabilnih medfaznih slojev elektrolit – katoda (CEI), elektrolit – anoda (SEI) in optimizacije sinteze ultramikroporoznih ogljikov. Stabilno obratovanje akumulatorja lahko dosežemo s primerno izbiro elektrolita (topila, soli), z izvajanjem formacijskih ciklov pri različnih napetostih in tokovnih gostotah, inženirska optimizacija v smislu debeline in gostote nanosa aktivnega katodnega materiala ter z različnimi dodatki aditivov^[4] k aktivnemu materialu, kar vpliva na zadrževanje polisulfidnih vrst v katodi.

Metode

V prispevku obravnavamo akumulatorje na osnovi katode iz ultramikroporoznega ogljika z impregniranim žveplom (UMC-S), elektrolitov, pripravljenih na osnovi karbonatnih topil (FEC in DMC) in različnih soli (LiPF_6 , LiTFSI , LiFSI), ter anode iz kovinskega litija.

Priprava UMC-S

UMC-S oziroma z žveplom impregniran ogljik smo pripravili s homogenizacijo 50 ut.% izbranega ogljika (UMC) (slika 1) in 50 ut.% žvepla (Sigma - Aldrich) v planetarnem mlinu pri 300 rpm, 30 min. Homogenizirano zmes smo segrevali pod znižanim tlakom v Buchi peči pri 155 °C 5 ur, sledil pa je hitri režim segrevanja na 300 °C za 30 min. Končna vsebnost žvepla, določena z elementno analizo, je 46 ut.%.

Priprava elektrod

Zmes za pripravo elektrode je sestavljena iz masnega razmerja UMC-S : C65 : poliviniliden fluorid (Pvdf) = 80 : 10 : 10 z dodatkom n-metil-2-pirolidon (NMP) kot topila. Po homogenizaciji je bila zmes nanešena na z ogljikom prevlečeno aluminijevo elektrodo s pomočjo nanašanja Doctor blade debeline 200 μm. Elektroda se je sušila 12 ur pri 80 °C.

Sestava akumulatorjev

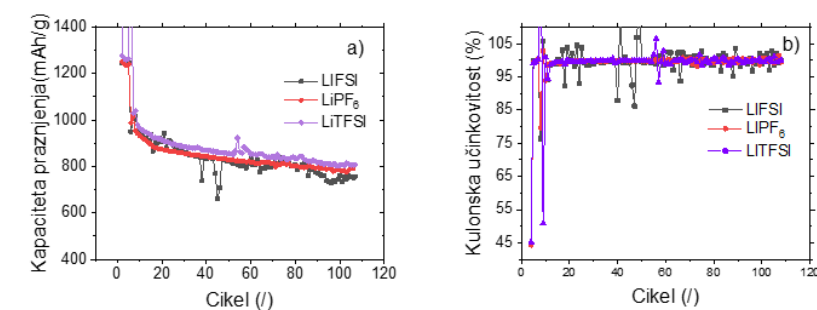
Akumulatorji so bili sestavljeni iz katode UMC-S premera 15 mm, separatorja Celgard (mikroporozna membrana iz polipropilena) 16 mm in kovinskega litija 15 mm; kot elektrolit se je uporabila mešanica FEC in DMC v volumskem razmerju 1 : 4 ter soli LiTFSI , LiPF_6 in LiFSI z 1 M koncentracijo v celici gumbnega tipa 2032.

Elektrokemijska karakterizacija

Elektrokemijska karakterizacija se je izvajala na potentiostatu/galvanostatu Maccor, začetnih pet formacijskih ciklov se je izvajalo med napetostma 0,5 V in 3 V pri tokovni gostoti C/20 (20 ur do teoretične kapacitete akumulatorja), sledilo je sto ciklov med 1 V in 3 V pri tokovni gostoti C/10.

Rezultati

Glede na spremembo kapacitete praznjenja s cikli (sliki 2a in 2b) je delovanje akumulatorja z elektrolitom



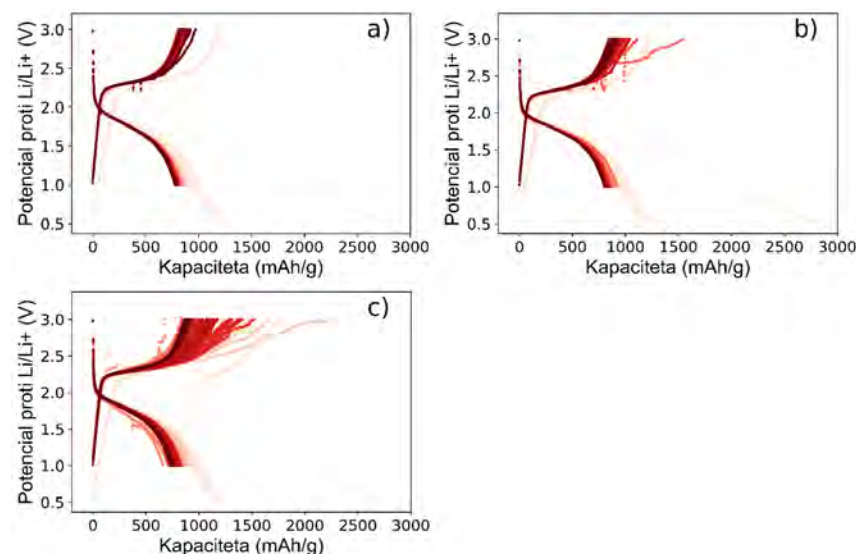
Slika 2: a) Kapaciteta praznjenja in b) Kulonska učinkovitost elektrolitov v odvisnosti od cikla.

Popularizacija električnih vozil in uporabe obnovljivih virov energije zahteva razvoj zmogljivih, cenovno ugodnih in trajnostnih akumulatorjev z visoko energijsko kapaciteto.

Manjša količina elektrolita vpliva na hitrost nasičenja topila z litijevimi polisulfidi, kar ima lahko velik vpliv na dolgoročno stabilnost delovanja litij-žveplovih akumulatorjev .

1 M LiPF₆ v FEC / DMC (1 : 4 vol.%) najstabilnejše. Med procesom praznjenja/polnjenja ne prihaja do večjih odklonov pri spreminjanju kapacitete praznjenja, ki linearno pada do šestdesetega cikla, od 880 mAh/g do 780 mAh/g, od tod naprej pa ohranja vrednost 780 mAh/g. V nadaljevanju lahko pri obravnavanem elektrolitu opazimo dobro prekrivanje galvanostatskih krivulj polnjenja in praznjenja v intervalu stotih ciklov (slika 3a) in visoko kulonsko učinkovitost (slika 2b). To nakazuje na stabilnost in odpornost medfaznih slojev CEI in SEI za ireverzibilne redoks reakcije ter omejen masni transport litijevih polisulfidov skozi medfazni sloj.

Akumulator z elektrolitom 1 M LiTFSI v FEC / DMC (1 : 4 vol.%) doseže najvišje vrednosti kapacitete praznjenja, ki padajo linearno do 54. cikla, od 940 mAh/g do 860 mAh/g (slika 2a), ko pride do nestabilnega delovanja akumulatorja v fazi praznjenja. Kapaciteta praznjenja po sto ciklih ohrani vrednost 820 mAh/g. Pri analizi galvanostatskih meritev za posamezen cikel pride do prekrivanja galvanostatskih krivulj v stopnji praznjenja (slika 3b), medtem ko je



Slika 3: Galvanostatske krivulje polnjenja/praznjenja akumulatorjev z elektrolitom a) 1M LiPF₆ v FEC/DMC (1 : 4 vol.%); b) 1 M LiTFSI v FEC/DMC (1 : 4 vol.%); c) 1 M LiFSI v FEC / DMC (1 : 4 vol.%)

delovanje v fazi polnjenja manj stabilno v primerjavi z 1 M LiPF₆ v FEC / DMC (1 : 4 vol.%), kar opazimo pri večji variaciji kapacitete polnjenja v intervalu stotih ciklov. Razlog bi bil lahko v masnem transportu polisulfidnih vrst skozi medfazni sloj, tvorjen na osnovi LiTFSI, FEC / DMC (1 : 4 vol.%) in žvepla ali v ireverzibilnih reakcijah LiTFSI, FEC / DMC in litijevih polisulfidov na litiju. Akumulator z elektrolitom 1 M LiFSI v FEC / DMC (1 : 4 vol.%) izkazuje najmanj stabilno delovanje v fazi praznjenja, kar je razvidno s slike 2a. Z analizo galvanostatskih meritev ugotovimo bistveno razlikovanje v obliki galvanostatskih krivulj in kapaciteti v fazi polnjenja akumulatorja (slika 3c). Rezultati nakazujejo na neoptimalnost uporabljene soli pri tvorbi odpornega CEI, kar bi lahko vodilo v izrazit masni transport litijevih polisulfidov skozi medfazni sloj.

Prva kapaciteta praznjenja pri vseh elektrolitih dosega vrednost 2.800 mAh/g (slika 3). Razlog za to bi bil lahko v lastnostih izbranega ultramikroporoznega ogljika, kot sta specifična površina ogljika in poroznost, ter vrsti uporabljenega elektrolita. Karbonatna topila intenzivno reagirajo s polisulfidi v reakcijah nukleofilne adicije in substitucije^[5] ter tvorijo stabilen pasivacijski sloj na elektrodi, kar vpliva na visoko ireverzibilno izgubo kapacitete akumulatorjev. Vsi akumulatorji dosega podobne kapacitete praznjenja po sto ciklih (780–820 mAh/g). Razlog za to je lahko volumski raztezek kristalita v ultramikroporah ogljika zaradi tvorbe poroznega in neprevodnega kristalita na osnovi Li₂S in Li₂S₂ v zaključnih stopnjah praznjenja akumulatorja. Volumska ekspanzija oteži masni transport litijevih ionov v aktivni material, kar omejuje dosegljivo kapaciteto tovrstnih akumulatorjev^[3].

Zaključek

V raziskavi smo ugotovili tvorbo obstojnega medfaznega sloja CEI v elektrolitu 1 M LiPF₆ FEC / DMC (1 : 4 vol.%), skozi katerega pride do sorazmerno omejene migracije polisulfidnih vrst. To se opazi v sorazmerno nizki postopni izgubi kapacitete praznjenja akumulatorja. Pri galvanostatskih meritvah opazimo neizrazito spreminjanje kapacitete polnjenja v intervalu stotih ciklov, kar izkazuje omejenost ireverzibilnih redoks reakcij na površini litija. Te so posledica migracije litijevih polisulfidov skozi medfazna sloja elektrolita, kar nakazuje na smiselnost uporabe LiPF₆ soli v elektrolitu in njen vpliv na obstojnost medfaznih slojev elektrolit – katoda in elektrolit – anoda. Akumulator z 1 M LiTFSI v FEC / DMC (1 : 4 vol.%) elektrolitom izkazuje rahlo višje reverzibilne kapacitete v primerjavi z elektrolitom 1 M LiPF₆ v FEC / DMC (1 : 4 vol.%). Razlog za to je lahko sestava pasivnega filma na osnovi soli LiTFSI, ki omogoča boljše ionsko prevodnost litijevih ionov. Ionska prevodnost litijevih ionov je v zaključnih fazah praznjenja akumulatorjev Li-S omejena z volumsko ekspanzijo kristalita v porah ultramikroporoznega

ogljika, kar bi bil lahko omejitveni faktor pri doseganju višjih reverzibilnih kapacitet akumulatorja^[3].

Reševanje topnosti polisulfidov in posledično stranskih reakcij polisulfidnih vrst s kovinsko anodo bi lahko v prihodnosti naslovili s primerno debelimi in stabilnimi gelskimi premazi na osnovi polimerov. To bi zadrževalo polisulfidne vrste na podlagi nižanja difuzijskega koeficienta z višjo viskoznostjo gela, kar bi pripeljalo do njihovega koncentriranja v gelskem pasu. Poleg tega bi lahko prilagajanje količine elektrolita in koncentracije soli vplivalo na topnost polisulfidov v elektrolitu. Manjša količina elektrolita vpliva na hitrost nasičenja topila z litijevimi polisulfidi, kar ima lahko velik vpliv na dolgoročno stabilnost delovanja litij-žveplovih akumulatorjev^[1].

Zahvala

Ta projekt je prejel sredstva iz programa Evropske unije za raziskave in inovacije Horizon 2020 v okviru pogodbe o dodelitvi sredstev, št. 958174, omrežje M-ERA.NET: Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in inovacije za projekt ALISA (številka projekta: 9359).

VIRI:

- [1] N. N. Rajput, V. Murugesan, Y. Shin, K. S. Han, K. C. Lau, J. Chen, J. Liu, L. A. Curtiss, K. T. Mueller, K. A. Persson: Elucidating the Solvation Structure and Dynamics of Lithium Polysulfides Resulting from Competitive Salt and Solvent Interactions, Chem. Mater. 2017, 29, 8, 3375–3379.
- [2] Prehal, C., von Mentlen, J. M., Drvarič Talian, S. et al.: On the nanoscale structural evolution of solid discharge products in lithium-sulfur batteries using operando scattering. Nat Commun. 2022, 13, 6326.
- [3] R. Dominko, A. Vizintin, G. Aquilanti, L. Stievano, M. J. Helen, A. R. Munnangi, M. Fichtner, I. Arčon: Polysulfides Formation in Different Electrolytes from the Perspective of X-ray Absorption Spectroscopy, J. Electrochem. Soc. 2018, 165, A5014.
- [4] Huang, Y., Shaibani, M., Gamot, T. D. et al.: A saccharide-based binder for efficient polysulfide regulations in Li-S batteries. Nat Commun. 2021, 12, 5375.
- [5] T. Yim, M.-S. Park, J.-S. Yu, K. J. Kim, K. Y. Im, J.-H. Kim, G. Jeong, Y. N. Jo, S.-G. Woo, K. S. Kang, I. Lee, and Y.-J. Kim: Effect of chemical reactivity of polysulfide toward carbonate-based electrolyte on the electrochemical performance of Li-S batteries. Electrochim. Acta. 2013, 107, 454.

ZNANSTVENI KOTIČEK S PROF. DR. IRENO KRALJ CIGIĆ 05

Z analizo živil sem se srečala že v okviru doktorske disertacije, v sklopu katere sem študirala pretvorbe derivatov dienjskih kislin. Ena skupina preiskovanih spojin je bila povezana z aromo hruške viljamovke, druga skupina pa s konzervansom, ki se dodaja različnim živilom.

S Fakulteto za kemijo in kemijsko tehnologijo sem povezana že od študentskih let, najprej kot študentka kemije, pozneje kot asistentka in profesorica analize kemije. V tem času sem spoznala precej generacij študentov kemije, najprej na klasičnih in instrumentalnih vajah iz analize kemije, pozneje pa na različnih predavanjih. Med predmeti, ki jih poučujem, mi je še posebej pri srcu kemijska analiza živil, saj sem sodelovala pri oblikovanju predmeta v letu 2003. Takrat sva s kolegico prof. dr. Heleno Prosen pripravili gradiva za vaje. V letu 2011 sem prevzela predavanja pri tem predmetu od mentorice izr. prof. dr. Lucije Zupančič Kralj ter nekaj let

vzporedno vodila vaje in predavanja. Tak način izvedbe predmeta po mojem mnenju predstavlja dobro prakso, ki je precej uveljavljena v tujini, pri nas pa se redko izvaja. Tudi študentje so to dobro sprejeli, saj so lažje povezali eksperimentalno delo in teoretične vidike.

Vsebine predavanj pri predmetu v veliki meri gradim na lastnem raziskovalnem delu in tako študentom predajam izkušnje, ki jih navadno ni v učbenikih. Z analizo živil sem se srečala že v okviru doktorske disertacije, v sklopu katere sem študirala pretvorbe derivatov dienjskih kislin. Ena skupina preiskovanih spojin je bila povezana

ZNANSTVENI KOTIČEK

AVTORICA: IRENA
KRALJ CIGIĆ

z aromo hruške viljamovke, druga skupina pa s konzervansom, ki se dodaja različnim živilom. Ugotovila sem, da ima vsebnost posamezne izomere vpliv na aromo in protimikrobne lastnosti. Seveda pa take ugotovitve temeljijo na uspešni ločbi, identifikaciji in kvantitativni določitvi posamezne izomere, kar predstavlja resen analitski izziv. Pri svojem delu sem uporabila širok spekter separacijskih tehnik, kot sta plinska in tekočinska kromatografija z različnimi modifikacijami pa tudi različne elektromigracijske tehnike, kot so kapilarna elektroforeza, micelarna in mikroemulzijska elektrokinetična kromatografija ter kapilarna elektrokromatografija. Identifikacija izomer z masno spektrometrijo je težavna in šele z NMR-spektroskopijo je bilo mogoče kvalitativno in tudi kvantitativno ovrednotiti posamezne izomere.

Tudi pozneje sem se večkrat ukvarjala z različnimi raziskovalnimi problemi, povezanimi z živilom, kot je na primer določevanje mikotoksinov. Tovrstne analize predstavljajo velik izziv, saj se spojine strukturno precej razlikujejo in imajo posledično različne fizikalno-kemijske lastnosti, kar vpliva na pogoje vzorčenja. Na drugi strani pa so njihove vsebnosti v sledovih, hkrati pa je prisotno veliko interferenc zaradi kompleksne matrice živil. Izpostaviti je treba tudi, da običajno ne gre samo za

Fotografiral: Andrej Križ



“
PRI TEM MI JE POMEMBNO,
DA SVOJE POGLEDE IN IZKUŠNJE
Z RAZISKOVALNIM DELOM PRENAŠAM
NA NASLEDNJE GENERACIJE.
”

določitev mikotoksina, ampak je treba upoštevati tudi njegove metabolite in razgradne produkte, ki so prav tako lahko toksični. Poleg prostih mikotoksinov je treba določiti tudi mikotoksine, vezane na različne biološke molekule. Pri analizi mikotoksinov je ključna izbira reprezentativnega vzorca, saj so večinoma porazdeljeni nehomogeno v živilih, kar lahko vodi v previsoko ali prenizko določitev, ki predstavlja zdravstveno tveganje. Delno rešitev na področju določevanja mikotoksinov zagotavljajo avtomatizirani sistemi za vzorčenje in pripravo, ki omogočajo analizo večjega števila vzorcev. Eno izmed mogočih rešitev predstavlja tudi vrednotenje značilnih hlapnih

metabolitov ali razgradnih produktov, ki se lahko izvaja kot monitoring.

Poudarila bi še eno pestro raziskovalno področje, in sicer določevanje hlapnih organskih spojin. Te definirajo aroma hrane, ki je lahko značilna in zaokrožuje dojemanje hrane ali pa je lahko neustrezna, kar kaže na spremembe različnih komponent ali prisotnost nezaželenih spojin v živilih. Tudi v tem primeru gre za določanje večje skupine različnih spojin, največji izziv pa predstavljata ustrezno vzorčenje in njihova kvantitativna določitev. Vsak izmed načinov vzorčenja ima svoje prednosti in slabosti. Hlapne organske spojine lahko skoncentriramo z

mikroekstrakcijo na trdno fazo, vendar pri tovrstnem vzorčenju prihaja do velikih razlik v razmerju ekstrahiranih spojin v primerjavi z razmerji v vzorcih. Za ustrežnejšo kvantitativno določitev lahko uporabimo različne sorbente, kot sta npr. aktivno oglje in Tenax, pri katerih vzorčenje običajno izvajamo v dinamičnem načinu in tako določimo profil hlapnih organskih spojin, ki bolje odraža dejanska razmerja med spojinami v vzorcih. Seveda je najustreznejše neposredno vzorčenje plinaste faze nad vzorcem, ki pa je omejeno na določanje spojin v višjem koncentracijskem območju. Pogosto je pri analizi arome pomembno, da ugotovimo, katera posamezna spojina

najbolj prispeva k naši zaznavi vonja. To lahko raziskujemo in ugotavljamo z olfaktometričnim detektorjem, pri katerem poteka analiza hlapnih spojin v realnem času z nosom raziskovalca in instrumentom, kot je plinski kromatograf, sklopljen z masnim spektrometrom.

V zadnjem obdobju je moje raziskovalno delo povezano tudi s področjem dediščinske znanosti, na katerem veliko sodelujem s prof. dr. Matijo Strličem. Na tem področju so zelo uporabne izkušnje

s področja kemijske analize živil, saj je pri materialih kulturne dediščine še posebej pomembno poznavanje dejavnikov, ki vplivajo na stabilnost materialov in tvorbo razgradnih produktov. Med razgradnimi produkti so tudi hlapne organske spojine, ki jih lahko obravnavamo kot označevalce razgradnje, zato sta pomembni njihova identifikacija in kvantitativna določitev.

Nekatere raziskave vključujejo tudi analizo ostankov živil, na osnovi katerih lahko sklepamo o prehranjevalnih

navadah naših prednikov. Tako sem sodelovala pri raziskavah arheološke keramike, s katerimi z zahtevno pripravo vzorca lahko ekstrahiramo ostanke proteinov in lipidov ter na osnovi analiz s plinsko ali tekočinsko kromatografijo, sklopljeno z različnimi masnimi spektrometri, ugotavljamo izvor hrane, ki se je shranjevala ali pripravljala v keramičnih posodah. Živila pri svojem ustvarjanju uporabljajo tudi umetniki. V slikarskih barvah so lahko različna olja in druga veziva, kot je npr. jajčni rumenjaki. Z določitvijo maščobnokislinske sestave barvnih nanosov lahko še po več desetletjih ugotovimo, katera veziva so uporabljali umetniki. Tako lahko določimo, da je Rihard Jakopič pri sliki Pogled na grad uporabil barve z lanenim oljem.

Nedvomno je večina mojega raziskovalnega delovanja povezana s študenti, ki jih poučujem ter mentoriram pri diplomskih, magistrskih in pri doktorskih delih. Pri tem mi je pomembno, da svoje poglede in izkušnje z raziskovalnim delom prenašam na naslednje generacije. Nič pa ne more nadomestiti lastnih izkušenj z laboratorijskih delom, pri čemer je ključno imeti odprte oči in se čim bolj zavedati kompleksnosti obravnavanih problemov.

Hlapne organske spojine lahko določimo tudi z olfaktometričnim detektorjem.

Z določitvijo maščobnokislinske sestave barvnih nanosov lahko še po več desetletjih ugotovimo, katera veziva so uporabljali umetniki.



Vzorčenje hlapnih organskih spojin na aktivno oglje.



Fotografije so iz osebnega arhiva.

06

INTERVJU

INTERVJUVALA:
ANA HOČEVAR

- INTERVJU -

prof. dr. IGOR PRAVST

Kateri so najzanimivejši ali presenetljivi rezultati, ki ste jih odkrili v svojih raziskavah?

»Ob tako širokem področju raziskav je kar težko poudariti najbolj presenetljive rezultate, hkrati pa se raziskovalci vsakodnevno srečujemo s presenečenji. Prav zato je raziskovanje tudi tako zanimivo. Precej presenetljivi so bili na primer rezultati naših raziskav pred nekaj leti, ki so pokazali, da smo bili prebivalci Slovenije bistveno bolj ogroženi zaradi industrijskih transmaščobnih kislin v živilih kot pa prebivalci zahodnoevropskih držav. Na osnovi naših raziskav je bila v

UL FKKT; BSc (2003); PhD (2008)

Inštitut za nutricionistiko

Vodim državni raziskovalni program »Prehrana in javno zdravje«, v okviru katerega izvajamo različne raziskovalne projekte, ki so pogosto aplikativno naravnani. Raziskave obsegajo zelo široko interdisciplinarno področje – od kemije živil do opazovalnih in intervencijskih prehranskih raziskav na ljudeh, v okviru katerih nas zanimajo vnosi hrane in hranil ter povezave z zdravjem.

Po definiciji imajo funkcionalna živila zaradi svoje sestave ugoden vpliv na zdravje, ki presega pričakovan hranilni vpliv.

Sloveniji sprejeta stroga zakonodaja, s katero smo omejili vsebnost teh škodljivih snovi v živilih. Zelo pomembni so bili tudi podatki naših epidemioloških raziskav, predvsem na področju pomanjkanja posameznih mikrohranil, saj to področje do pred kratkim v Sloveniji ni bilo raziskano. Med drugim smo ugotovili zelo velika sezonska nihanja v preskrbljenosti z vitaminom D, pri katerem je prevalenca pomanjkanja pozimi kar 80-odstotna.«

Pri svojem delu se ukvarjate tudi s funkcionalnimi živilmi. Kaj sploh so in kateri so največji izzivi pri izvajanju raziskav na tem področju ter kako se z njimi spopadate?

»Po definiciji imajo funkcionalna živila zaradi svoje sestave ugoden vpliv na zdravje, ki presega pričakovan hranilni vpliv. Običajno gre za živila, ki so obogatena s posameznimi bioaktivnimi snovmi. V Evropski uniji imamo na tem področju razmeroma strogo zakonodajo, ki na takšnih živilih dovoljuje uporabo zdravstvenih trditev le takrat, ko so te ustrezno dokazane.

prof. dr. Igor Pravst



Fotografija je iz osebnega arhiva.

študente in mlade raziskovalce. Od pedagoških obveznosti mi je zelo ljuba tudi vloga mentorja, še posebej, ko v raziskavah naslavljamo tudi aplikativne raziskovalne probleme.«

Kako najdete ravnovesje med poučevanjem in raziskovanjem?

»Upoštevajoč svoje delovno mesto, sem v prvi vrsti raziskovalec, od pedagoških aktivnosti pa največ časa posvečam mentorstvu. Oboje je tesno povezano drugo z drugim, še posebej, ker sem tudi mentor mladim raziskovalcem, katerih naloga je prav tako raziskovanje.«

Lahko predstavite uspešen projekt, ki ste ga vodili ali bili vključeni vanj?

»Nekaj zanimivih raziskovalnih projektov sem že poudaril, mogoče pa lahko omenim še kakšnega, ki ni povsem raziskovalen. Na našem inštitutu na primer izvajamo tudi več projektov promocije zdravja, ki jih financira Ministrstvo za zdravje. Eden prepoznavnejših je projekt mobilne aplikacije VešKajJeš, ki ga izvajamo skupaj z Inštitutom Jožef Stefan in Zvezo potrošnikov Slovenije. Aplikacija uporabnikom omogoča lažje prepoznavanje živil z ugodnejšo hranilno sestavo s skeniranjem črtnih kode živil. Projekt je pripeljal tudi do izboljšav sestave številnih živil, ki jih najdete na našem trgu.«

Kateri so največji izzivi, s katerimi se spoprijema področje

Ključne pri tem so intervencijske raziskave na ljudeh, razen ko gre za esencialna hranila.«

Katera so najpomembnejša vprašanja ali področja, na katera bi se glede na vaše mnenje morala usmeriti prihodnja raziskava na področju javnega zdravja in prehrane?

»Ključen izziv postajata hitro prehranjevanje in uživanje pretežno procesiranih živil, ki so pogosto hranilno osiromašena, hkrati pa bogata z energijo. Industrija takšna živila lahko naredi izjemno okusna, jih agresivno oglašuje, prebivalci se nanje navadijo. Po eni strani so zato ključne raziskave, ki bodo omogočale učinkovito izboljševanje sestave procesiranih živil, hkrati pa moramo zaradi spreminjajočih se prehranskih navad skrbno spremljati tudi vplive tovrstnih sprememb na vnos hranil in zdravje. V razvitih državah se v resnici ne srečujemo več s problemom, da s hrano ne bi mogli zadostiti potrebam telesa po energiji, žal pa pogosto ob celo previsokih

vnosih energije ugotavljamo prenizke vnose posameznih (mikro)hranil in drugih koristnih snovi. Le za primer – naše raziskave so pokazale, da je vnos prehrane v obliki vlaknin med odraslimi prebivalci Slovenije za približno tretjino prenizek. Rešitev za to bi bilo več zaužite zelenjave in polnozrnatih žitnih izdelkov.«

Kaj vas je pripeljalo do kariere profesorja prehrane?

»Vse skupaj se je zgodilo precej po naključju. Ob zaključevanju doktorata sem bil povabljen k sodelovanju na projektu s področja kemije hranil in prehrane ter precej hitro ugotovil, da me to področje zelo zanima. Po uspešnem zaključku projekta sem imel priložnost nadaljevati delo na tem področju, na katerem je bilo takrat v Sloveniji tudi nekaj raziskovalne praznine. S povezavo raziskovalcev, ki smo delovali na tem področju na različnih raziskovalnih organizacijah, sem bil uspešen pri prijavi več raziskovalnih projektov in državnega raziskovalnega programa, v katerega smo začeli vključevati tudi

raziskovanja prehrane?

»Kot kemik sem se na področju raziskovanja prehrane spoprijel z dejstvom, da se je pri raziskavah velikokrat treba zanašati na ocene in ne le na objektivne meritve. To še posebej velja za področje raziskovanja prehranskega vnosa hranil, na katerem se poslužujemo bolj ali manj natančnega spremljanja prehranjevanja posameznika. Mogoče sem se prav zato začel ukvarjati tudi s projekti, v katerih preskrbljenost s hranili hkrati spremljamo tudi z vrednotenjem bioloških kazalnikov, predvsem z analizo krvi. Tovrstne raziskave nam omogočajo boljši vpogled v javnozdravstvene probleme na področju prehrane. Velik problem na področju raziskovanja prehrane predstavljajo tudi včasih nasprotujoči si rezultati različnih raziskav, lahko tudi zaradi uporabe neprimerljivih metod. Na tem področju nas čaka še veliko dela, ključna omejitev pa bo ostala kakovost zajema podatkov o prehrani oseb. V prihodnosti bodo na to področje verjetno zelo vplivali tudi sproten zajem podatkov s sodobnimi orodji in z mobilnimi napravami ter uporaba umetne inteligence pri obdelovanju velike količine na ta način zbranih podatkov.«

Katere so pogoste napačne predstave ali miti o prehrani, s katerimi se pogosto srečujete, in kako se ukvarjate s temi vprašanji v svojem raziskovanju ali poučevanju?

»Prav na področju prehrane je veliko mitov in napačnih predstav, ki pogosto izvirajo tudi iz zavajajočih predstavitev na spletu, ki imajo

velikokrat marketinški namen. Ob veliki konkurenci proizvajalci živil in predvsem prehranskih dopolnil iščejo vedno nove načine, da bi pridobili nove kupce. To potrди že preprosto iskanje prehranskih informacij na spletu, pri katerem so prvi zadetki predvsem plačani zadetki za spletne strani dvomljive vsebine. V Sloveniji smo ta problem naslovili z vzpostavitvijo nacionalnega portala www.prehrana.si, ki ga vzdržuje Inštitut za nutricionistiko ob podpori Nacionalnega inštituta za javno zdravje. Gre za portal, ki ga financira Ministrstvo za zdravje in ki je zato tudi povsem brez oglasov ali drugih plačanih vsebin. Ključni cilj portal je prebivalcem zagotoviti verodostojne, strokovne in razumljive informacije s področja prehrane v vseh življenjskih obdobjih. Če se dotakneva konkretnih mitov, pa je vsekakor treba omeniti dvomljive koristi raznovrstnih diet, ki so včasih lahko celo nevarne. Zanimivo za vsako pomlad postane aktualno neko dopolnilo za hujšanje. Če bi bilo res učinkovito, ne bi vsako leto potrebovali nečesa novega. Za rezultate na tem področju je ključno, da se uravnotežita zaužita in porabljena energija, pri tem pa imajo dopolnila zelo omejeno vlogo.«

Lahko na kratko strnete svoje misli in svetujete povprečno aktivnemu študentu z normalno težo in brez posebnih bolezenskih težav, katera prehranska dopolnila bi bilo smiselno dodajati? Kakšno je vaše mnenje glede trenutnega trenda vse večjega povpraševanja po prehranskih dopolnilih?

»Prehranska dopolnila so v osnovi namenjena dopolnjevanju prehrane pri

izboljševanju primanjkljajev določenih hranil, vzdrževanju zadostnega vnosa določenih hranil ali pri podpori določenih fizioloških funkcij. Žal se jih pogosto neupravičeno predstavlja kot rešitev za neuravnoteženo prehrano, kar vodi v nenadzorovano in pretirano uporabo. Za običajnega študenta s pestro raznovrstno prehrano ni potrebe za večino prehranskih dopolnil. Izjema je vitamin D. V obdobju jeseni in zime (od novembra do konca aprila) je na zemljepisnem območju Slovenije moč sočne svetlobe prenizka, da bi zadoščala za biosintezo vitamina D v človeški koži. V tem obdobju je treba zagotoviti ustrezen vnos vitamina D s prehrano. Raziskave so pokazale, da običajna prehrana odraslih prebivalcev Slovenije zagotavlja le približno 3 mikrograme vitamina D, priporočen prehranski vnos pa je 20 mikrogramov, kar lahko dosežemo s prehranskimi dopolnili. Omeniti moram tudi, da osebe, ki se prehranjujejo izključno z rastlinsko hrano, z običajnimi živili večinoma ne zaužijejo dovolj posameznih mikrohranil, zato se priporoča njihovo dodajanje. Še posebej pomembno je dodajanje vitamina B12, ki se nahaja izključno v živilih živalskega izvora in v manjši meri v fermentiranih živilih.«

Kako usklajujete svoje odgovornosti kot raziskovalec, profesor in mentor ter za katere strategije ste ugotovili, da so najučinkovitejše pri upravljanju s svojim časom in postavljanjem prioritet?

»Težko vprašanje, na katero najbrž veliko ljudi išče ustrezen odgovor vse do upokojitve. Najlažje mi je, ko je mentorstvo študentom tesno



Za običajnega študenta s pestro raznovrstno prehrano ni potrebe za večino prehranskih dopolnil.

povezano z izvajanjem raziskovalnega dela – na primer, ko gre za neposredno vključevanje v aktualne raziskovalne projekte. Kot raziskovalec sicer hitro ugotoviš, da so za nove raziskave potrebna dodatna sredstva, zaradi česar pomembni prioriteti postaneta tudi priprava načrtov novih raziskovalnih projektov in projektno poročanje. Zadnjega je pogosto več, kot bi si želel, vendar brez tega ne gre. Je pa zadovoljstvo toliko večje, ko imaš priložnost začeti delati na novem zanimivem raziskovalnem projektu, kar velikokrat vključuje tudi sodelovanja z drugimi raziskovalci na zelo interdisciplinarnih področjih. Še posebej bogate so izkušnje, ki sem jih pridobil s sodelovanjem v velikih evropskih projektih.«

Kateri pedagoški delavec na FKKT vam je najbolj ostal v spominu in zakaj?

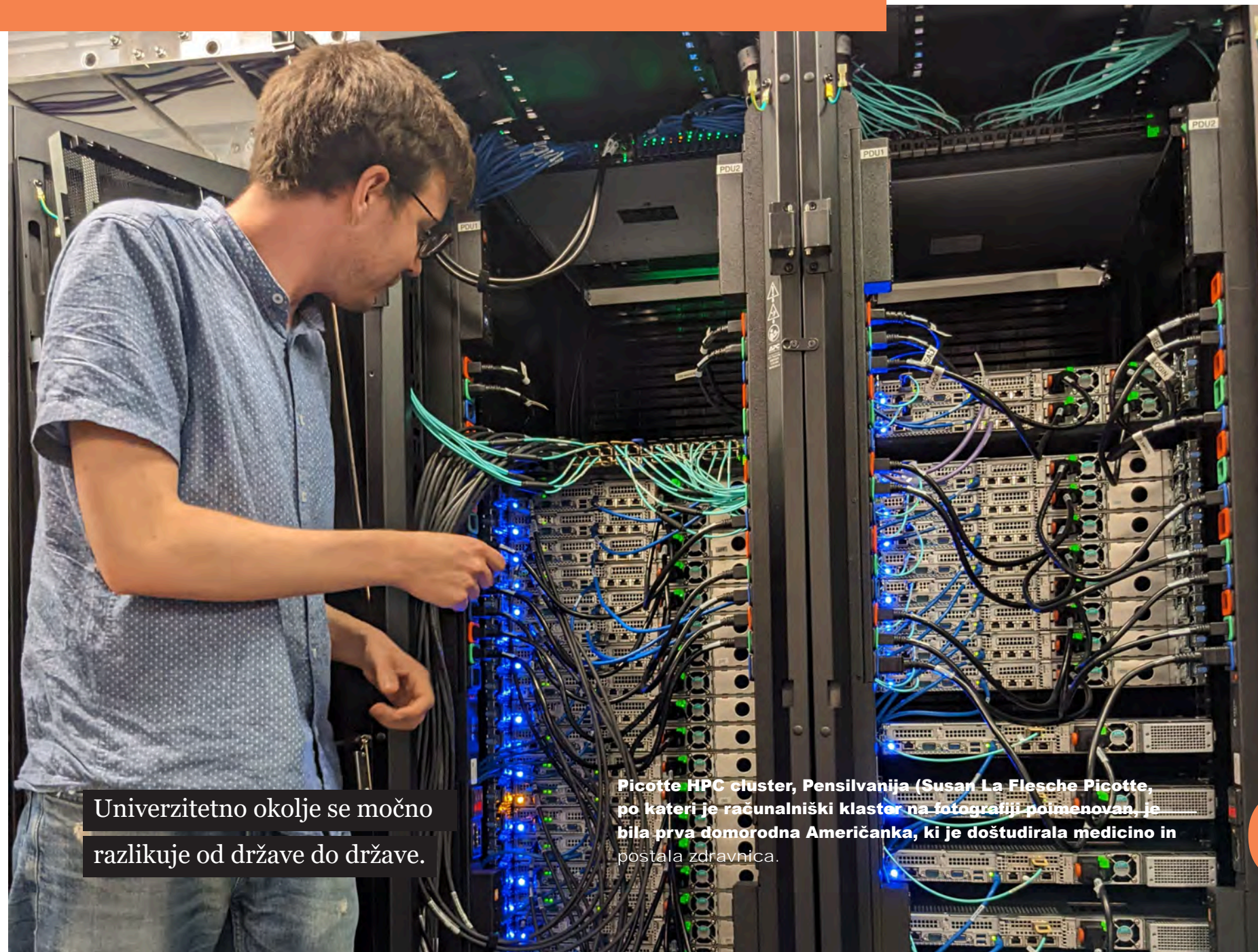
»Zelo težko je izbrati posamezne pedagoške delavce; celotna ekipa FKKT je bila ključna, da mi je fakulteta ostala v izjemno lepem spominu in da sem med študijem pridobil znanje, ki je bilo ključno za moj karierni preskok tudi zunaj ožjega področja kemije. Poudariti moram ekipo Katedre za organsko kemijo, s katero sem bil mladi raziskovalec in sem tudi doktoriral, ter izjemno sodelovanje z Laboratorijem za organsko in bioorgansko kemijo na Institutu Jožef Stefan. Kot zelo aktiven član Študentskega sveta FKKT sem bil tudi v tesnih stikih z vodstvi fakultete, ki je imelo veliko razumevanja za 'inovativne' študentske iniciative. Začelo se je že z ekipo takratnega dekana prof. Koloinija in nadaljevalo z ekipami prof. Vebra in prof. Pejovnika.«

ŠTUDENTSKI POGLED NA UNIVERZITETNE SKUPNOSTI V SLOVENIJI, FRANCIJI IN V ZDA

PRIGODE IZ TUJINE

AVTOR: ERVIN REMS

Ocene so jim bistveno pomembnejše kot slovenskim ali francoskim študentom, saj močno vplivajo na zaposlitvene priložnosti po koncu študija.



Univerzitetno okolje se močno razlikuje od države do države.

Picotte HPC cluster, Pensilvanija (Susan La Flesche Picotte, po kateri je računalniški klaster na fotografiji poimenovan, je bila prva domorodna Američanka, ki je doštudirala medicino in postala zdravnica).

07

Univerzitetno okolje se močno razlikuje od države do države. Te razlike, dosledno akademske ali povezane z okoljem, ki ga obkrožajo, bistveno vplivajo na študijsko izkušnjo. V tem prispevku izkustveno primerjam svoje doživljanje univerzitetne skupnosti v Sloveniji, v Franciji in v Združenih državah Amerike. V Ljubljani sem končal dodiplomski študij, večino magistrskega študija sem opravil v Franciji, v Toulousu in Amiensu, magistrsko raziskovalno delo pa v Filadelfiji. Zapis je osebne narave ter ne skuša objektivno prikazati prednosti in slabosti akademskih ozračij v teh državah, ampak predvsem pomen študijske izkušnje v tujini za akademski in osebni razvoj.

V nasprotju s Slovenijo, v kateri se visoko šolstvo po večini udejanja v okviru treh javnih univerz z razmeroma visoko stopnjo avtonomije, v Franciji obstaja razmeroma stroga ločnica med univerzami, ki so dostopne vsem, in elitnimi petletnimi magistrskimi šolami, tako imenovanimi *grandes écoles*. Kljub tej ločnici so tam ustanove po večini javne. ZDA ne bi mogle biti bolj drugačne: univerze se močno razlikujejo po kakovosti, sredstvih in kadrih, s katerimi razpolagajo. To navadno sovпада s lastništvom: čeprav obstaja peščica vrhunskih državnih univerz, je velika večina najboljših univerz zasebna (a kljub temu, vsaj formalno, nepridobitna). Zaradi načina financiranja, ki temelji na šolninah, ki jih plačujejo

študentje, in projektne financiranja raziskovalne dejavnosti vlada med univerzami veliko več konkurenčnega boja. Prav tako univerze intenzivno iščejo druge načine financiranja zunaj temeljev, to je študijske in raziskovalne dejavnosti. Čeprav so najbolj izpostavljene zasebne univerze, na njih študira trikrat manj študentov kot na javnih. Študij na državnih univerzah sicer ni brezplačen, je pa bistveno cenejši od študija na zasebnih. Šolnine na prvih so velikostnega razreda 10 tisoč dolarjev letno, na zadnjih okoli 50 tisoč. V ZDA tako veliko študentov svoj študij financira s posojili, medtem ko v Franciji in Sloveniji študentski status prinaša osnovno raven socialne varnosti.

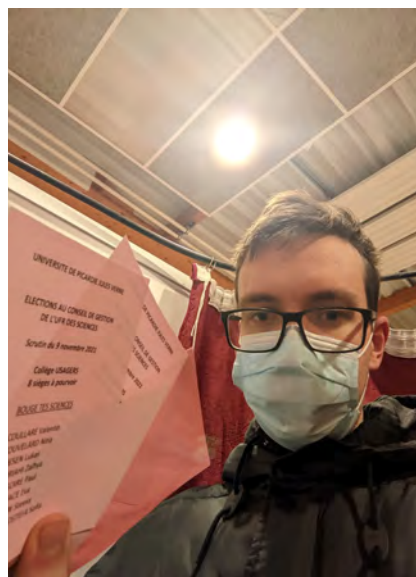
Študentje v ZDA študij pogosteje razumejo kot (finančno) naložbo v njihovo vrednost na trgu dela. Ocene so jim bistveno pomembnejše kot slovenskim ali francoskim študentom, saj močno vplivajo na zaposlitvene priložnosti po koncu študija. Čeprav gre za globalni fenomen, se zdi, da inflacija ocen prednjači prav v ZDA. Ocena A je zelo pogosta. Najvišja ocena je na francoski ocenjevalni lestvici od 0 do 20 (pri čemer je pozitivna ocena 10) bolj ali manj nedosegljiv; velika večina ocen je le nekoliko nad pozitivno oceno. Slovenija je nekje vmes. Čeprav francoski študentje ocenam ne dajo tolikšnega poudarka kot ameriški, jim univerze institucionalno pripisujejo velik pomen in imajo lahko pomemben vpliv znotraj

univerze.

Do profesorjev in asistentov so lahko ameriški študentje zelo zahtevni in od njih veliko pričakujejo. Na predavanjih so dejavni in se ne bojijo zastavljati »neumnih« vprašanj. Odnos med profesorji in študenti je precej bolj sproščen kot v Sloveniji. Profesorje pogosto naslavljajo le po imenu. Francija je druga skrajnost: odnos s profesorji je pogosto zelo formalen, veliko bolj kot v Sloveniji. V raziskovalnem smislu je bila moja izkušnja, da so (glede na Slovence in Francoze) Američani – kljub vsej tekmovalnosti – veliko bolj pripravljeni deliti svoje znanje in veseliti sodelovanja. Delno je to mogoče pripisati tudi njihovi samozavestnejši in bolj odprti držji. Študentje pri raziskovalnem delu (in drugi raziskovalci) v ZDA delajo zelo veliko – to okolje ne samo zahteva, ampak tudi omogoča.

V Sloveniji študentskih kampusov ne poznamo. V ZDA in tudi Franciji so ti veliko pogostejši in so osredinjeni na študenta. Omogočajo plodnejše sodelovanje med fakultetami oziroma oddelki. So tudi center občudnijskega dogajanja. Študentje čutijo pripadnost univerzi in ne posameznemu oddelku/fakulteti. V ZDA je to deloma mogoče pripisati tudi dejstvu, da se dodiplomski študentje ob vpisu na kolidž še ne odločijo za noben študijski program, ampak lahko obiskujejo predavanja z zelo različnih področij in nato izberejo svojo usmeritev.

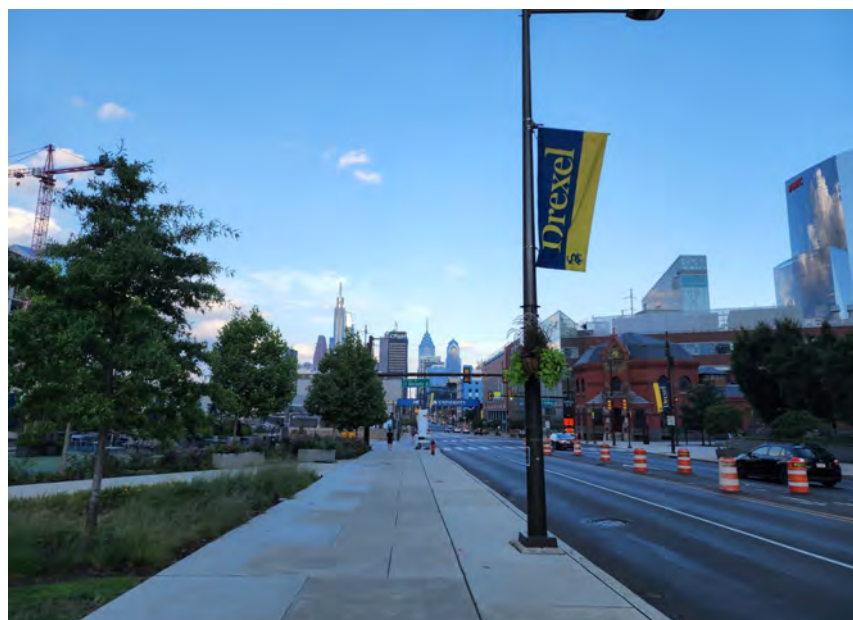
Socialni položaj študentov v ZDA je veliko slabši kot v Franciji ali Sloveniji. Življenjski stroški, ki jih morajo pokriti poleg šolnine, so visoki in niso subvencionirani s pomočjo države ali univerze. Študentje, ki prebivajo v univerzitetnih študentskih domovih, plačujejo tržno primerljive najemnine. V Franciji študentski domovi ponujajo višji standard prebivanja kot v Sloveniji in so cenovno dostopni, vendar je prebivanje v njih ostreje pogojeno s socialnim položajem študentove družine.



Glasovanje na daljavo na študentskih volitvah iz Amiensa.



Kampus v Toulouse.



Študentski kampus Univerze Drexel, Filadelfija.

Delno je to mogoče pripisati tudi njihovi samozavestnejši in bolj odprti držji.



V Franciji tudi na univerzi lahko skoraj izkusiš sledove l'etiquette à la cour de France.

Francoskim študentom, ki prebivajo v zasebnem najemu, najemnino navadno subvencionira država. Tudi študentska prehrana v ZDA ni sistematično urejena. Študentje se množično prehranjujejo na *food truckih*. Moj najljubši je bil Richijev *chicken finger parm*. Obstajajo tudi menze, povezane z univerzo, a po moji izkušnji niso ravno priljubljene, saj niso cenovno konkurenčne. Prav tako se zdi, da menze ne zasledujejo zdravega prehranjevanja študentov – v mojem primeru je vlogo ene izmed univerzitetnih menz opravljal kar franšiza Chick-fil-A®. Slovenski študentski boni so cenovno veliko dostopnejši, a prav tako do določene mere spodbujajo hitro prehranjevanje. V Franciji se močno subvencionirana študentska prehrana ponuja v državnih študentskih menzah, v katerih je hrana precej kakovostna, cenovno pa je, tudi v nominalnem znesku, ugodnejša od slovenskih študentskih bonov. Pred leti bonov ne bi želel zamenjati za nič na svetu, zdaj pa se mi to zdi zanimiva alternativa.

Lokalno univerzitetno okolje je le del in odraz tamkajšnje družbe. V Franciji tudi na univerzi lahko skoraj izkusiš sledove *l'etiquette à la cour de France*. V ZDA občutiš velik poudarek na produktivnosti in začutiš, da si v ekonomskem središču sveta. Temu poslanstvu služi tudi univerza: ko je raziskovalec (ekvivalent znanstvenega sodelavca v slovenskem sistemu) z mojega oddelka zapustil univerzo in se zaposlil v zasebnem podjetju, je bilo pogosto slišati: »Amazing, he finally decided to get a real job.« Čeprav lahko ponudijo izjemno raziskovalno okolje, verjamem, da univerze v ZDA veliko slabše kot slovenske prispevajo k družbeni mobilnosti in ustvarjanju enakih izhodišč med posamezniki.

DOGAJALO SE JE

AVTORICA: TINKARA BUTARA

PODRAŽITEV HRANE

Kaj lahko študenta še preseneti po
prestani epidemiji in začetku
vojne na evropskih tleh?

Kobilice vrste *Locusta migratoria*. (Future Food)

Verjetno pa je večino študentov v tem študijskem letu še najbolj šokiral 1. januar in s tem dvig maksimalne vrednosti obroka na študentske bone.

08

Kaj lahko študenta še preseneti po prestani epidemiji in začetku vojne na evropskih tleh? To, kar naj bi pretekli dogodki potegnili za seboj – inflacijo. Cene osnovnih sredstev za kmetovanje so se začele dvigati že v letu 2021, čemur so seveda postopno sledile tudi cene izdelkov. Za nameček pa so se lansko leto znatno podražile tudi cene uvoza, za kar je kriv predvsem dvig cen energentov. Če pogledamo s svetlejše strani, Slovenija vsaj za zdaj še ne razmišlja o izstopu iz EU, zato bomo mogoče še nekaj časa lahko izbirali najljubšo zelenjavo s trgovinskih polic (v nasprotju z Veliko Britanijo). Skupna rast cen v Sloveniji je bila lani po podatkih RTV Slovenija 19,2-odstotna in je nekoliko preseгла povprečje v evrskem območju. Vsakič, ko sama poskušam ugotoviti, od kod ti izračuni, ostanem pri dejstvu, da ne vem. Najvišja inflacija, ki sem jo opazila, je namreč cena kave na fakultetnem avtomatu, ki se je dvignila za 0,1 €, kar je nekje 25-odstotni dvig.

Verjetno pa je večino študentov v tem študijskem letu še najbolj šokiral 1. januar in s tem dvig maksimalne vrednosti obroka na študentske bone. Maksimalna cena se je namreč dvignila kar za 2 €, nekoliko manj pa v končni fazi tudi doplačilo za obrok. Po podatkih Študentske organizacije Slovenije (ŠOS) naj bi se povprečna vrednost obroka dvignila za 1,23 €, kar ob redni uporabi bonov, torej 22 dni mesečno, nanese okoli 30 € več kot običajno. Zato se lahko na tej točki uporabniki fakultetne menze Marijanca zahvalimo, da cene tam ostajajo podpovprečne. Za lažjo predstavo finančnih fluktuacij, ki smo jim priča, sem pripravila spodnji graf. Ob njegovi interpretaciji moramo biti sicer previdni. Naj namreč poudarim, da se je ob znižanju povprečne višine štipendije po drugi strani povišalo število dijakov in študentov, ki so upravičeni do njenega



Najnižja inflacija, ki sem jo opazila, je namreč cena kave na fakultetnem avtomatu, ki se je dvignila za 0,1 €, kar je nekje 25-odstotni dvig.

Piščanec na rastlinski osnovi, pridobljen z glive, ki se uporablja kot beljakovinsko živilo v obroku Mycorena, Švedska. (Future Food)

TEHNOLOGIJA GLIV

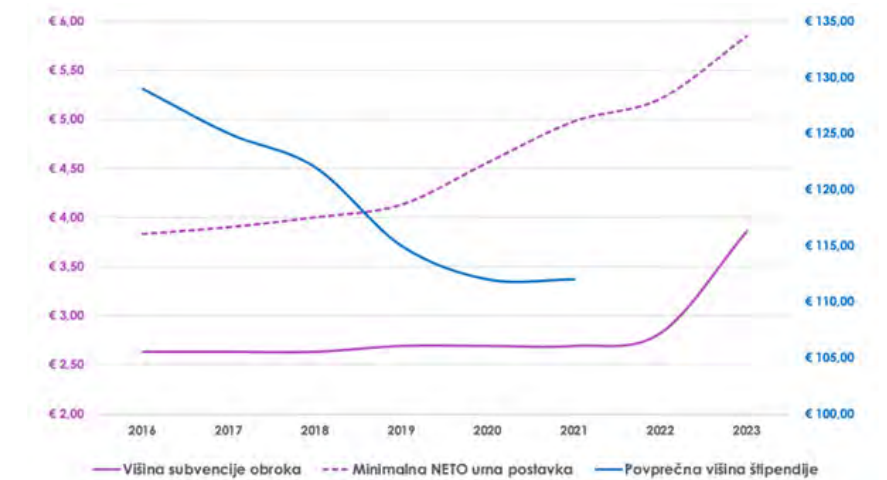
Mycorena je živilsko tehnološko podjetje, ki se ukvarja s tehnologijo pridelave in predelave gliv za ustvarjanje izdelkov in procesov, ki bodo imeli velik vpliv na globalne izzive trajnosti. Razvili so postopek, ki temelji na biotehnologiji gliv za ustvarjanje veganskih beljakovin za prehranske izdelke na najbolj učinkovit in trajnosten način.



Veganska jajca, ki so po videzu, okusu in občutku podobna kokošjim jajcem. Bettr-Egg, Nemčija. Future Food.

Bettr Egg je prvo vegansko jajce ki je po videzu, okusu, tipu in uporabi primerljivo kokošjemu. Jajce v obliki prahu, v tetrapaku ali v pločevinki, ki smo ga bili vajeni doslej, so nadomestili veganska lupina, veganski jajčni beljak in veganski rumenjaki. Jajce, ki ga je mogoče uporabiti povsem zamenljivo običajnemu jajcu – lahko ga skuhamo, umešamo, ocvremo ali uporabimo pri pripravi peciva.

Primerjava višine subvencije, urne postavke in štipendije.



prejemanja. Preostanek razlage pa prepuščam vam.

Vir: gov.si in studentski-servis.com

Naj ta sestavek sklenem z nasveti, ki mi pomagajo prihraniti kak evro v času vseh teh podražitev.

- Kavo iz avtomata sem zamenjala za doma pripravljen pravim čajem ali s kavo.
- Ko grem v trgovino, imam vedno pripravljen seznam, da po nepotrebnem ne kupim česa, česar ne potrebujem.
- Izkoristim popuste v trgovinah (25 % na izdelek v Mercatorju in podobne akcije).
- Če jem v restavraciji, iščem najboljše možnosti za čim manj denarja (dobro je razmisliti, ali je obrok dejansko vreden svojega denarja – pri subvencionirani hrani ne smemo pozabiti, da obrok ni vreden le toliko, kolikor zanj dejansko odštejemo).
- Preračunam, koliko stanejo sestavine za obrok doma v primerjavi z doplačilom obroka na bone, in kompenziram.
- Ko jem zunaj, s seboj vzamem posodico in ostanke shranim za pozneje.

AVTORICA: IVA KLOFUTAR

Naj najprej začnem s kratko razlago o tem, kaj je Tehnologijada. To je mednarodno znanstveno-športno tekmovanje, ki poteka na Hrvaškem. Poleg naše fakultete se tekmovanja udeležuje še sedem hrvaških fakultet. Študentje se med seboj borijo v odbojki, ženskem in moškem nogometu, ženski in moški košarki, krosu, namiznem tenisu, šahu, plavanju in v znanstvenem delu, pri čemer po šest študentov z vsake fakultete predstavi svoje raziskovalno delo. Na Tehnologijado se lahko prijavi vsak študent naše fakultete, ki želi pokazati svoje sposobnosti na igrišču, v bazenu, na šahovnici ali pred komisijo s svojimi znanstvenimi dosežki.



Fotografije so iz osebnega arhiva in arhiva ŠS in ŠO UL FKKT.

Letošnja Tehnologijada je potekala v Trogirju in tako kot vsako leto smo tudi letos domov prinesli kar nekaj odličij. V skupnem seštevku smo se uvrstili na peto mesto. Zlato medaljo so nam domov prinesli košarkarji in skupni rezultat znanstvenega dela. Na drugo mesto smo se uvrstili s krosom in z individualnim rezultatom znanstvenega dela. Bron so nam prinesli naši šahisti, v plavanju in namiznem tenisu pa smo bili četrti. Odbojkaši so se uvrstili na peto mesto, košarkarice in moški nogometaši so bili šesti, ženske nogometašice pa sedme. Na splošno zelo lepi rezultati in sama sem zelo ponosna, da sem bila lahko del letošnje

O TEHNO- LOGIJADI

Tehnologijade.

No, ampak dovolj o pustih dejstvih. Kako pa je videti Tehnologijada? Je to samo potenje na tekmah in izgubljanje glasu na tribunah? Mogoče je najlažje, da povzamem vsakdanjik. Tukaj me ne zbudijo ptički in ne škržati pa tudi ne lomljenje morskih valov, čeprav je naš apartma 'prvi red od mora'. Ne, tukaj me ob sedmih zbudita navijaški boben in skupinica včerajšnjih študentov, ki se z navijaškimi vzkliki odpravljajo na zajtrk ali pa mogoče spat za kakšno uro. Ko se predramim in se prisilim, da le vstanem iz postelje, me takoj zadene občutek neprespanosti, ampak ta hitro mine, saj kmalu zagledam tri nasmejane sončke, s katerimi si delim

apartma. Po zajtrku in dolgem, zelo zelo dolgem čaju se počasi začnejo tekme. Če ne tekmuješ, navijaš, taka so nenapisana pravila Tehnologijade. Nihče pa se ne pritožuje preveč, saj so tekme napete in izjemno zanimive. Prve tri dni so naši glasovi še prisotni, a z vsakim dnevom izgubi glasu podležejo nove žrtve, dokler se na tribunah ne slišita le lomljenje glasov in zračno piskanje glasilk. Po tekmah je za nas sledila odbojka na mivki do mraka oziroma do pomladnega hladu, ki nas prežene nazaj v apartmaje. Kaj pa potem? Potem pa, če citiram Lumpija: »Še zobke si umijem in v odejo se zavijem.« Luči ugasnejo ob devetih.



ODA KAVI

Avtorica: Veronika Bračič

vonj kavnih zrn
v zasneženi ulici
raje pijem čaj



IZVEN LABORATORIJSKO
USTVARJANJE

Avtorica: Tinkara Butara

Črno Belo

Zaspani pogledi
jutranji bedi

Tople vonjave
tvoje kave

Mehki objemi
kličejo vzemi

Sladki poljubi alkaloida ...



AVTORICA KOLAŽA: VERONIKA BRAČIČ



VERONIKA BRAČIČ



PRIMOŽ RAJŠP



MARTINA IVANOVA

Fotografije s fotografskega natečaja v sodelovanju s ŠO FKKT.

- PROJEKT -

Future Food

“Future Food” je fotodokumentirano popotovanje skozi evolucijo hrane. Cilj projekta je s pomočjo novih živilskih tehnologij odgovoriti na vse resničnejši in neizogiben problem prenaseljenosti. Po podatkih Organizacije Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (FAO) bo do leta 2050 na Zemlji živel 10 milijard ljudi. To število bo zahtevalo korenito spremembo načina pridelave, predelave, trgovanja in uživanja hrane. Ohranjanje dostopa do

hranljive in trajnostne (pre)hrane za naraščajoče prebivalstvo bo zahtevalo bistvene izboljšave prehranskih sistemov na svetovni, regionalni in lokalni ravni; z zagotavljanjem dostojnih delovnih mest za proizvajalce in kakovostnih izdelkov za potrošnike vzdolž celotne prehranske verige – brez trajnega škodovanja naravnim virom. Na tej poti pa se moramo vseskozi zavedati, da bo tudi prihodnost propadla, če prezremo, kako podnebne

spremembe vplivajo na rast pridelkov. To je bila tudi iztočnica za osnove projekta Future Food, katerega cilj je bil odgovoriti na dve vprašanji: “Kako upoštevanje podnebnih sprememb vključujemo v bolj trajnostno prihodnost hrane?” in “Kako lahko dosežemo višjo prehransko kakovost in še natančnejši nadzor?” Narava in tehnologija se tako vse tesneje prepletata in ustvarjata povezavo, ki je osnova za *hrano prihodnosti*.

Francesco (1987, Bari, Italija) je fotoreporter iz Bologne/Milana, ki je leta 2013 diplomiral na fotografski šoli CFP BAUER v Milanu. Pri svojem delu se osredotoča na koncept posameznika in skupnosti. Podobe so simbol kolektivne identitete, izhodišče, s katerega se približuje različnim značilnostim, ki sestavljajo skupino ljudi. Vsak projekt analizira podobnosti in razlike s pomočjo oblike vizualnega pripovedovanja zgodb. Njegovo delo poglobljeno preučuje spremembe v tem, kar nas obdaja, od vprašanj, povezanih z novimi izzivi, ki bodo zaznamovali našo prihodnost, do tistih, ki zadevajo okolje in prilagajanje človeškega stanja.

Fotografski projekt je izpeljal v sodelovanju s foto- in videodokumentaristom Francescom Marinellijem. Zbirka fotografij “Future

Food” je bila večkrat objavljena, tudi v strokovnih in znanstvenih revijah, razstavljala pa sta med drugim tudi na univerzi in raziskovalnem središču v Wageningnu, na Nizozemskem.

Člani uredniškega odbora smo še posebej veseli, da je avtor fotografske razstave Francesco Rucci fotografije delil tudi z našimi bralci in tako popestril pričujočo številko Erlenmayerice. Ponosni smo, da so fotografije v glasilo študentov UL FKKT vnesle drobce informacij o tem, v katere smeri znanstveniki in podjetja že uperjajo svoje raziskave z vizijo po trajnejših načinih pridelovanja hrane – hrane prihodnosti.

Več o razstavi si lahko ogledate na: <https://futurefoodproject.com/>, za dodatne informacije pa lahko pišete na: info@futurefoodproject.com.



FRANCESCO RUCCI
@francescoruccifr





Vertikalni sistem kmetovanja,
podjetje Agricola Moderna. (Future Food)



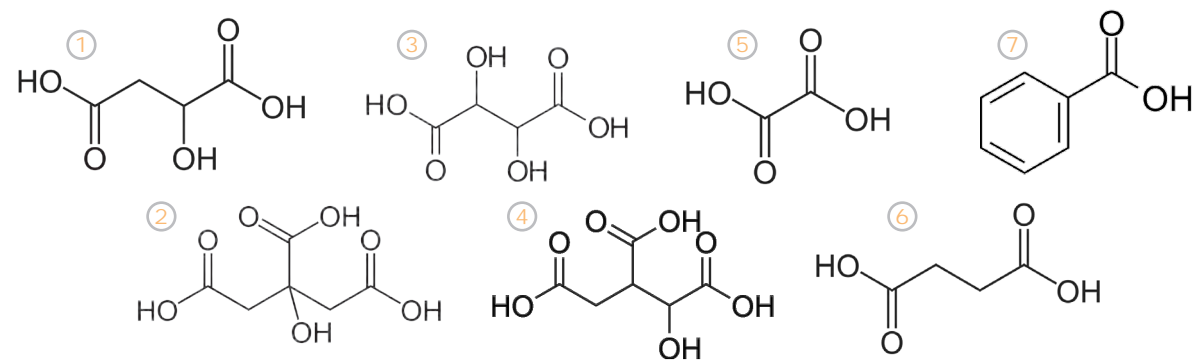
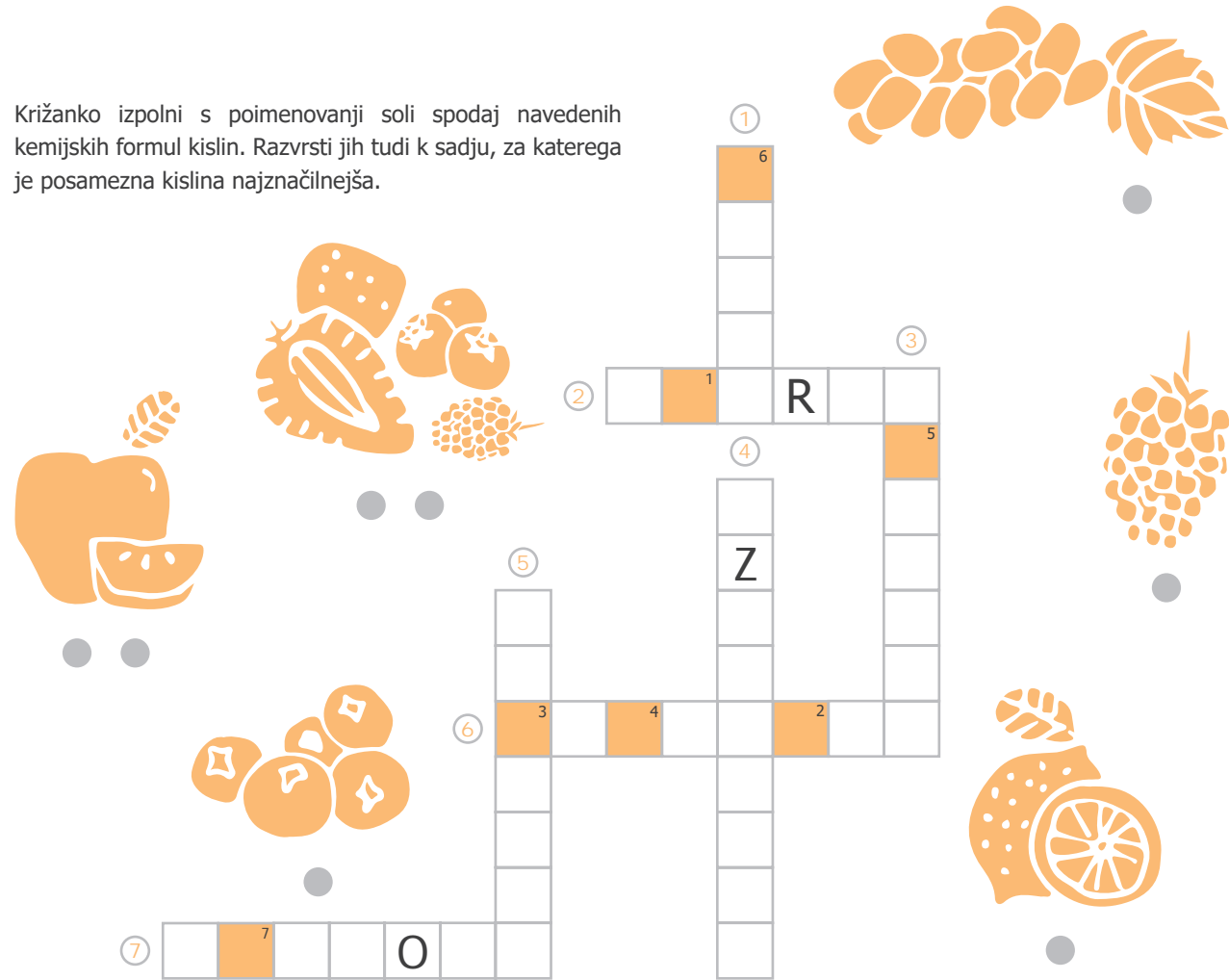
Vzpostavitev hidroponičnega sistema
v laboratoriju za preučevanje rasti
pšenice v slanem okolju. OlsAro,
Svedska. (Future Food)



Simulator mikrobov človeškega črevesnega
ekosistema, Univerza in raziskovalni center Wa-
geningen, Nizozemska. (Future Food)

Razvedrilo

Križanko izpolni s poimenovanji soli spodaj navedenih kemijskih formul kislin. Razvrsti jih tudi k sadju, za katerega je posamezna kislina najznačilnejša.



V 1 2 3 4 1 4 5 6 7 2

V geslu križanke odkrij, s katero omenjeno soljo sadne kisline so pri peki nekdanje nadomestili kvas.

AVTORICA ILUSTRACIJE:
MANCA ŠINCEK

AVTOR ILUSTRACIJE
SADJA, "VLOŽENEGA" V
ERLENMAJERICE: FREEPIK
AI IMAGE EDITOR



Manca Šinček



		6	4						
	2	5						8	
				2				1	
3	1			7				2	
		8		4					
						8			7
						9		6	
		9	2	3					
	7		8	1	4				2

ERLENMAYERICA

GLASILO ŠTUDENTOV FAKULTETE ZA KEMIJO IN KEMIJSKO TEHNOLOGIJO UNIVERZE V LJUBLJANI



erlenmayerica@gmail.com



[@erlenmayerica](https://www.instagram.com/erlenmayerica)

