





Hrana za prihodnost

Raziskovalno delo prof. dr. Nataše Poklar Ulrih je od samega začetka posvečeno proučevanju biofizikalnih in biokemijskih lastnosti proteinov, po prihodu na Biotehniško fakulteto pa ga je razširila tudi na področje živilske kemije. Trenutno se ukvarja predvsem z raziskavami na področju molekulskih mehanizmov prilagoditve arhej na ekstremna okolja in vpliva fenolnih spojin na fizikalno-kemijske lastnosti bioloških molekul ter s procesi stabilizacije in kapsulacije bioučinkovin v realne sisteme.

- **Biokemičarka dr. Nataša Poklar Ulrih:**
»Izrazi, kot je superhrana, so predvsem marketinške pogruntavščine na prehodu v družbo izobilja.«
- **Primer inovativnega podjetja, ki razvija nove izdelke, je zagonsko podjetje Bevo,** ki »so ga ustanovili naši nekdanji študentje«
- **Študija, v kateri so v laboratoriju preverjali antioksidativne lastnosti različnega sadja, je pokazala, da je najboljše »lokalno« sadje**

Tekst: **Brane Maselj**

Fotografije: **Uroš Hočevar**



Letošnja dobitnica Jesenkove nagrade za življenjsko delo je dr. Nataša Poklar Ulrih, ki je uvrščena med dva odstotka najbolj citiranih raziskovalcev na svojem področju na svetu. Njeno raziskovalno delo na Biotehniški fakulteti je od samega začetka posvečeno proučevanju biofizikalnih in biokemijskih lastnosti proteinov ter živilski kemiji. »Gradimo na obstoječem znanju z namenom, da se raziskave in razvoj na področju živilsko-prehrabne industrije okrepijo,« je med drugim povedala 58-letna raziskovalka, ki je zadnja leta vlagala veliko energije tudi v vzpostavljanje nacionalnega inštituta za hrano.

Kakšna bi bila naloga tega inštituta?

Povezoval naj bi znanje o pridelavi in predelavi hrane, snovanju novih izdelkov, funkcionalnih živil, podpiral nova zagonska podjetja, zdaj pa je vlada projekt ustavila, ker je dobila nekaj sto milijonov evrov manj iz evropskega programa za okrepanje in odpornost. Tako nam ostaja le kmetijski inštitut, ki pa se ukvarja primarno s pridelavo hrane, ne pa z živilstvom. Zdaj iščemo nove vire financiranja, ker smo v načrtovani inštitut združili veliko deležnikov, ki se ukvarjajo z raziskovanjem na področju hrane. Na tem področju namreč zelo zaostajamo za svetom. Ne sledimo novostim niti v akademski sferi, smo redki, s tu in tam kakšnim študentom ali mladim raziskovalcem na tem področju, potrebovali pa bi kritično maso ljudi, da napravimo kakšen preboj.

Kljub temu ste se vi uvrstili med dva odstotka najbolj citiranih raziskovalcev na tem področju.

Mogoče imamo tu to prednost, da smo delali določene raziskave nekoliko pred drugimi, in potem je sledil val, ko so se vsi navdušili; in če si bil ti med prvimi, potem si seveda ustrezno temu tudi večkrat citiran.

nadomestkov na lastnosti in kakovost kruha. Sodelovali smo tudi pri pripravi vodotopnega propolisa, ki je sicer mešanica smol in drugih bioloških učinkovin v obliki alkoholne tinkture in kot tak ni primeren za otroke ali nosečnice. Vezali smo ga na različne polisaharide, kot surovino smo uporabljali arabski gumi, ki se pridobiva iz akacijeve smole. Tako dobimo propolis v praškasti obliki, ki se raztaplja v vodi.

Fenolne spojine ste začeli raziskovati v najbolj pravem času, ko se je v svetu pojavil lov na superhrano. Zakaj je ta nenadoma postala tako zaželeno blago?

Izrazi, kot je superhrana, so predvsem marketinške pogruntavščine na prehodu v družbo izobilja. V revnejših družbah se namreč ne ukvarjajo z vprašanji o količini in raznolikosti vitaminov in polifenolov v hrani, ampak želijo samo, da bi je bilo dovolj. Ko pa standard naraste, se pogledi na prehranjevanje spremenijo. Poleg tega je danes tudi več vedenja o tem, kaj je dobro in kaj ne, več je poudarka na preventivi, kar prinese nov življenjski slog. V naši družbi izobilja imamo težave z debelostjo in diabetesom, srčno-žilnimi obolenji, ki so posledica neprimerne prehrane. Izobraževanje in ozaveščanje o zdravem načinu prehranjevanja je ključno.

Nekaj časa so bile čislane goji jagode kot super hrana. Kako je s tem?

Goji jagode, katerih domovina je Azija, predvsem Kitajska, vsebujejo velike koncentracije polifenolnih spojin in antioksidantov, kot vse sadje in zelenjava, a jih v sveži lokalno pridelani hrani najdemo več, saj antioksidanti s časom razpadajo. Ni nobenega zagotovila, da goji jagode vsebujejo več fenolnih spojin kot »doma« nabrane jagode ali češnje. Vsekakor priporočam hrano lokalnega izvora in sezonsko hrano. Podobno je z jagodami acai, ki so plodovi palme acai, ta pa prihaja iz Brazilije. Študija, v kateri so v laboratoriju preverjali antioksidativne lastnosti

Še vedno me fascinira, ko raziskujem in ugotavljam, da si narava nenehno prizadeva za poenostavitve in vedno najde najbolj preprosto rešitev ...

Kje pa ste bili med prvimi?

Pri raziskavah na področju fenolnih spojin – zdaj so to popularne spojine, povpraševanje po njih tudi v obliki prehranskih dopolnil je veliko, ker veljajo za močne antioksidante. Znanstveno imajo dokazane številne pozitivne učinke na zdravje, najdemo jih tudi v tako imenovani super hrani. Proučujemo interakcije fenolnih spojin z različnimi proteini in lipidnimi membranami, njihovo stabilnost in biološke učinke. Zasledovali smo prehajanje fenolov skozi membrane, kako recimo prehajajo skozi steno prebavnega trakta ali skozi kožo itd.

Kako ste se znašli v teh raziskavah?

Ko sem prišla na Biotehniško fakulteto kot fizikalni kemik, se je s fenolnimi spojinami že ukvarjala prof. Veronika Abram in skupaj sva začeli proučevati interakcije med biološkimi molekulami in fenolnimi spojinami, iskali fenolne spojine v stranskih produktih v živilstvu, kot so oljčni in hmeljevi listi. V okviru strategije pametne specializacije smo sodelovali pri programu Hrana za prihodnost (*Food4Future*). V sodelovanju z gospodarstvom smo proučevali vpliv različnih škrobov in glutena ter glutenskih

različnega sadja, je pokazala, da jagode acai res vsebujejo znatno količino antioksidantov, a jih številno lokalno sadje vsebuje še veliko več.

Pomembno je torej, da je hrana sveža in so oskrbovalne poti čim krajše, da vsebuje čim več mikrohranil in fenolnih spojin?

Mislím, da moramo uživati čim bolj raznoliko hrano, da dobimo vse potrebne snovi, ker ne moremo vedeti, katere točno zares najbolj potrebujemo v določenih okoliščinah. Predvsem pa moramo vedeti, da čudežne hrane ni. Nekatere fenolne spojine so lažje dostopne ali bolje raziskane ali pa preprosto popularne in se o njih več piše. Tako je bil nekaj časa popularen resveratrol, fenolna spojina, ki jo najdemo v rdečem vinu. Danes so čudežne spojine fitokanabinoidi.

Vi ste resveratrol raziskovali v modri frankinji, Kraševci pa menijo, da ga je največ v teranu.

Šlo je za splet okoliščin; imeli smo študenta z Dolenjske, ki ga je zadevala zanimala. Tako smo prišli na idejo, da bi modro frankinjo dodatno obogatili z resveratrolom in iz nje tako pripravili novo funkcionalno živilo.



3D-tiskanje hrane razvijamo za prihodnost, če bi začelo primanjkovati hrane.

Resveratrol je antioksidant, ki deluje na ožilje, preprečuje kardiovaskularne bolezni in je tako zdravju koristen. Dodajali smo ga v količinah, ki so priporočljive za dnevni vnos v še dopustno dnevno dozo dveh decilitrov vina. Sicer pa je resveratrol priljubljeno prehransko dopolnilo v obliki kapsul, ki jih je mogoče dobiti v lekarnah in specializiranih trgovinah. Obogateno vino z resveratrolom so ocenjevali šolani pokuševalci, ki niso zaznali razlike med tem in povsem naravnim vinom.

Kako pa ste vi prišli do resveratrola?

Mi smo ga preprosto kupili, sicer pa se ga tudi izolirati; veliko ga je denimo v japonskem dresniku, ki nam dela preglavice kot invazivna tujerodna vrsta, veliko ga je tudi v vinskih tropinah, ki običajno končajo na smetišču.

Tudi oljke imajo v listih snovi, ki so menda zanimive za kozmetično industrijo?

Ja, v listih je veliko fenolnih spojin, mi smo izolirali oleuropein, tudi antioksidant, ki deluje protivnetno in znižuje krvni tlak. To je ena od tistih spojin, ki daje oljкам grenak okus. Tega smo se lotili na pobudo študenta iz Italije, ki je oleuropein sam ekstrahirал iz listov. Pozneje smo iskali načine, kako bi grenkim spojinam »zamaskirali« okus oziroma jih naredili manj grenke. Oljčne liste smo zmleli in jih z dodatkom povezovalnega polisaharida maltodekstrina stisnili v tablete. Poskusili smo tudi postopek ekstrakcije z maceracijo in sušenjem z liofilizacijo ali s praženjem z vročim zrakom, kar je bilo dražje. Postopek ekstrakcije smo izboljšali s pomočjo ultrazvoka, ki razbija celično steno in se tako izloči več snovi. Oleuropein smo nato dodajali v jogurt in ga tako obogatili. Izkazalo se je, da so bili

okusi obogatenih jogurtov z več maščobami bolj sprejemljivi pri nizkih koncentracijah oleuropeina, pri višjih koncentracijah pa je bil okus že pregrenak. Kot zanimivost, tudi oljčne liste najdemo med prehranskimi dopolnili na našem trgu.

Vse te spojine imajo zelo podobne učinke.

Ja, na splošno so to bioučinkovine s potrjenim antioksidativnim delovanjem, veliko jih deluje protivnetno, nekatere spojine delujejo protimikrobno, protivirusno. Prav v ta namen jih rastlina tudi proizvaja, pa ne nazadnje tudi da preprečuje poškodbe listov z ultravijoličnimi žarki ali z grenčinami preprečuje insektom, da bi jo pojedli ipd. Vse te obrambne strategije so primarna funkcija fenolnih spojin, ki tako učinkujejo tudi, ko jih zaužijemo. Fenolne spojine s protimikrobnim delovanjem bi lahko v prihodnosti nadomestile umetne aditive v živilih, zlasti tiste, ki utegnejo škodovati zdravju.

Katere koristne spojine še zavržemo kot ostanek pri proizvodnji v živilski industriji?

Kar veliko jih je: poleg oljčnih listov tudi čebulne liste z veliko kvercetina, ki deluje protivnetno in protimikrobno. Kvercetin preprečuje tudi alergijske odzive, tako da znižuje izločanje histamina v telesu. Izživ, s katerim se soočamo, pa je kako zbirati biološke odpadke, da bi to bilo ekonomsko upravičeno, in kako preprečiti njihovo gnitje. Jabolčnih tropin ne moremo zbirati na enak način kot oljčne liste, vsebujejo pa veliko polisaharida pektina, ki ga živilska industrija uporablja kot emulgator, sredstvo za zgoščevanje, na primer pri vkuhanju marmelad. Zanimive so tudi grozdne tropine, ne le za tradicionalno kuhanje žganja, ampak za stiskanje olja, ki je zelo iskano v kozmetični industriji. Tudi oljčne tropine, tako kot oljčne pogače, ki ostanejo pri stiskanju olja, vsebujejo veliko bioaktivnih komponent in niso le koristen odpadke, ki se uporablja za pognojitev zemlje.

V kakšnem stanju je naša živilska industrija?

Nisem živilska tehnologinja, upam pa si trditi, da je še veliko prostora za izboljšave. Nekateri proizvajalci, ki vlagajo v razvoj, kot je to Perutnina Ptuj in nekatere mlekarnice, ki razvijajo nove izdelke, se prilagajajo zahtevam potrošnika, so uspešni na tržišču. Večina pa jih nima svojih razvojnih projektov. Nimamo več močne živilske industrije, tudi povpraševanja po sodelovanju in razvoju novih izdelkov ni veliko. Zato industrija ni zmožna slediti novim trendom; moji kolegi v tujini so že pri razvoju druge generacije hrane iz rastlin, medtem ko smo mi šele pri prvi.

Kaj pa je prva generacija?

To so mesni in mlečni nadomestki iz soje. Druga generacija pa so nadomestki za jajca, meso iz rastlinskih proteinov. Ameriška NASA in Evropska vesoljska agencija (ESA) pa razvijata sestavine, ki so primerne za 3D-tiskanje hrane v breztežnostnih razmerah. Z ESO sodeluje tudi naša fakulteta pri razvoju sestavin, primernih za tiskanje hrane, obogatene z vitamini in drugimi hranili, ki jih astronauti v breztežnosti nujno potrebujejo.

Kakšno hrano je mogoče danes že natisniti s 3D-tiskalniki?

Lahko natisnemo tudi šunko, če imamo prave praškaste mešanice, ki jih najprej hidriramo z vodo, da nastane pasta, in to nato brizgamo skozi šobe tiskalnika. Tega lahko programiramo, da nastane zrezek, no, da je takšen vsaj videti, sicer pa moramo dodajati veliko aditivov, da dobi izdelek tudi okus po mesu. Je pa takšno »meso« lahko dobro za tiste, ki težko žvečijo, torej starostnike ali majhne otroke, seveda pa morajo biti sestavine naravne, zato potrebujejo tovrstni izdelki še veliko razvoja. Primer inovativnega podjetja, ki razvija nove izdelke, je zagonsko podjetje Bevo, ki so ga ustanovili naši nekdanji študentje s svojo blagovno znamko Juicy Marbles. Razvili so lastno tehnologijo, s katero lahko izdelajo steake realističnega videza, teksture in okusa. Iz rastlinskih proteinov se da napraviti že takšne strukture, ki so po videzu že skoraj identične surovemu mesu. Enako je z nadomestki za ribe in kot rečeno za jajca. Povsod se uporabljajo rastlinski proteini, ki jim z določenim tehnološkim postopkom spremenimo strukturo.

Kako pa je s 3D-tiskanjem zelenjave?

Tudi tu gre razvoj zelo hitro naprej, korenje je že mogoče natisniti, in to v različnih fantazijskih oblikah. Vse to razvijamo za prihodnost tudi za primere, če bi začelo primanjkovati hrane. Sem sodi tudi pridobivanje biomase iz mikroalg. Naša fakulteta sodeluje pri več različnih projektih, povezanih z raziskavami uporabe spiruline in chlorel v živilstvu, ki jih v Italiji in na Hrvaškem že uspešno pridelujejo in tržijo.

V Evropski uniji je od letos regulirana tudi raba žuželk v prehranske namene.

Tudi z žuželkami se ukvarjamo; pred dobrim letom smo začeli v sodelovanju z Inštitutom Jožef Stefan projekt raziskave biomase iz žuželk, ki nam jih dostavljajo s Češke, kjer jih gojijo v laboratoriju, odkar to dovoljuje uredba Evropske unije. Dostavljajo nam liofilizirano biomaso črčkov in kobilic ter črvov mokarjev (v obliki prahu), ki jo v naših laboratorijih analiziramo glede na vsebnost proteinov, maščob, pa tudi težkih kovin in morebitnih ostankov pesticidov. Veliko rezultatov žal še nimamo, ker smo odvisni od proizvajalca. Žuželke so bogat vir proteinov, ki varirajo od 35 do 60 odstotkov (suhe mase), a lahko vsebujejo tudi veliko

**Lahko natisnemo tudi šunko,
če imamo prave praškaste mešanice,
ki jih najprej hidriramo z vodo,
da nastane pasta, in to nato
brizgamo skozi šobe tiskalnika.
Tega lahko programiramo,
da nastane zrezek, no, da je
takšen vsaj videti, sicer pa moramo
dodajati veliko aditivov, da dobi
izdelek tudi okus po mesu.**

maščobnih kislin. Pri razvoju izdelkov iz tovrstne surovine smo sicer šele na začetku. Biomasi dodajamo mlečnokislinske bakterije, s katerimi jo fermentiramo, da spremenimo okus. Kakšen je ta okus, ne vem, ker je še nisemokusila.

Že nekaj let je dovoljena tudi uporaba L-cisteina kot aditiva kruhu, ki ga med drugim pridobivajo iz človeških las.

Tega ne vem, malo pa me spominja na kanibalizem, čeprav je res, da so v laseh tako kot v živalskem perju proteini, tako imenovani keratini, ki sicer niso topni v vodi, zato jih je treba razgraditi na posamezne aminokisliline, ki so osnovni gradniki proteinov, vsebujejo pa veliko L-cisteina. Kolikor vem, kot surovino za te dodatke uporabljajo piščančje perje. S tem zmanjšajo odpad pri proizvodnji piščančjega mesa in pridobijo novo surovino, ki se uporablja pretežno v živalski prehrani.

V vaših laboratorijih ste raziskovali tudi za zvezo NATO. Kaj konkretno?

To sta bila dva povsem raziskovalna naravoslovna, prav nič vojaška projekta, ki sta ju razpisali ZDA in Kanada. Pri enem smo raziskovali ekstremofilne organizme, drugi pa je bil študij interakcij med membranami in proteini iz morske vetrnice.

Kaj so ekstremofilni organizmi?

To so organizmi, ki živijo v ekstremnih življenjskih razmerah, ki so nepredstavljive. S temi raziskavami smo začeli že leta 2000, ko sem prišla na Biotehniško fakulteto. Že na podoktorskem študiju sem spoznala profesorja iz Južnoafriške republike, ki se je ukvarjal prav s temi organizmi in je name prenesel nekaj svojega navdušenja. Ko je izbruhnila bolezen norih krav, smo iskali robusten protein, ki bi lahko razgradil te infektivne prionske delce, in našli smo ga prav v družini termofilov, ki uspevajo v izjemno vročem okolju in kot vir hrane uporabljajo proteine. To so arheje, arhaična bitja, ki so kot prva bitja naseljevala Zemljo. Njihov obstoj pomeni, da je življenje mogoče v tako rekoč vseh razmerah.

Za ta protein ste kasneje vložili tudi zahtevo za patentne pravice.

Takrat smo izolirali protein pernizin, ki cepi proteinske agregate vključno z infektivnim prionskim proteinom. Patentirali smo novo metodo razgradnje prionskih proteinov z uporabo pernizina za aplikacije v medicini. Prioni so proteini, ki so konformacijsko spremenjeni in povzročajo bolezen norih krav (BSE), pri človeku pa Creutzfeldt-Jakobovo bolezen. Tudi Parkinsonova in Alzheimerjeva bolezen pri ljudeh sta povezani s proteinskimi agregati. Pravzaprav je kar nekaj nevrodegenerativnih bolezni, ki jih povzroča tvorjenje netopnih proteinskih agregatov. Ti se sčasoma kopičijo v tako imenovane plake.

So vaše odkritje že uporabili pri kakšnem zdravlilu?

Kot veste, je razvoj zdravil dolgotrajen in drag postopek. Običajno poskušajo za zdravljenje novih bolezni uporabiti kombinacijo zdravil, ki so že registrirana. Naša aplikacija s pernizinom se sicer izkazuje kot bolj primerna pri okužbah, kakršna je bila bolezen norih krav, ko se je domnevalo, da se okužba prenaša s hrano ali preko površin, in je uporabna bolj za sterilizacijo oziroma za postopke čiščenja z namenom preprečevanja okužb. V tej smeri smo tudi razvijali čistila za neko švicarsko družbo, ki je ta razvoj tudi finančno podprla.

Žuželke so bogat vir proteinov, ki variira od 35 do 60 odstotkov (suhe mase), a lahko vsebujejo tudi veliko maščobnih kislin.

Pri razvoju izdelkov iz te surovine smo sicer šele na začetku.

Kakšen je bil uspeh?

Preparati so bili učinkoviti, ozko grlo pa predstavlja nezadostna količina proteina. Ker v naravi proteina ne moremo kar nabrati, je upadlo tudi zanimanje industrije. Pripravi je treba rekombinantni protein, kar pomeni, da ga sintetizirajo drugi organizmi (npr. *E. coli*), v katere vnesemo gen za tvorbo tega proteina, a so izkoristki tudi tu zelo majhni. Tehnologijo za večjo proizvodnjo razvijamo naprej. Nadaljujemo tudi raziskovanje arhej, ker so same po sebi zelo zanimive in ker ni veliko laboratorijev po svetu, ki se ukvarjajo s temi organizmi, uspevajočimi v morski vodi pri visokih temperaturah okrog 95 °C in ob prisotnosti kisika. Predvidevamo, da vsebujejo manjše molekule, ki preprečujejo, da bi se proteini pri višjih temperaturah skuhal, in to je lahko zanimivo tudi za farmacevtsko industrijo.

Kako v laboratoriju vzdržujete takšne razmere?

Težko. Arheje gojimo v steklenicah, ki jih 24 ur ogrevamo in mešamo z mešalnikom ter vanje dovajamo kisik. Proučujemo tudi membrane teh organizmov, ki morajo prav tako zdržati visoke temperature. Ker gre za naravne materiale, so te membrane zanimive še za kakšne druge aplikacije. Mi jih trenutno proučujemo na ravni bazične znanosti, kar pomeni, da jih označujemo, opisujemo, kako se odzivajo na spremembo pH, koncentracije soli, temperature in podobno. Še vedno me fascinira, ko raziskujem in ugotavljam, da si narava nenehno prizadeva za poenostavitve in vedno najde najbolj preprosto rešitev – nič kompleksnega, ampak v smeri varčevanja z energijo – in prepričana sem, da se lahko od narave še veliko naučimo. ■

