

PROTEUS

*mesečnik
za poljudno
naravoslovje*



September 2019, 1/82. letnik
cena v redni prodaji 5,50 EUR
naročniki 4,50 EUR
upokojenici 3,70 EUR
dijaki in študenti 3,50 EUR
www.proteus.si





6



20



15



29

- 3 Uvodnik
Tomaž Sajovic
- 4 Table of Contents
- 6 Mikrobiologija
Črno cvetenje Grenlandije
Nina Gunde – Cimerman
- 15 Botanika in prehrana
Tatarska ajda v Sloveniji
Mateja Germ, Blanka Vombergar, Maja Vogrinčič, Aleksandra Golob, Ivan Kreft
- 20 Medicina in botanika
Rakotvornost rastlin, ki se uporabljajo v kulinariki in zdravilstvu
Luka Kristanc
- 29 Ekologija
Onesnaževala v delfinih ob slovenski obali
Tilen Genov
- 35 Medicina
Odnos med kliničnim farmacevtom in zdravnikom: uspešno sodelovanje v dobrobit bolnika ali nepotrebna muha farmacije?
Sara Veronika Krnc
- 40 Ekologija
Izguba čuta za migracijo pri gojenih monarhih
Jurij Kurillo
- 42 Botanika
»Mnogocvetne« zanimivosti v Bohinjskih gorah: Wulfenov jeglič (*Primula wulfeniana*) in lojdija (*Lloydia serotina*)
Polona Strgar, Peter Strgar
- 45 Naše nebo
Odkrili prvi medzvezdni komet
Mirko Kokole

Editorial

Tomaž Sajovic

Contents

Microbiology

Black and Bloom, Greenland

Nina Gundé – Cimerman

In the summer of 2017 and in 2018 we were part of the European project Black and Bloom, taking samples on the surface of the Greenland Ice Sheet across a range of different surface habitats, including snow, slush, ice and cryoconite holes, i.e. water-filled pockets formed on the surface of the ice sheet containing dark mineral particles, and in particular of the dark ice densely populated with glacier algae.

We harnessed our knowledge of other extreme environments, utilizing both molecular methods and different cultivation approaches. We isolated more than 200 fungal cultures belonging to 46 different species. Most of the fungi and the most diverse fungal community were isolated from dark ice. These included the fungi recognised as pathogens or those that inhabit the interior of host plants (endophytes) in the subpolar belt. We also isolated numerous white, red and black yeasts and certain filamentous fungi. The research into the saprotrophic role of these fungi is still ongoing. In addition to the above we also isolated two fungi that were of particular interest for us. The first was identified as a fungus from the genus *Articulospora*, which is most likely a new species and has always been observed in close association with clumps of dark glacier algae. The relatives of this fungus occur in fresh-water environments as lignocellulose decomposers. The other fungus is a new representative of the genus *Penicillium*, known as penicillin producer, which was extremely frequent in dark ice samples and was capable of growing in a pure water medium for months, without any nutrients. Such extreme absence of want surprised us as much as other microbiologists to whom we presented this finding. How this fungus can survive in such conditions remains a mystery. These two seemed to be the most suitable candidates for studying the potential symbiotic partnership with algae akin to that in lichens. In the experiment, which took place over several weeks, both in light and dark conditions, we combined fungi and algae.

With a light and electron microscope we observed them growing together, watched the photosynthesis, and what kind of metabolites occurred and which were used in the process. We were happy to see, to our surprise, that after some time the hyphae form a network structure with algal cells integrated in it. In other words, what we see is a primitive form of lichen that most likely helps the algae to survive in this environment. The fungus protects the algae, attaches them to the substrate, helps protect the chlorophyll – all this for a cup of tea!

It seems that the fungi decompose the dark pigment purpurogallin and use it as a source of nutrients. This surprising and entirely new discovery, which calls for further research, stirred a lot of interest in the scientific community and opened up new views on the situation on the dark Greenland ice sheet. The fungi there most likely participate in algae decomposition and many, like these two species, probably even facilitate survival and proliferation. Every summer, the microorganisms in Greenland thus throw a one-of-a-kind tea party and we all get to see it – if we don't take action soon, we might easily get burnt by the hot cup of tea we have brewed for ourselves.

Botany and food

Tartary Buckwheat in Slovenia

Mateja Germ, Blanka Vombergar, Maja Vogrinič, Aleksandra Golob, Ivan Kreft

Where does Tartary buckwheat come from? How long has it been known in Slovenia? How did it get its name? Buckwheat used to be a common crop in our fields. It was gradually abandoned for a number of reasons, but in recent years we have again become accustomed to seeing its delicate flowers in our fields. At least in Dolenjska and Koroška regions it also comes as Tartary buckwheat, its semiwild relative that was first reported in Slovenia at least in 1815. Both buckwheat species have very beneficial effects on human health. Tartary buckwheat is even more beneficial than the common buckwheat, primarily because of high antioxidant content, the predominant one being the flavonoid rutin.

Medicine and botany

Carcinogenicity in Culinary and Medicinal Plants

Luka Kristanc

The number of plant species used for culinary purposes or self-medication has increased dramatically in last decades. Healthcare in underdeveloped parts of the world still largely depends on traditional medicine, which is based on medicinal plant preparations as they are relatively inexpensive and available. Following the boom in complementary treatment methods the use of herbal remedies expanded also in the more developed world and Europe is no exception. So-called wild cooking is gaining momentum as well.

It is widely believed that herbal remedies are safer and less aggressive than conventional medicines, and that they can improve one's health. However, we should be aware that only a few edible plants with healing properties have been thoroughly tested in toxicological studies. While acutely toxic plants can quickly be eliminated from use it is much more difficult to recognise chronic toxicity, as its effects only become manifest after several months or years of use. This in turn makes identifying the "culprits" much more difficult.

When it comes to acutely toxic plants, the general rule is that the more toxin was ingested the more serious the poisoning. Small doses therefore won't do you too much harm. But when it comes to chronic poisoning, things get more complicated. Certain plants have been reported to cause serious and irreparable damage, including cancer, abnormalities in the development of the embryo (teratogenicity) or breakdown of endocrine feedback loops even if ingested in extremely small doses (Vandenberg et al., 2012).

Ecology

Pollutants in Dolphins along the Slovenian Coast

Tilen Genov

Polychlorinated biphenyls (PCBs) are manmade chemicals used in the manufacture of various products, including electrical equipment, flame retardants and paints. They are some of the most toxic substances produced by man and have been banned in Europe since the 1970s and the 1980s. High concentrations of PCBs lead to immunosuppression, endocrine disruption and reproductive failure.

In a recent study published in the journal *Science of the Total Environment* we analysed the presence of polychlorinated biphenyls and other chemical substances in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) living in the Gulf of Trieste and surrounding waters of the northern Adriatic Sea. The Gulf of Trieste is the northernmost as well as one of the most human-impacted areas in the Mediterranean Sea.

Medicine

Clinical Pharmacist-Doctor Relationship: Successful Collaboration for the Benefit of the Patient or a Whim Promoted by the Pharmaceutical Industry?

Sara Veronika Krnc

Clinical pharmacists work directly with doctors, other healthcare professionals and patients. They are responsible for monitoring pharmacological therapies, with a focus on comprehensive medication management to ensure the best possible health outcomes for patients. They work mainly with doctors, providing consultation in prescribing the most appropriate medications. While their work in Slovenia has only just begun to be recognised, there are several institutions where they have already made a significant contribution. Nevertheless, some doctors are still reluctant to work with clinical pharmacists. Why, and how can the relationship between doctors and clinical pharmacists be improved?

Ecology

Loss of Migratory Instinct in Farmed Monarchs

Jurij Kurillo

American PhD student Aysé Tenger-Trolander and her colleagues recently discovered – as reported in the Proceedings of the National Academy of Sciences – a very important genetic difference between wild monarchs and those raised in captivity. When the specimens bred in captivity were set free in autumn they did embark on their fall migration like the "wild" butterflies, but flew instead in random directions. It is still unclear how many generations it takes for this deficiency to become hereditary. Experts found that even if the chrysalis spent only three days in captivity before emerging as a butterfly this thwarted its migratory behaviour. There is even a threat of this "anti-migratory gene" making its way into wild monarch populations and affect the behavioural pattern that is so crucial for their survival. Research results showed that breeding monarchs indoors in order to replenish the natural butterfly base is futile and even harmful as these specimens die in autumn, unable to migrate to the south like their wild-born peers. Experts therefore believe that in order to preserve these precious butterflies it makes more sense to take care of their habitats be it in their southern wintering sites or northern regions where they breed.

Botany

Multiflorous Curiosities in the Bohinj Mountains: Wulfen's Primrose (*Primula wulfeniana*) and Snowdon Lily (*Lloydia serotina*)

Polona Strgar, Peter Strgar

Come early June the vegetation season starts in the mountains as well. Among early flowering montane species are also Wulfen's primrose (*Primula wulfeniana*) and Snowdon lily (*Lloydia serotina*). They have slightly different sites and are very rarely found together (like on Mt. Vršac above the Komna plateau or on Mt. Begunjšica). Both species have long been our companions on early summer hikes, but sometimes these two beauties can also surprise us. And that's just what happened in early summer of 2019.

Our sky

Discovery of the First Interstellar Comet

Mirko Kokole



Naslovnica: *Poginula velika pliskavka, najdena na obali med Piranom in Fiesu.*

Foto: Ana Hace (Morigenos).

Proteus

Izbhaja od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik:

Priradoslovno društvo Slovenije

Odgovorni urednik:

prof. dr. Radovan Komel

Glavni urednik: dr. Tomaž Sajovic

Uredniški odbor:

Janja Benedik

prof. dr. Milan Brumen

dr. Igor Dakskobler

asist. dr. Andrej Godec

akad. prof. dr. Matija Gogala

dr. Matevž Novak

prof. dr. Gorazd Planinšič

prof. dr. Mihael Jožef Toman

prof. dr. Zvonka Zupanič Slavcev

dr. Petra Draskovič Pelc

<http://www.proteus.si>

priradoslovno.drustvo@gmail.com

© Priradoslovno društvo Slovenije, 2019.

Vse pravice pridržane.

Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez pisnega dovoljenja izdajatelja ni dovoljeno.

Lektor: dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavletič

Angleški prevod: Andreja Šalamon Verbič

Priprava slikovnega gradiva: Marjan Richter

Tisk: Trajanus d.o.o.

Svet revije Proteus:

prof. dr. Nina Gunde - Cimerman

prof. dr. Lučka Kajfež - Bogataj

prof. dr. Tamara Lab - Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

Proteus izdaja Priradoslovno društvo Slovenije. Na leto izide 10 števil, letnik ima 480 strani. Naklada: 1.600 izvodov.

Naslov izdajatelja in uredništva: Priradoslovno društvo Slovenije, Poljanska 6, 1000 Ljubljana, telefon: (01) 252 19 14.

Cena posamezne številke v prosti prodaji je 5,50 EUR, za naročnike 4,50 EUR, za upokojence 3,70 EUR, za dijake in študente 3,50 EUR.

Celoletna naročnina je 45,00 EUR, za upokojence 37,00 EUR, za študente 35,00 EUR. 9,5 % DDV in poštnina sta vključena v ceno.

Poslovni račun: SI56 6100 0001 3352 882, davčna številka: SI 18379222. Proteus sofinancira: Agencija RS za raziskovalno dejavnost.

Proteus (tiskana izdaja) ISSN 0033-1805

Proteus (spletna izdaja) ISSN 2630-4147

Uvodnik

Tridesetmetrski teleskop ni zaželen tudi na Kanarskih otokih

Zadnji uvodnik sem sklenil z besedami: »Avtohtoni prebivalci Havajev so za zdaj preprečili gradnjo Tridesetmetrskega teleskopa na svoji sveti gori Mauna Kei, korporacija, ki skrbi za njegovo gradnjo, pa razmišlja, da bi teleskop gradili na Kanarskih otokih, in sicer na Skali dečkov (Roque de la muchachos) na najvišji točki otoka La Palma (2.426 metrov).« Toda zdi se, da se največjemu teleskopu na svetu tudi na španskih otokih v Atlantskem oceanu ne bi godilo dobro, naravovarstveniki so namreč tudi tam odločeni, da se gradnji uprejo. Razlogi za nasprotovanje so izčrpani naštetih v javni izjavi, objavljeni 5. avgusta letos: »Ben Magec [Otroci sonca v staroselskem kanarskem jeziku] – Ekologi v akciji, zveza naravovarstvenih združenj Kanarskih otokov, želi izraziti solidarnost in sočutje z družbenim gibanjem, ki varuje Mauna Keo, in spoštovanje *kahunom* [voditeljem havajskih staroselcev]. Njihova odločnost nas navdihuje. Lahko razumemo, kaj se dogaja na Havajih v zvezi s Tridesetmetrskim teleskopom. Na majem otoku La Palma, s podobnim površjem, kot je na otoku Molokai, so teleskope namestili brez spoštovanja ljudi ter naravnih in kulturnih vrednot. To

nas je stalo pomembnega dela naše narave, izgubili pa smo tudi arheološka najdišča, ki so bila zelo pomembna za razumevanje kulture naših staroselskih prednikov. Garafia, občina z že štirinajstimi teleskopi in še dvajsetimi načrtovanimi, je najrevnejša občina na Kanarskih otokih. Nikoli ni prejela denarnega nadomestila za uporabo svojega zemljišča. Zato nam ni tuj boj avtohtonih prebivalcev Havajev za spoštovanje. Odgovorni v Mednarodnem observatoriju Tridesetmetrski teleskop zagotavljajo, da imajo nadomestni prostor na kanarskem otoku La Palma, argument, ki ga uporabljajo za pritisk na havajske oblasti, pa se je, ko so ga uporabili nasprotniki Tridesetmetrskega teleskopa, obrnil proti njim. Domnevali so, da morebitnega prihoda Tridesetmetrskega teleskopa na Kanarske otoke ne bodo ovirali administrativni in sodni postopki in da mu ljudje in krajevne organizacije ne bodo nasprotovali. Vendar se med ljudmi vedno bolj krepi občutek, da je naša gora že izčrpala možnosti namestitve novih teleskopov in da smo že plačali visoko ceno za astronomsko znanost. Močno nasprotujemo projektu, ki bi zelo negativno vplival na edinstveno naravno okolje, ki je del evropskega omrežja *Natura 2000*, enega od največjih omrežij varstvenih območij na svetu. ‚Načrt B‘ za Trideset-

metrski teleskop sploh ni dober načrt. Edino, kar je Mednarodni observatorij Tridesetmetrski teleskop do sedaj dosegel na La Palmi, je petinsedemdesetletna koncesija za 9,8 hektara veliko gradbeno zemljišče po smešno nizki ceni 1.250 ameriških dolarjev na leto. Toda Zveza Ben Magec se je pritožila in sodnik Višjega sodišča na Kanarskih otokih je koncesijo zaradi kršitev evropskih okoljskih zakonov in napačne ocenitve njene vrednosti razveljavil. To pomeni, da bodo morali postopek začeti znova, kar bo povzročilo precejšnjo časovno zakasnitev. Če bodo vztrajali pri pridobivanju gradbenega dovoljenja za Tridesetmetrski teleskop na zakonsko zavarovanem območju La Palme, bo vsak korak sprožil naš pravni ugovor. Obrnili se bomo tudi na Vrhovno sodišče Španije, saj smo prepričani, da v zvezi s Tridesetmetrskim teleskopom upravni organi sprejemajo odločitve, ki so v nasprotju s španskimi in evropskimi zakoni. Nimamo nič manj razlogov in nič manj odločnosti kot havajski nasprotniki Tridesetmetrskega teleskopa.«

Naše razmišljanje je treba začeti z natančno analizo ključnega dela izjave: »Na malem [kanarskem] otoku La Palma [...] so teleskope namestili brez spoštovanja ljudi ter naravnih in kulturnih vrednot. To nas je stalo pomembnega dela naše narave, izgubili pa smo tudi arheološka najdišča, ki so bila zelo pomembna za razumevanje kulture naših staroselskih prednikov.« Na prvi pogled – tako so se odzvali tudi mediji ob letošnjih protestih havajskih staroselcev proti gradnji teleskopa na Mauna Kei – gre tudi na Kanarskih otokih za »spopad med znanostjo in kulturo« (tako naj dodam, da je pri tem mišljena novoveška znanost). Sama vsebina izjave je sporna – tudi znanost je namreč kultura –, je pa od 16. stoletja dalje postajala vedno bolj *samo po sebi umevna* – torej ideološka. Vzrok je treba iskati v popolnoma novem razumevanju znanosti – in s tem resnice –, ki se je rodilo v zahodni Evropi v 16. in 17. stoletju. Najbolje ga je v *Hvalnici védenja* (1592) izrazil Francis Bacon (1561–1626): »Dandanes obvladamo naravo zgolj v svojih mislih in smo podvrženi njeni prisili; moramo ji pustiti, da nas vodi pri iznajdevanju, zato da bi ji *zapovedovali* v praksi.« Izjava je *zabrtna* (beseda namerno meri na neko osupljivo neozavedeno neetično razsežnost Baconove izjave), kot je *zabrten* novelist v Cankarjevi *Črtici* (1914), ki mu je tudi najbolj tragično človeško življenje le »snov« za »umetniške stvaritve«. Ali niso nekakšni »novelisti« tudi zagovorniki Tridesetmetrskega teleskopa, za katere gora Mauna Kea – ali pa Skala dečkov na otoku La Palma – nekaj šteje le, če bo na njenem vrhu stal teleskop? Gora *samo po sebi* jim ne pomeni nič, nič jim ne pomenijo njene naravne in kulturne vrednote ... Za zagovornike teleskopa go-

ra dejansko, zares »obstaja« le, če jo lahko *uporabijo* kot »podstavek« za teleskop. Drugače povedano: za zagovornike šele teleskop zagotavlja »obstoj« gore, šele teleskop »vdihne« gori »življenje« – toda »vdih« glede na proteste avtohtonih prebivalcev na Havajih in Otrokov sonca na Kanarskih otokih do narave in ljudi očitno ni »blagodejen«. Vprašanje je, zakaj je za zagovornike teleskop »gospodar« vsega živega in neživega na gori. Teleskop je tehnična naprava, s katero astronomi raziskujejo vesolje, pravi najbolj banalni opis. Toda tisto, kar se »skriva« za opisom, ni nič banalnega. Tisto, ki ni nič banalnega, se glasi: novoveška znanost je v svojem bistvu tehnika.

Trditev nas vrača k Baconovemu razumevanju znanosti in njene vloge v družbi, ki sta ju Max Horkheimer in Theodor Adorno v *Dialektiki razsvetljenstva* (1944, slovenski prevod 2002) povzela takole: »Kar se hočejo ljudje naučiti od narave, je to, da jo *uporabljajo* tako, da do kraja *obvladujejo* njo in ljudi.« Že Bacon sám je bil prepričan, da naravo lahko *obvladujemo* le s tehniko. V svojem utopičnem delu *Nova Atlantida* (1627) je predvidel že skoraj vse današnje tehnične pridobitve. V Salomonovi hiši na Novi Atlantidi – navajam po *Wikipediji* – »so raziskovalni inštituti in gojitveni laboratoriji. Živali vzgajajo umetno, na njih pa opravljajo operacije, ki jih izkoriščajo za zdravljenje ljudi. Vzgajajo ljudi z dolgo življenjsko dobo ter razpolagajo z visoko tehnologijo, kot so teleskopi, mikroskopi, telefoni, parni vozovi, zračne ladje, kemično koncentrirana prehrabna sredstva, zdravila.«

Da bi ljudje lahko naravi *ukazovali*, jo morajo »prav« razumeti. V naravi morajo odkriti tiste lastnosti, ki »olajšujejo« in »omogočajo« *ukazovanje*. Novoveška znanost je v ta namen odkrila »eksaktne« metode: naravo je od zdaj naprej treba meriti. Kot sem napisal v prejšnjem uvodniku, pa to razumevanje narave *ni edino*, avtohtoni prebivalci Havajev na primer jo razumejo popolnoma drugače: človek mora z naravo sobivati. Narava očitno ni samo tisto, kar lahko merimo, ampak je še marsikaj drugega (tudi »predmet« občudovanja na primer). Novoveška znanost je od 16. stoletja polagoma postajala edina znanost. V tem smislu je »totalitarna« in kolonialistična: »izničila« je vso védnost staroselskih ljudstev. Poleg tega jo je že Bacon v *Novem organonu* (*Knjiga 1, Aforizem CXXIX*; 1620) zavil še v mitološki ovoj: »Človeški rod si mora povrniti *gospodvo* nad naravo, ki mu ga je [v Bibliji] dodelil Bog [...].« Toda *gospodvo* je muhasta zadeva, danes je znanost sama dobila svojega *gospodarja* – ekonomijo. Tridesetmetrski teleskop namreč ni samo znanstvena naprava, ampak je tudi ogromna investicija ...

Tomaž Sajovic

Črno cvetenje Grenlandije

Nina Gunde – Cimerman

Raziskave ekstremofilnih mikroorganizmov, ki naseljujejo najbolj skrajnostna okolja na našem planetu, so ena od najbolj zanimivih vej mikrobne ekologije. Raziskave imajo pridih avanturizma, povezane so s pohodi po naravnih znamenitostih in spominjajo na prigode, ki jih običajni bralci vidijo na straneh revije *National Geographic*. Veter v laseh, nahrbtniki na ramah, v ozadju pa prelepe in divje pokrajine. Vse to drži. Imajo pa te raziskave tudi veliko bolj zapleteno stran, povezano s tveganji in naporji, nabiranjem mikrobioloških vzorcev, v katerih mikroorganizmi zaradi prilagoditev na skrajnostne naravne razmere pogosto ne preživijo prenosa v laboratorij, in z vsemi težavami pri preučevanju, ki iz tega izvirajo.

Znanstvene raziskave ekstremofilov so najpogostejše usmerjene v molekularne prilagoditve, ki ekstremofilom omogočajo preživetje v okoljih, ki so do nedavnega veljala za aseptična. Mnogo je tudi priložnosti za biotehnoško uporabo encimov in drugih molekul, ki so aktivne v skrajnostnih razmerah. Posebna veja ekstremofilne mikrobiologije je astromikrobiologija, ki ni povezana s horoskopom, temveč preučuje Zemljine ekstremofile kot prisposobe možnega življenja na drugih planetih, kjer vladajo podobne razmere kot na nekaterih območjih na Zemlji, na primer pod več kilometrov debelimi plastmi ledu na Antarktiki ali v skrajno slanih vodah Mrtvega morja med Izraelom in Jordanijo.

Področje ekstremofilne mikrobiologije je razmeroma novo, saj se je v svetovnem okviru razcvetelo šele pred približno petindvajsetimi leti. Takrat smo ljudje začeli spoznavati, da predvsem arheje, pa tudi bakterije lahko naseljujejo skrajno vroča okolja termalnih vrečev in globokomorskih tekton-

skih špranj, kisle vode, s težkimi kovinami onesnažena tla, ledenike in vode, nasičene s soljo. Vsakič, ko je bil objavljen kakšen nov članek s tega področja, je ta prestavil mejo življenja še za nekaj stopinj, še za nekaj pH-enot. Vedno pa so bili glavni nastopajoči preprosti prokarioti - mikroorganizmi brez jedra: bakterije in arheje.

Kaj pa evkariontski mikroorganizmi, na primer mikroglive, bolj poznane kot nitaste plesni in kvasovke? Veljalo je, da so kljub relativni preprostosti preveč zapletene, da bi se lahko prilagodile na tako skrajne razmere in da jih zato tam nima smisla niti iskati.

In tukaj se začne naša zgodba, pred približno dvajsetimi leti, ko se je raziskovalna skupina pod mojim vodstvom vsemu navkljub odločila, da bi bilo vredno vsaj poskusiti. Naše prvo skrajnostno okolje so bile Sečoveljske soline, kjer pridobivajo sol po tradicionalnih postopkih že vsaj sedemsto do osemsto let, verjetno pa še precej dlje. Že prvi poskusi so obrodili sadove. Prve glive, ki smo jih uspeli osamiti, so bile večinoma povsem neznane in zelo črne. Takrat smo se prvič spoznali s črnimi kvasovkami, ki imajo v celičnih stenah pigment melanin. Z melaninom se varujejo pred premočnim ultravijoličnim sevanjem, tako kot tudi naša koža poleti, pa tudi pred drugimi neugodnimi okoljskimi dejavniki. Črne kvasovke imajo mnoge nenavadne lastnosti, med drugimi lahko spreminjajo obliko rasti. Pojavljajo se kot kvasovke, plesni, v nitasti obliki in celo v grozdastih skupkih, kjer zunanje celice varujejo notranje pred sovražnimi zunanjimi razmerami. Kmalu smo se naučili, da je o njih v svetovnem merilu znanega izjemno malo, da so redke in običajno zaradi počasne rasti prezrte, saj jih prerastejo druge, hitrejše in bolj tekmovalne glive. Opisali smo za znanost nove vrste, počasi so se



Helikopter, edino prevozno sredstvo do začasne raziskovalne baze na grenlandski ledeni plošči. Foto: Laura Perini.

jim pridružile še druge solinske glive, rdeče, bele, roza kvasovke in nitaste glive. S temi raziskavami smo odprli povsem novo področje evkariontske ekstremofilne mikrobiologije v svetovnem merilu, in sicer področje slanljubnih (halofilnih) gliv.

V solinah je voda kemijsko vezana na velike količine raztopljenih soli v slanici in zato ni na voljo mikroorganizmom. Slanice so zato okolje z nizko vodno aktivnostjo, se pravi z majhno biološko dostopnostjo vode. Začeli smo razmišljati, da so tudi drugje okolja, kjer je voda biološko težko dostopna: na primer morski led ali arktični ledeniki, kjer je voda zmrznjena v led. V tistem času je veljalo prepričanje, da ledeniki delujejo le kot časovni stroj. Vodni prš in veter prineseta mineralne delce, cvetni prah in tudi mikroorganizme. Ti se ujamejo v led,

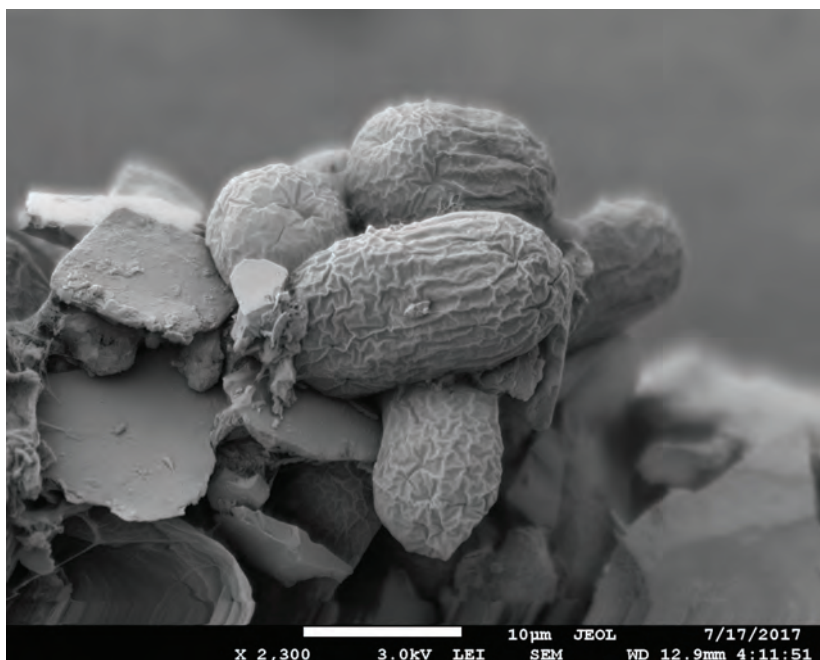
zmrznejo in le posamezni v ledu preživijo. Ti živi fosili se ohranijo tudi več deset tisoč let. Vendar nas niso zanimale posamezne celice živih glivnih fosilov, želeli smo odkriti aktivne populacije gliv, ki morda živijo v ledu. Hipoteze smo pogumno napisali v obliki evropskega projekta, ki je bil na naše veselje in presenečenje odobren. Omogočil nam je dostop do Arktike, najbolj severnega civilnega naselja na svetu, kjer se v kraju Ny-Ålesund na Svalbardu na Norveškem, tik pod severnim tečajem, nahaja mednarodna raziskovalna postaja. Pot na Arktiko je bila nadvse vznemirljiva, narava osupljiva, raziskovalna postaja pa sicer skromna, a izjemno dobro organizirana in opremljena. Kmalu smo bili tudi nagrajeni z rezultati, saj so se naša upajoča raziskovalna predvidevanja pokazala za pravilna. Kot prvi smo

odkrili velike združbe črnih, rdečih in belih kvasovk ter nitastih gliv na bazi arktičnih ledenikov, v tako imenovanem subglacialnem ledu. S tem smo odprli že drugo, povsem novo področje ekstremofilne mikrobiologije – raziskave hladnoljubnih (psihrofilnih) gliv, ki naseljujejo ledenike.

Z delom na Arktiki smo nadaljevali še v okviru drugih projektov in se vsako leto bolj soočali s posledicami globalnega segrevanja, ki so najbolj vidne prav v polarnih območjih. Ledeniki, ki smo jih začeli preučevati leta 2001, so se krčili in mesta vzorčenja so se pomikala z umikajočim ledom. Nismo bili edini, ki smo to opazili, do teh spoznanj so prišli tudi drugi evropski raziskovalci polarnih in alpskih okolij. To je sprožilo pobudo o prijavi evropskega projekta, usmerjenega v posledice globalnega segrevanja na ravni arktičnih mikroorganizmov, ki se sproščajo v okolje skupaj s talečimi ledeniki in predstavljajo še povsem nove in neznane posledice za polarna območja in s tem za ves svet. K sodelovanju smo bili povabljeni kot strokovnjaki za ekstremofilne glive.

Evropski projekt *MicroArctic*, ki je bil odobren leta 2017, še vedno poteka. V njem sodeluje petnajst evropskih raziskovalnih skupin, v okviru vsake od njih bo pridobil doktorat po en podiplomski študent, ki bo s tem tudi prepoznan kot mikrobiolog, specializiran za arktična okolja. V okviru naše raziskovalne skupine je to italijanska študentka Laura Perini, ki je tudi avtorica slik v tem prispevku. Del njenih raziskav arktičnih gliv je bil opravljen na Islandiji, del na arhipelagu Spitsbergen na Svalbardu, del pa tudi na Grenlandiji, v okviru še enega evropskega projekta – *Black and Bloom*.

Od kod to nenavadno, pravzaprav zlovešče ime – Črno cvetenje? Grenlandija je pokrita z ogromnim ledenim pokrovom, ki se razteza na 1,7 milijona kvadratnih kilometrov in je na nekaterih mestih debel cele štiri kilometre. Ta največja količina ledu na severni polobli predstavlja kar enajst odstotkov Zemljine kriosefere in pomembno vpliva na albedo – odbojnost Sončeve svetlobe od bele površine ledu. In prav tu je težava. V zadnjih petnajstih letih je grenlandska le-



Mesotaenium berggrenii, glavna med črnimi ledeniški algami.

Foto: Laura Perini.

dena plošča začela vedno bolj temneti. Led postaja sivo črn, umazan in sajast. Razlog za to so pripisali naraščajočim industrijskim izpustom, črnemu ogljiku, kot posledici izgorevanja fosilnih goriv. Umazano siva območja zdaj obsegajo že več kot tretjino grenlandske ledene plošče, zlasti na jugozahodu, in so dobro vidna tudi na satelitskih posnetkih. Ker temni led vpija več svetlobe, se hitreje tali, zmanjšuje se tudi odboj (albedo), staljeni led oziroma voda pronica skozi posamezne špranje v grenlandski ledeni plošči vse do permafrosta. Ta se oddaljuje, metanogene arheje v njem pa proizvajajo vedno večje količine toplogrednega plina metana. Ustvarjena je pozitivna zanka, ki vedno bolj vpliva na taljenje in s tem na podnebne spremembe.

Kaj v resnici povzroča črnenje grenlandske ledene plošče? Mikroorganizmi. Predvsem

cvetenje črnih ledeniških alg, ki živijo samo na površini ledu in nikjer drugje in se v zadnjih letih nezadržno širijo. Staljeni led jim omogoča razmnoževanje in razširjanje na nova območja. Vedno daljša obdobja taljenja ledu povečujejo njihovo biomaso. Te alge so fotosintezni organizmi, vendar imajo poleg pigmenta klorofila še prav poseben, vijoličasto črni pigment s strokovnim imenom purpurogalin karboksilna kislina-6-O-b-D-glukopiranozid. Ta varuje klorofil pred premočnim ultravijoličnim sevanjem, ki so mu na površju ledu izpostavljene alge, imel naj bi pa tudi protimikrobno, varovalno vlogo. Na veliko presenečenje raziskovalcev, ki so mu kot prvi določili kemijsko strukturo, ta fenolni pigment najdemo samo še v lubju nekaterih vrst hrastov in v velikih količinah v lističih fermentiranega črnega čaja! To odkritje je izjemno ne samo zaradi raz-

Vzorčenje črnega ledu. Foto: Laura Perini.



sežnosti pojava, temveč tudi zato, ker so te alge najbližje sorodnice prvih kopenskih rastlin in predstavljajo vezni evolucijski člen med vodnimi algami in višjimi rastlinami. Kljub vsem tem posebnostim pa jih preučujemo le z veliko težavo, saj so trenutno negojljive. To pomeni, da jih zaenkrat še nihče ni uspel vzgojiti v laboratoriju. Lahko jih preučujemo le na terenu, na sami Grenlandiji, ali pa prepeljemo sveže vzorce alg, najprej s helikopterji, nato z letali v zmrznjenem stanju v laboratorije. Dokler postopoma ne odmrejo, nato je treba počakati do naslednjega poletja.

Mikrobiološke raziskave črnega cvetenja so bile sprva usmerjene v preučevanje samo alg in bakterij. Z našim sodelovanjem se je začelo tudi raziskovanje gliv, za katere sprva nihče ni verjel, da živijo tudi v tem negotoljubnem okolju.

Glive imajo v naravnih okoljih mnogo pomembnih vlog. Imenujemo jih smetarji naravnega sveta, saj z encimi, ki jih izločajo v okolje, lahko razgrajujejo še tako trdovratne molekule, kot so lignocelulozni rastlinski ostanki, različni industrijski odpadki, napadajo tudi hrano, zaradi njih plesnijo stene v stanovanjih, najdemo jih na usnjenih čevljih, razgrajujejo papir in še veliko bi lahko naštevali. Čeprav so nam marsikdaj zaradi tega zelo nadležne, je njihova vloga v naravi neprecenljiva, saj omogočajo mineralizacijo snovi, ki bi se sicer neporabljene kopičile. Njihove razgradne produkte uporabljajo rastline in drugi mikroorganizmi. V črnem ledu so velike količine alg, ki bi potencialno lahko služile kot vir hrane za glive. Morda jih celo razgrajujejo in s tem odstranjujejo. Poleg te »smetarske« vloga imajo glive pomembno vlogo tudi v mnogih simbiozah – z rastlinami sodelujejo v mikorizah, z algami pa v lišajih. V obeh primerih glive pomagajo pri dovajanju vode in anorganskih snovi in nudijo zaščito fotosinteznemu partnerju. Rastlina ali alga v zameno glivi dovaja del sladkorjev, pridobljenih s fotosintezo. Teoretično je obstajala možnost, da v črnem le-

du živeče glive sodelujejo z algami v obliki primitivnih protolišajev.

Poleti leta 2017 in leta 2018 smo vzorčili na grenlandski ledeni plošči sneg, vodo na površju ledu, kriokonitne luknje, to so vdolbine na ledu, napolnjene z vodo, ki nastanejo okoli temnih mineralnih delcev, predvsem pa črni led, na gosto poseljen z ledeniškimi algami.

Uporabili smo znanje, pridobljeno v drugih skrajnih okoljih, tako molekularne metode kot tudi različne načine gojenja. V celoti smo osamili več kot dvesto sevov oziroma šestinštirideset vrst gliv. Največ in tudi najbolj drugačne glive smo osamili iz črnega ledu. Med njimi so bile glive, ki jih poznamo kot patogene rastline oziroma take, ki naseljujejo notranjost rastlin (endofiti) v subpolarnem pasu. Osamili smo tudi mnoge bele, rdeče in črne kvasovke ter nekatere nitaste glive. Raziskave saprotrofne vloge teh gliv še vedno potekajo. Poleg naštetih smo osamili tudi dve glivi, ki sta nas še posebej zanimali. Prvo smo določili kot glivo rodu *Articulospora*, ki najverjetneje predstavlja novo vrsto in se je vedno pojavljala v tesni povezavi s skupki črnih ledeniških alg. Sorodniki te glive se pojavljajo v sladkovodnih okoljih kot razgrajevalci lignoceluloznih ostankov rastlin. Druga gliva je nova predstavница rodu *Penicillium*, znanega po proizvodnji penicilina, ki je bila tudi izjemno pogosta v vzorcih črnega ledu in je bila sposobna rasti na gojišču iz same vode, brez dodanih kakršnih koli hranil tudi več mesecev. Ta izjemna skromnost je presenetila tako nas kot tudi druge mikrobiologe, ki smo jim predstavili to odkritje. Še vedno ostaja neznanka, kako lahko ta gliva v takih razmerah preživi. Zdeli sta se nam najprimernejši kandidatki za preučevanje potencialnega simbiotskega lišaju podobnega sodelovanja z algami. V več tednov dolgem poskusu, tako v temi kot tudi na svetlobi, smo združili glive in alge.

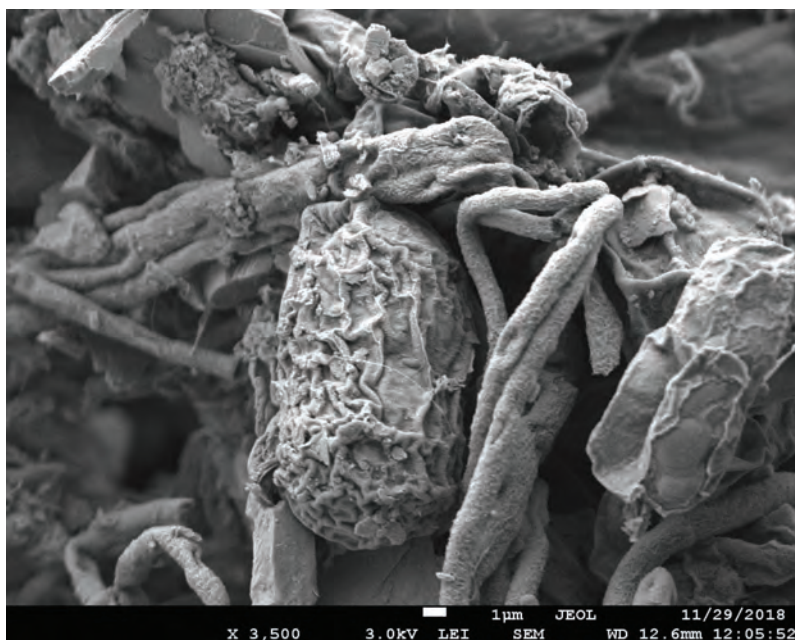
S svetlobnim in elektronskim mikroskopom smo spremljali, kako rastejo skupaj, kako



Taborjenje v mrazu. Foto: Laura Perini.



Mehurčkaste zmrznjene kriokonitne luknje. Foto: Laura Perini.



Stik med ledenškimi algami in glivo. Foto: Laura Perini.



Zgoraj: Čajanka alg, kot jo vidimo pod svetlobnim mikroskopom. Foto: Laura Perini.

Spodaj: Mir ob koncu delovnega dne in sončnem zahodu.
Foto: Laura Perini.





Polet nad grenlandsko ledeno ploščo. Foto: Laura Perini.

poteka fotosinteza, kakšni metaboliti nastajajo in kateri se porabljajo. Na naše veselje in presenečenje smo videli, da po določenem času prepletene glivne nitke (hife) oblikujejo mrežo, v katero so vključene celice alg. Z drugimi besedami, vidimo primitivno obliko lišaja, ki algam najverjetneje pomaga preživeti v tem okolju. Gliva alge varuje, jih pritrdja na podlago, pomaga tudi varovati klorofil, v zameno pa dobi – skodelico čaja! Videti je namreč, da glive razgrajujejo črni pigment purpurogalin in ga uporabljajo kot vir hranil. To povsem novo in presenetljivo odkritje, ki ga je nujno potrebno bolj podrobno raziskati, je prebudilo veliko zanimanje raziskovalcev in odprlo nove poglede na dogajanje na črni grenlandski ledeni plošči. Tam živče glive najverjetneje sodelujejo pri razgradnji alg, mnoge pa jim, tako kot ti dve opisani vrsti, verjetno celo pomagajo pri preživetju in razširjanju. Mikroorganizmi

Grenlandije si torej vsako poletje privoščijo svojevrstno čajanko, ki smo ji priča vsi – in če ne bomo pravočasno ukrepali, se utegnemo z vročim čajem, ki smo si ga sami skuhali, tudi pošteno opečti.

Literatura:

*Nina Gunde - Cimerman, Polona Zalar, Sybren de Hoog, Ana Plemenitaš, 2000: **Hypersaline waters in salterns: natural ecological niches for halophilic black yeasts. FEMS Microbiology Ecology, 32 (3): 235-240.***
*Lorena Butinar, Isabel Spencer-Martins, Nina Gunde - Cimerman, 2007: **Yeasts in high Arctic glaciers: the discovery of a new habitat for eukaryotic microorganisms. Antonie van Leeuwenhoek: International Journal of General and Molecular Microbiology, 91 (3): 277-289.***
*Laura Perini, Cene Gostinčar, Alexandre Anesio, Christopher Williamson, Martyn Tranter, Nina Gunde - Cimerman, 2019: **Darkening of the Greenland Ice Sheet: fungal abundance and diversity are associated with algal bloom. Frontiers in microbiology, 10: 1-14.***

Tatarska ajda v Sloveniji

Mateja Germ, Blanka Vombergar, Maja Vogrinčič, Aleksandra Golob, Ivan Kreft

Od kod izvira tatarska ajda? Kako dolgo jo pri nas že poznamo? Od kod prihaja njeno ime? Navadna ajda je bila v preteklosti na naših njivah pogosta poljščina. Zaradi mnogih vzrokov so kmetje njeno pridelavo opuščali. V Sloveniji v zadnjih letih spet bolj pogosto naletimo na nežno cvetoča polja ajde. Vsaj na Dolenjskem in tudi na Koroškem se ji pridružuje tudi tatarska ajda, na pol divja sorodnica navadne ajde, ki je pri nas znana vsaj od leta 1815. Obe ajdi pozitivno vplivata na zdravje ljudi. Še bolj kot navadna ajda na naše zdravje blagodejno vpliva tatarska ajda, predvsem zaradi velike vsebnosti antioksidantov, med katerimi prevladuje flavonoid rutin.

Slike 1a, b, c: Cvet navadne ajde (a) in tatarske ajde (b). Foto: Ivan Kreft. (c) Obe vrsti ajde, bogato razrastle na kmetiji Mežner v Javorju nad Črno na Koroškem na 1.100 metrov nadmorske višine. Foto: Mateja Germ.

Slika 1a



Slika 1b



Izvor tatarske ajde

Navadna ajda (*Fagopyrum esculentum* Moench) je skromna rastlina, ki ne raste na tleh, bogatih z dušikom, ne potrebuje škropljenja s pesticidi in je primerna za ekološko pridelavo. Ajda izvira iz predgorja vzhodno od Himalaje na Kitajskem. V Sloveniji poznamo navadno ajdo že približno šeststo let, kar je dlje, kot poznamo na primer koruzo ali krompir. Tudi tatarska ajda (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) izvira iz Kitajske (Bonafaccia in sod., 2003). Uspeva na višjih nadmorskih višinah, kjer navadna ajda ne



Slika 1c

raste ali ne daje zanesljivega pridelka. Poleg ovsja je eden izmed glavnih pridelkov ljudstva Yi in drugih ljudstev na sečuanskih visokih planotah. Tam uspeva vse do nadmorske višine od okoli 2.500 do 3.000 metrov. Cvetovi tatarske ajde so zelene do rahlo rumenkaste barve, po tem se razlikujejo od navadne ajde, ki cveti belo, rdečkasto ali rožnato (slike 1a, b, c). Tatarska ajda je, za razliko od navadne ajde, samoprašna rastlina, kar pomeni, da za oprашitev ne potrebuje žuželk. Tatarska ajda tudi ni medonosna, kar velja za navadno ajdo. Je napol divja rastlina, ki se sama brani in zatira plevela. Izsledki raziskav kažejo, da tatarska ajda izloča naravne herbicide, ki zatirajo kalitev semen plevelov. Odporna je proti nizkim temperaturam, zaradi česar je primerna za gojenje predvsem v višje ležečih predelih. Cvetni listi tatarske ajde so majhni in ozki, dolgi le od dva do tri milimetre; zrnje je manjše in bolj zgrbančeno kot zrnje navadne ajde (Kreft, 1995). Sinonimi za tatarsko ajdo so: sibirski ajda, turški ajda, kitajski ajda, nora ajda, *cojzla*, grenka ajda (zaradi okusa) in zelena ajda (zaradi barve cvetov).

Zakaj je prišla v naše kraje?

V Sloveniji se je tatarska ajda zelo razširila v letih lakote 1815 in 1816 in do okoli leta 1920. Na območju Tihega oceana je prišlo v letih od 1812 do 1815 do vrste vulkanskih izbruhov. Leta 1815 je izbruhnil vulkan Tambora. Pepel in pline je odneslo tudi do petdeset kilometrov nad Zemljino površino. Vulkanski pepel je prekril nebo, zmanjšalo se je Sončevo obsevanje in veliko kmetijskih rastlin zaradi nizkih temperatur in majhne jakosti svetlobe tudi v Srednji Evropi ni dalo dovolj pridelka. Med ljudmi je vladala lakota, kar je povzročalo nemire in upore. V Evropi je bilo to najhujše obdobje lakote v 19. stoletju. V tistem času je baron Žiga Zojs z območja današnje Češke pridobil semena tatarske ajde, ki daje zmeren pridelek tudi v neugodnih razmerah. Tako je pospeševal pridelovanje tatarske ajde v Sloveniji.

Tatarska ajda je v naših krajih obrodila in s tem mnogo prebivalcev v tistem času rešila lakote. Namenjena je bila prehranjevanju revnejših slojev prebivalstva, ki so jo s slabšalnimi prizvokom imenovali »*cojzla*«.

Pridelava ajde

Ajdovo moko dobimo iz zmletih ajdovih zrn. Kašo navadne ajde v Sloveniji že od Valvasorjevih časov pridobivajo tako, da ajdo požanjejo, sušijo, poparijo, še enkrat sušijo in oluščijo v stopah, ki jih zlasti v Prekmurju poganjajo z nogami (od tod ime), na Dolenjskem pa jih poganja voda iz potočkov. Oluščeno ajdo jemo kot kašo. Iz ajdovih luščin delajo tudi vzglavnike, ki dobro prevajajo vlago in toploto. Za vzglavnike je mogoče uporabljati le ajdove luščine po pridobivanju kaše. Le te luščine so brezprašne. Luščine po mletju ajde za moko vsebujejo namreč ostanke drobnih delcev moke, kar med spanjem lahko moti dihanje.

Pred desetimi leti smo v Sloveniji ponovno začeli širiti tatarsko ajdo. Njeno pridelovanje se razlikuje od pridelovanja navadne ajde. Tako se, na primer, zrnje osipa in je treba žeti že, ko je tretjina zrn napolnjenih in rjavih, druga pa še zelena, a napolnjena. Manj ji škoduje divjad, ki ima raje »sladko« navadno ajdo kot grenko tatarsko ajdo. Ker kmetje nimajo več nekdanjega znanja o pridelovanju tatarske ajde, jo je treba ponovno uvajati počasi in sproti preizkušati tehnologijo pridelave in njene uporabe. Mlinar Anton Rangus iz Dolenjega Vrhpolja pri Šentjerneju je v sodelovanju z Ivanom Kreftom doslej edini v Evropi razvil luščenje tatarske ajde za tatarsko ajdovo kašo. Tehnologija je izredno zahtevna in doslej jo je obvladalo le nekaj podjetij na Kitajskem in Japonskem. V Izobraževalnem centru Piramida Maribor so razvili več izdelkov iz tatarske ajde: tatarske ajdove pletenice, ajdove štruklje, izdelke iz tatarske ajde z užitnimi cvetovi rastlin, mlečni tatarski ajdov kruh z bezgovimi cvetovi in bezgovim čajem, medenjake, tatarski ajdov kruh, tatarske ajdove palčke, tatarsko

Slika 2a



Slika 2a: Okusno in domiselno drobno pecivo iz ajdove moke, ki so ga spekli strokovnjaki iz Izobraževalnega centra Piramida Maribor. Foto: Mateja Germ. Slika 2b: Valvice iz tatarske (levo) in navadne (desno) moke. Slika 2c: štruklji iz tatarske moke. Foto: Ivan Kreft.



Slika 2b



Slika 2c

ajdovo makovo potico z gozdnimi sadeži in tatarsko ajdovo orehovo potico, tatarske ajdove kekse in piškote, krhke flancate iz tatarske ajde, tatarsko jabolčno torto, čokoladne pralineje s polnilom s tatarsko ajdovo kašo in praženo ajdovo testenino, tatarsko ajdovo pico, tatarske ajdove testenine, tatarske ajdove palačinke in tako dalje (slika 2a). Na Dolenjskem so iz moke tatarske ajde tradicionalno pripravljali žgance. Grenko žgančevko so odlili in jo nadomestili z navadnim kropom. V Koreji in na Japonskem pridelovanje in uporaba tatarske ajde nima tako dolge tradicije kot na Kitajskem. Vendar pa so v zadnjem času razvili nekaj izdelkov iz tatarske ajde, kot so na primer čaj iz zrn tatarske ajde, rezanci in kalice, pri vseh je poudarek na zdravju uporabnika. V

Koreji so priljubljena zelenjava kalice tatarske ajde, s katerimi nadevajo ajdove palačinke (slika 3).

Zakaj je uživanje tatarske ajde zdravo?

Tatarski ajdi daje grenkobo velika vsebnost flavonoidov. Ljudje tega, da je grenak okus posledica velike vsebnosti flavonoidov, ki so naravna sestavina tatarske ajde, nekoč niso vedeli (Kreft, 2011). Okoli leta 1980 so v Sloveniji še zadnji kmeti opustili pridelavo tatarske ajde. Danes pa se ponovno povečuje zanimanje za njeno uporabo, predvsem zaradi visoke vsebnosti zdravju koristnega flavonoida rutina. Zanimanje se je povečalo ne samo pri nas, ampak tudi v drugih evropskih državah: v Luksemburgu, Italiji, Bosni in na Švedskem, pa tudi v azijskih državah:



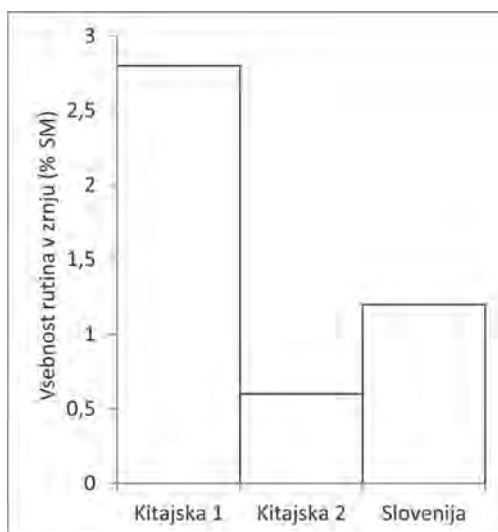
Slika 3. Palačinke z nadevom iz kalic ajde na festivalu ajde v Pjongčangu v Koreji leta 2016.

Foto: Mateja Germ.

v Koreji, na Japonskem in na Kitajskem. Flavonoidi so snovi z antioksidativno vlogo, ki imajo veliko ugodnih učinkov za naše zdravje. Tatarska ajda vsebuje veliko več flavonoidov rutina in kvercetina kot navadna ajda, zato je grenka, a hkrati tudi mnogo bolj zdrava (Fabjan in sod., 2003) (slika 4). Mlevske frakcije zrnja tatarske ajde so odličen vir fenolov in zlasti flavonoidov, v njih so izmerili tudi veliko antioksidativno aktivnost (Lukšič, 2013, Cho in sod., 2014). Rutin in kvercetin sta najpogostejša flavonoida v tatarski ajdi. Vsebnost rutina in kvercetina je v tatarski ajdi večja kot v navadni ajdi ter večini sadja in zelenjave. V vlažnem testu se rutin ajde pod vplivom ajdovih encimov (rutinaze) lahko začne pretvarjati v kvercetin (Germ in sod., 2019), ki je prav tako antioksidant, a se razlikuje od rutina po tem, da daje jedem nekoliko grenek okus. Ugotovili smo, da lahko s poparjenjem ajdove moke onesposobimo encim rutinazo in s tem preprečimo spreminjanje rutina v kvercetin (Germ in sod., 2019). Japonski znanstveniki so požlahtnili novo sorto tatarske ajde, ki ima manj aktivnih encimov za pretvarjanje rutina v kvercetin (Suzuki in sod., 2014). Na oba načina lahko preprečimo grenek okus živil iz tatarske ajde.

Slika 4: Vsebnost antioksidanta rutina (v odstotkih v sušini) v zrnju tatarske ajde, pridelane na različnih lokacijah (Kitajska 1 na nadmorski višini 2.800 metrov, Kitajska 2 na višini 800 metrov ter ajda iz Ljubljane na višini 350 metrov).

Ajda vsebuje kakovostne beljakovine z uravnovane aminokislinsko sestavo, poleg tega je tudi bogat vir kakovostnih ogljikovih hidratov (tudi retrogradiranega škroba), mineralov in antioksidantov (Skrabanja in sod., 2000). Blaži negativni učinek nekaterih kroničnih bolezni, kot so diabetes, hipertenzija in hiperholesterolemija, ter bolezni srca in ožilja. Ker ne vsebuje glutena, jo lahko uživajo tudi bolniki s celiakijo. Snovi v ajdi varujejo srce, zaradi vlaknin in retrogradiranega škroba blagodejno vplivajo na prebavo in preprečujejo nastanek novotvorb prebavil, zaradi rutina preprečujejo krhkost kapilar in s tem nastanek edemov in krčnih žil, nižajo raven prostih radikalov in na ta način preprečujejo poškodbe v celicah. V ajdi je tudi veliko vitaminov. Po uživanju ajdovega čaja iz rastline (herba), ki je tudi bogat z rutinom in drugimi antioksidanti, ni priporočljivo zadrževanje na soncu. Navadna in tatarska ajda vsebujeta v zelenih delih rastlin fagopirin, ki je fototoksična snov, podobna



hipericinu šentjanževke. Če pijemo veliko čaja iz zelenih delov ajde in gremo na sonce, lahko dobimo na koži izpuščaje, poveča pa se tudi občutljivost oči za močno svetlobo.

Zakaj smo opuščali setev tatarske ajde?

V drugi polovici dvajsetega stoletja so še bolj kot navadno ajdo začeli opuščati pridelovanje tatarske ajde. Razlogov je več, predvsem pridelovanje koruze, po kateri ni več možno sejati strniščnega posevka, in zaraščanje hribovskih območij, na katerih je bilo pridelovanje tatarske ajde še posebej primerno. Ljudi so odvrnili tudi grenkasti okus ter nižji odstotek moke in večji delež luščin in otrobov pri mletju v primerjavi z navadno ajdo. Zadnji posevek tatarske ajde v preteklem stoletju smo našli v osemdesetih letih prejšnjega stoletja v Radohovi vasi na Dolenjskem.

Ima tatarska ajda svetlo bodočnost v naših krajih?

Ajda se pred ultravijoličnim sevanjem brani s sintezo flavonoidov, ki absorbirajo sevanje in na ta način zavarujejo občutljiva mesta v rastlini (Gaberšček in sod., 2002). Pridobili smo projekt Agencije za raziskovalno dejavnost in Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (L4-9305), katerega cilja sta tudi preučevanje lastnosti ajde na visokih nadmorskih višinah in primerjava sposobnosti rastlin, ki uspevajo na različnih nadmorskih višinah, za sintezo flavonoidov in drugih zaželenih metabolitov. V ta namen smo posejali ajdo na različnih nadmorskih višinah: v Ljubljani na višini 300 metrov, na Gorjancih in v Podbežah na višini 600 metrov, v Podkorenu na višini 800 metrov ter na Vojskem in v Javorju na Koroškem na višini 1.100 metrov. Na vseh mestih smo primerjalno posejali sorto tatarske ajde ‚Zlata‘ in sorto navadne ajde ‚Darjo‘. Predvidevamo, da bodo rastline, ki uspevajo na višjih nadmorskih višinah, vsebovale več rutina in drugih snovi, ki absorbirajo ultravijolično sevanje, kot ajda, ki uspeva na nižjih nad-

morskih višinah. Vsekakor je spodbudno, da se navadna in tatarska ajda vračata na naša polja in naše krožnike. Polja s cvetočimi rastlinami so na pogled lepa in spominjajo na stare čase, uživanje ajde pa pozitivno vpliva na naše zdravje.

Literatura:

- Bonafaccia, G., Marocchini, M., Kreft, I., 2003: *Composition and technological properties of the flour and bran from common and Tartary buckwheat. Food Chemistry*, 80: 9-15.
- Cho, Y. J., Bae, Y., Inglett, G. E., Lee, S., 2014: *Utilization of tartary buckwheat bran as a source of rutin and its effect on the rheological and antioxidant properties of wheat-based products. Industrial Crops and Products (Netherlands)*, 61: 211-216.
- Fabjan, N., Rode, J., Kosir, I. J., Wang, Z. H., Zhang, Z., Kreft, I., 2003: *Tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum Gaertn.) as a source of dietary rutin and quercitrin. Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 6452-6455.
- Gaberšček, A., Vončina, M., Trošt, T., Germ, M., Björn, L. O., 2002: *Growth and production of buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) treated with reduced, ambient and enhanced UV-B radiation. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 66: 30-36.
- Germ, M., Árvay, J., Vollmannová, A., Tóth, T., Golob, A., Luthar, Z., Kreft, I., 2019: *The temperature threshold for the transformation of rutin to quercetin in Tartary buckwheat dough. Food Chemistry*, 283: 28-31.
- Kreft, I., 1995: *Ajda. Ljubljana: ČZD Kmečki glas*, 112 str.
- Kreft, I., 2011: *Tatarska ajda (Fagopyrum tataricum). Ljubljana: Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani*, 4 str.
- Lukšič, L., 2013: *Antioksidativni potencial otrobov pire, navadne in tatarske ajde. Acta agriculturae Slovenica (Slovenija)*, 101: 167-177.
- Skrabanja, V., Laerke, H. N., Kreft, I., 2000: *Protein-polyphenol interactions and in vivo digestibility of buckwheat groat proteins. Pflügers Archiv: European Journal of Physiology (Germany)*, 440: 129-131.
- Suzuki, T., Morishita, T., Mukasa, Y., Takigawa, S., Yokota, S., Ishiguro, K., Noda, T., 2014: *Breeding of "Manten-Kirari", a non-bitter and trace-rutinosidase variety of Tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum Gaertn.). Breeding Science*, 64: 344-350.

Rakotvornost rastlin, ki se uporabljajo v kulinariki in zdravilstvu

Luka Kristanc

Množica rastlinskih vrst, ki jih ljudje po svetu uporabljajo v kulinarične namene ali za samozdravljenje, se je v zadnjih desetletjih bistveno povečala. V nerazvitih delih sveta zdravstvena oskrba v veliki meri še vedno sloni na tradicionalni medicini, ki je osnovana na pripravkih iz zdravilnih rastlin, saj je ta razmeroma dostopna in poceni (Bodeker s sod., 2005; Ekor, 2014). Kot posledica razcveta komplementarnih metod

zdravljenja pa se je uporaba rastlinskih pripravkov razširila tudi v razvitejših predelih sveta, med drugim tudi v Evropi (Ekor, 2014). Prav tako je vse bolj priljubljena tako imenovana divja kulinarika.

Ljudje na splošno verjamejo, da so pripravki iz rastlin varnejši in manj agresivni kot konvencionalna zdravila in da si z njimi lahko izboljšajo zdravstveno stanje. Toda treba se

je zavedati, da je bila le peščica rastlin z zdravilno in užitno vrednostjo temeljito preverjenih v toksikoloških študijah. Medtem ko ljudje iz rabe hitro izločijo akutno strupene rastline, je kronično strupenost mnogo težje razpoznati, saj se posledice včasih pokažejo šele po več mesecih ali letih uporabe. To seveda bistveno oteži iskanje »krivcev«.

Pri zaužitju rastlinskih strupov z akutnim delovanjem velja pravilo, da je teža zastrupitve v dobri korelaciji s količino vnešenega strupa.



*Slika 1: Vsi rastlinski deli volčin so poleg potencialne rakotvornosti tudi zelo akutno strupeni. Akutne zastrupitve so redke in največkrat posledica zaužitja vabljivih plodov pri otrocih. Kažejo se z bruhanjem, drisko ter krvavitvami iz prebavil, v hujših primerih pa pride do večorganske odpovedi. Na sliki je navadni volčin (*Daphne mezereum*). Foto: Luka Kristanc.*

Če zaužijete dovolj majhno količino strupa, boste torej odnesli celo kožo. Pri kroničnih zastrupitvah pa stvari niso tako preproste. Pokazalo se je, da nekatere rastlinske snovi lahko povzročijo hudo in nepopravljivo škodo, na primer rakavo obolenje, motnje v razvoju ploda (teratogenost) ali porušenje hormonskih povratnih zank v telesu, četudi jih uživamo v izredno majhnih koncentracijah (Vandenberg s sod., 2012).

Kako rastlinska snov povzroči raka?

Ne bomo se spuščali v podrobnosti karcinogeneze, povejmo le, da jo v načelu sestavljajo trije zaporedni koraki: indukcija (sprožitve), promocija (pospešitev) ter progresija (napredovanje). V prvem koraku pride do mutacije, torej do spremembe genetskega zapisa v jedru, ki uide celičnemu nadzoru in popravljalnemu sistemom. Če imamo smolo, mutirana celica iz okolja dobi kemični signal, ki jo usmeri v pospešeno proliferacijo (mitotične delitve). V zadnjem koraku lahko pride do dodatnih mutacij in s tem do razvoja malignih celic, ki so zmožne neregularnega razmnoževanja, agresivne rasti v

sosednja tkiva in tvorbe zasevkov (metastaz). Nekatere rakotvorne rastlinske snovi imajo genotoksično oziroma mutageno delovanje in se tako lahko vključujejo zlasti v prvi in tretji stopnji karcinogeneze, redkeje pa tudi v drugi. Delimo jih na tiste, ki se lahko kovalentno vežejo na DNA (tako imenovane alkilirajoče snovi), in na tiste, ki so sposobne vrivanja med zavoj DNA (tako imenovane interkalirajoče snovi). Na ta dva načina rastlinske snovi zmotijo proces pomnožitve dednine. V prvo skupino uvrščamo denimo nekatere pirolizidinske alkaloidne, alkenilbenzene, ptakilozid in aristolohične kisline, v drugo pa nekatere alkaloidne, na primer sangvinarin (prisoten v navadnem krvavem mlečniku, *Chelidonium majus*), in antrakinonske glikozide (najdemo jih v krhlikah, *Frangula* spp., kozjih češnjah, *Rhamnus* spp., in senah, *Senna* spp.). Glede alkilirajočih snovi je zgodba povsem jasna – povzročajo raka. Po drugi strani pa raziskave niso pokazale jasne povezave med interkalirajočimi snovmi in rakom, nekatere naj bi delovale celo protitumorno (Lu s sod., 2012; Wink, 2007).



*Slika 2: Mlečkov je pri nas več kot trideset vrst. Na sliki je jagodasti mleček (*Euphorbia fragifera*), eden najlepših med njimi. Prav vsi vsebujejo strupeni mleček z diterpeni, ki delujejo dražeče na sluznice in spodbujajo delitev celic. Foto: Luka Kristanc.*

Vlogo spodbujevalcev delitev v stopnji promocije imajo bodisi telesu lastne snovi (hormoni in rastni dejavniki) bodisi snovi, ki v telo pridejo iz okolice. Med slednjimi velja posebej omeniti nekatere pesticide, plastifikatorje (na primer znani bisfenol A) in težke kovine ter tudi nekatere rastlinske učinkovine. Mednje sodijo nekateri diterpenski estri, kot so mezerein in dafnin iz volčinov (*Daphne* spp.) (slika 1) ter evforbini iz mlečkov (*Euphorbia* spp.) (slika 2), in celo sicer v rastlinskem svetu vsesplošno razširjeni fitoestrogeni. Da ne bo pomote, te obravnavamo v večini primerov kot zdravju koristne!

Rakotvornost pirolizidinskih alkaloidov

Pirolizidinski alkaloidi so nedvomno ena izmed najpomembnejših in najbolj preučenih skupin rastlinskih snovi s kronično strupenostjo. Po nekaterih ocenah jih najdemo kar v treh odstotkih vseh rastlinskih vrst, najpogosteje pa v vrstah iz družin nebinovk (na primer v lapuhu, repuhih, grintih, konjskih grivah in celo ivanjščicah), metuljnic (na primer v krotalariji, ki pa ne raste v Evropi), srholistnic (na primer v gabezih, spominčicah, volovskih jeziki in železnikih) in kukavičevk (na primer v naši Loeseljevi grezovki, *Liparis loeselii*) (slike 3, 4 in 5). Obstaja več kot 650 različnih pirolizidinskih alkaloidov, izmed katerih jih je približno polovica vple-

*Slika 3: Na sliki lahko vidimo tri zdravilne in užitelne rastline, ki pa žal vsebujejo rakotvorne in hepatotoksične pirolizidinske alkaloidne. V ospredju je nekaj mladih rastlin belega repuha (*Petasites albus*), katerega izvleček deluje protimigrensko, zgoraj levo je primerek lapuha (*Tussilago farfara*), ki je znano zelišče za lajšanje kašlja, desno pa so mladi listi gomoljastega gabeza (*Symphytum tuberosum*). Mlade liste vseh treh rastlin lahko blansiramo ali uporabimo za pripravo juh, vendar kvečjemu enkrat na leto. Foto: Andreja Papež Kristanc.*



tenih v eno izmed oblik kronične strupenosti, zlasti v rakotvornost in jetrno toksičnost (Smith in Culvenor, 1981). Do zastrupitev pri ljudeh lahko pride na različne načine, na primer z uporabo kontaminiranih žitnih in čebeljih izdelkov ter nepreverjenih zdravilnih pripravkov, zlasti različnih čajnih mešanic. Pirolizidinski alkaloidi so tipične alkilirajoče snovi, vendar se morajo pred kovalentno vezavo na DNA metabolno aktivirati v jetrih (so tako imenovani prekarcinogeni). Nekatere izmed njih, na primer senecionin, senkirkin in simfitin (slika 5), so preizkusili tudi v študijah *in vivo* predvsem na različnih glodalcih, pri katerih so sprožili tvorbo jetrnih, pljučnih, črevesnih in kožnih tumorjev ter levkemije (Chen s sod., 2010).

Slika 4: Iz korenin navadnega gabeza (Symphytum officinale) tudi pri nas izdelujejo priljubljeno mazilo za lajšanje bolečin v sklepih in mišicah. Uporabljati ga smemo le na nepoškodovani koži in ne več kot nekaj tednov letno. Foto: Luka Kristanc.

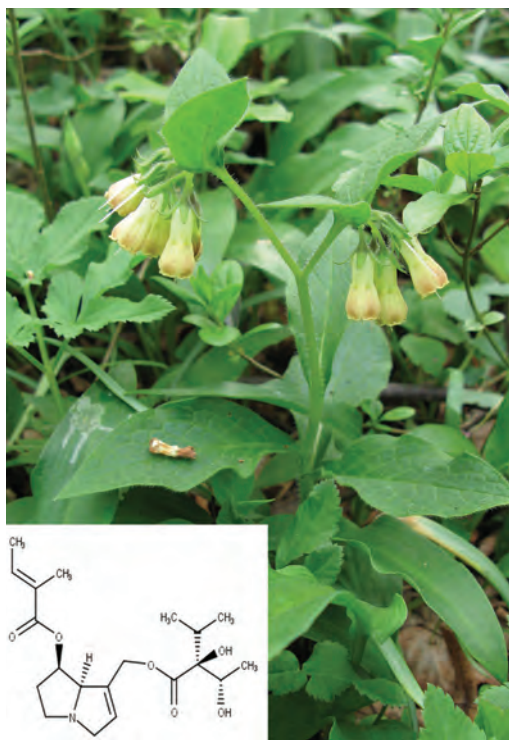


Teoretično gledano je najbolj tvegano dolgotrajno vnašanje pirolizidinskih alkaloidov v telo s krajšimi prekinitvami (kar je ravno najpogostejši način uporabe čajnih mešanic!), saj so za mnoge pirolizidinske alkaloidne dokazali poleg rakotvornega tudi antimitotično delovanje. Ob zgoraj opisanem načinu bi se torej predhodno mutirane celice v obdobju prekinitve lahko namnožile, če bi bile izpostavljene tumorskemu promotorju.

Začimbnice in alkenilbenzeni

Druga velika skupina potencialno rakotvornih rastlinskih snovi, ki pa smo jim za razliko od pirolizidinskih alkaloidov izpostavljeni

Slika 5: Medtem ko navadni gabez največkrat raste ob robovih njiv, ob poteh in na vlažnih travnikih, je gomoljasti gabez najpogostejši v podrasti in na obrobju svetlih mešanih in listnatih gozdov. Ima nižjo rast in svetlo rumene cvetove, v zdravilne namene pa ga uporabljajo redkeje. Levo spodaj je prikazana struktura rakotvornega pirolizidinskega alkaloida simfitina, značilnega za gabeze. Foto: Luka Kristanc.





Slika 6: Mnoge začimbne rastline, ki jih v naši kuhinjariki pogosto uporabljamo, vsebujejo manjše količine potencialno rakotvornih alkenilbenzenov. V prikazanem šopku lahko naštejemo kar štiri takšne rastlinske vrste: peteršilj, luštrek, koper in dve sorti bazilike. Njihova uporaba je, kot kaže, kljub vsemu varna. Foto: Andreja Papež Kristanc.

vljeni skorajda vsak dan, so alkenilbenzeni (najbolj znani med njimi so evgenol, estragol, safrol, apiol in miristicin). Vsebujejo jih mnoge začimbne, kot so cimet, bazilika, zelena, peteršilj, luštrek, nageljnovcove žbice,

janež, komarček, koper, muškadni orešček, pehtran, lovor, ingver in poprovci (slika 6). Tako jih najdemo v najrazličnejših prehranbenih, fitoterapevtskih, pa tudi kozmetičnih izdelkih, kot so mila, parfumi in detergenti. Pokazalo se je, da zmerno uživanje omejenih začimb in svežih zelišč ni sporno z vidika zdravja, medtem ko lahko uporaba določenih prehranskih dopolnil z visoko vsebnostjo alkenilbenzenov celo ob upoštevanju priporočil za odmerjanje pripelje do koncentracij v krvi, ki so pri laboratorijskih živalih že vodile v razvoj malignih obolenj (Van den Berg s sod., 2011). Povsem razumljivo je torej, da je vsebnost alkenilbenzenov v prehranskih in zdravilnih izdelkih podvržena nadzoru oziroma omejitvam. Alkenilbenzeni pa niso le v najbolj množično uporabljenih začimbah, temveč tudi v mnogih divje rastočih užitnih vrstah. Precej evgenola denimo vsebujejo korenine



Slika 7: V koreninah potočne sretene (Geum rivale) je precej alkenilbenzena evgenola (desno spodaj), snovi, ki je sicer značilna za klinčke. Foto: Andreja Papež Kristanc



*Slika 8: V eteričnem olju dišečega kromača (*Myrrhis odorata*) prevladuje potencialno rakotvorni transanetol. Celotna rastlina ima močan vonj po janežu, zato se lahko zlasti iz listov in plodov pripravijo okusen sirup ali slaščice. Pri nas je pogost zlasti v visokogorju, na primer na Komni in Črni prsti, kjer je nastala tudi prikazana fotografija. Foto: Luka Kristanc.*

sreten, zlasti potočne sretene (*Geum rivale*), ki ob prerezu oddajajo prav prijeten vonj po klinčkih in jih lahko uporabljamo za pripravo slaščic (slika 7). Transanetol najdemo v dišečem kromaču (*Myrrhis odorata*), iz njegovih listov ali plodov ponekod izdelujejo sirupe in bonbone (slika 8). Nizke

koncentracije miristicina so odkrili tudi v sicer užitnih listih in koreninah navadnega dežena (slika 9) ter navadnega rebrinca ali pastinaka.

Alkenilbenzeni so podobno kot pirolizidinski alkaloidi prekarinogeni in se morajo, da postanejo karcinogeni, aktivirati s pomočjo citokromov P-450 ali sulfotransferaz. Na ta način pride do tvorbe zelo reaktivnih epoksidnih presnovkov, ki so pri glodalcih ob zadostnih koncentracijah povzročali jetrne karcinome. Toda raziskave v zadnjih petnajstih letih so nedvoumno pokazale, da je uživanje rastlinskih pripravkov mnogo varnejše, kot bi bilo uživanje izoliranih alkenilbenzenov. Rastline namreč poleg alkenilbenzenov vsebujejo še množico drugih snovi, ki očitno spodbudijo hitro razgradnjo (detoksifikacijo) rakotvornih presnovkov (Jeurissen s sod., 2008). V primeru bazilike se je kot takšna zaščitna snov izkazala flavonoidna molekula, poimenovana nevadenzin.



*Slika 9: Navadni dežen (*Heracleum sphondylium*) vsebuje manjše količine evgenola in miristicina. Mlade liste (spodaj desno) lahko občasno uporabimo za popestritev namazov ali spomladanskih solat. Foto: Luka Kristanc.*

Ostale rastline, ki vsebujejo rakotvorne snovi

Poleg pirolizidinskih alkaloidov in alkenilbenzenov obstaja še kar nekaj dobro preučenihi rastlinskih rakotvornih snovi. Osredotočili se bomo na tiste, ki jih vsebujejo rastline z uporabno vrednostjo, in na tiste, na katere v prehranskih in zdravilnih pripravkih lahko naletimo ob kontaminaciji zaradi nepravilne priprave ali zamenjave rastlinskih vrst.

Omeniti velja orlove praproti (globalno gledano se največ uporabljata vrsti *Pteridium aquilinum* in *Pteridium esculentum*) (slika 10), katerih korenike in mlade poganjke je človek najverjetneje užival že v prazgodovinski dobi. Še danes so vključene v prehrano v nekaterih delih sveta – na Japonskem in v Južni Ameriki najpogosteje pripravijo mlade poganjke, v Avstraliji in na Novi Zelandiji pa škrobnate korenike. V Rusiji ter na Ki-

tajskem in Japonskem orlove praproti celo gojijo za prehrano človeka. Pa vendarle je njihova uporaba v prehrani precej sporna, saj je znano, da v vseh rastlinskih delih vsebujejo močno karcinogeni ptakilozid (najmanj ga je v korenikah mladih rastlin). Res je sicer, da njegova koncentracija lahko med različnimi populacijami praproti zelo variira in da se ga da s prekuhavanjem ter alkalinizacijo z dodajanjem pepela ali sode bikarbone deloma izločiti oziroma inaktivirati, toda povsem se mu ne da izogniti. Dokazana je bila povezava med uživanjem orlove praproti in pitjem mleka krav, ki so se pasle v okolici posek, poraščenih z orlovimi praprotmi, in višjo pojavnostjo rakov požiralnika ter želodca pri lokalnih prebivalcih na Japonskem in v Venezueli (Alonso-Amelot in Avendano, 2002).

Prav tako je zanimiva zgodba o aristolohičnih kislinah, značilnih za podraščce (*Aristolochia* spp.) (slika 11) in kopitnike (*Asarum* spp.) (slika 12), ki imajo predstavnike tudi v Sloveniji. Dokazano je bilo, da aristolohične kisline ob dolgotrajnem vnosu povzročajo kronične ledvične okvare in raka mehurja. Kljub temu tudi na evropskem trgu še vedno najdemo različne zeliščne pripravke iz kitajskih vrst podraščcev in kopitnikov, namenjene hujšanju, zdravljenju različnih ginekoloških težav, srčno-žilnih in revmatoloških obolenj



Slika 10: Mlade poganjke orlove praproti (*Pteridium aquilinum*) marsikje uporabljajo v prehrani. Kljub dobremu okusu – avtor jih je pred mnogimi leti tudi sam poskusil – se jim je zaradi vsebnosti rakotvornega ptakilozida (desno spodaj) najbolj odreči.

Foto: Luka Kristanc.



Slika 11: Podraščci so rastline z značilno vrčasto oblikovanimi cvetovi, delujočimi kot past za oprasevalce, ki zaidejo vanje zaradi omamnega vonja. Na fotografiji je prikazan brvaški podraščec (*Aristolochia croatica*) z otoka Krka, ki je zelo podoben slovenskemu rumenemu podraščcu (*Aristolochia lutea*), medtem ko ima navadni podraščec (*Aristolochia clematitidis*) v zalistjih po več manjših rumenkastih cvetov. Levo spodaj je prikazana struktura nefrotoksične in rakotvorne aristolohične kisline I. Foto: Andreja Papež Kristanc.

Slika 12: V fotografijo ujeti prizor je pogost v podrasti naših nižinskih gozdov. Navadni kopitnik (*Asarum europaeum*) ima značilne ledvičaste zimzelene liste, ki ob mežkanju širijo vonj po popru. Zvonasto oblikovani rjavkasto vijolični cvetovi (desno spodaj pod povečavo) so skriti pod listi in se pogosto sami oprasijo, plodove z oljnimi priveski pa raznašajo mravlje. Uporaba listov v kulinariki (kot nadomestek popra) in zdravilstvu (za obolenja dihal in prebarvil) je odsvetovana. Foto: Andreja Papež Kristanc.



in drugih boleznih. Aristolohične kisline so najverjetneje povezane tudi z zvišano pojavnostjo raka mehurja v nekaterih odročnih predelih Srbije, Bosne, Hrvaške, Bolgarije in Romunije, kjer se nepazljivim kmetom med žitno zrnje neredko pomešajo rastlinski deli navadnega podraščca (*Aristolochia clematitis*) (Pavlović, 2013).

Sklepi

O pomenu kronične strupenosti, vključujoč rakotvornost, rastlin in pripravkov iz njih, se nekaj več govori šele v zadnjih nekaj desetletjih. Po eni strani to lahko pripišemo temu, da so se strokovnjaki te problematike v zadnjem času lotili bolj zavzeto tudi v primeru zdravil, prehranskih dopolnil in pesticidov, po drugi strani pa je to zagotovo tudi posledica dejstva, da se je ob malodane eksponentni rasti uporabe najrazličnejših rastlinskih pripravkov v razvitem svetu izrazilo povečala pojavnost kroničnih zastrupitev. Da bo slednjih čim manj, lahko nedvomno največ prispeva dobra poučenost tako nabitralcev divje rastočih rastlin kot tudi potrošnikov in ponudnikov različnih rastlinskih izdelkov. K temu bo, vsaj upam, malo pripomogel tudi pričujoči prispevek.

Literatura:

- Alonso-Amelot, M. E., Avendano, M., 2002: *Human carcinogenesis and bracken fern: a review of the evidence. Current Medicinal Chemistry*, 9: 675–686.
- Bodeker, C., Bodeker, G., Ong, C. K., Grundy, C. K., Burford, G., s sod., 2005: *WHO Global Atlas of Traditional, Complementary and Alternative Medicine. Ženeva: WHO.*
- Chen, T., Mei, N., Fu, P. P., 2010: *Genotoxicity of pyrrolizidine alkaloids. Journal of Applied Toxicology*, 30: 183–196.
- Ekor, M., 2014: *The growing use of herbal medicines: issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. Frontiers in Pharmacology*, 177: 1–10.
- Jeurissen, S. M., Punt, A., Delatour, T., Rietjens, I. M. C. M., 2008: *Basil extract inhibits the sulfotransferase mediated formation of DNA adducts of the procarcinogen 10-hydroxyestragole by rat and human liver S9 homogenates and in HepG2 human hepatoma cells. Food and Chemical Toxicology*, 46: 2296–2302.
- Lu, J.-J., Bao, J.-L., Chen, X.-P., Huang, M., Wang, Y.-T., 2012: *Alkaloids isolated from natural herbs as the anticancer agents. Evidence-based Complement. Alternative Medicine Review*, 485042: 1–12.
- Pavlović, N. M., 2013: *Balkan endemic nephropathy e current status and future perspectives. Clinical Kidney Journal*, 6: 257–265.
- Smith, L. W., Culvenor, C. C. J., 1981: *Plant sources of hepatotoxic pyrrolizidine alkaloids. Journal of Natural Products*, 44: 129–152.
- Vandenberg, L. N., Colborn, T., Hayes, T. B., Heindel, J. J., Jacobs, D. R., s sod., 2012: *Hormones and endocrine disrupting chemicals: low-dose effects and nonmonotonic dose responses. Endocrine reviews*, 33: 378–455.
- Van den Berg, S. J. P. L., Restani, P., Boersma, M. G., Delmulle, L., Rietjens, I. M. C. M., 2011: *Levels of genotoxic and carcinogenic compounds in plant food supplements and associated risk assessment. Food and Nutrition Sciences*, 2: 989–1010.
- Wink, M., 2007: *Molecular modes of action of cytotoxic alkaloids - from DNA intercalation, spindle poisoning, topoisomerase inhibition to apoptosis and multiple drug resistance. V: Cordell, G., ur.: The Alkaloids*, 64. Elsevier, strani 1–48.

Onesnaževala v delfinih ob slovenski obali

Tilen Genov

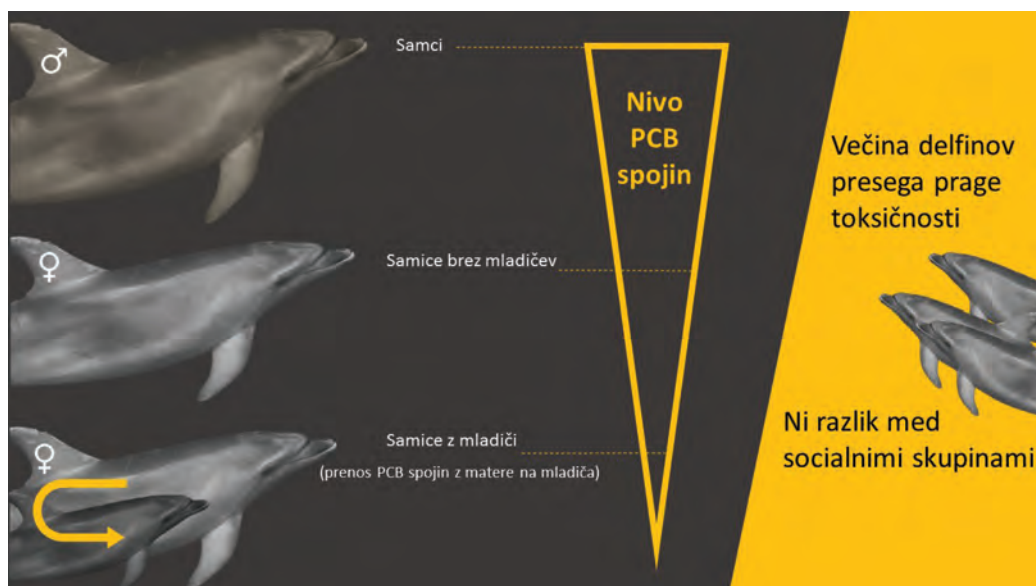
Poliklorirani bifenili (PCB) so umetne spojine, ki se uporabljajo pri izdelavi različnih izdelkov, vključno z električno opremo, zaviralci gorenja in barvami. Gre za eno najbolj strupenih snovi, kar jih je ustvaril človek, zato so v Evropi že od sedemdesetih in osemdesetih let prepovedane. Visoke koncentracije teh spojin povzročajo oslabitev imunskega sistema (imunosupresijo), hormonska neravnovesja in nesposobnost razmnoževanja.

V nedavni raziskavi, objavljeni v reviji *Science of the Total Environment* (<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.025>), smo ugotavljali prisotnost polikloriranih bifenilov in drugih kemičnih spojin v velikih

pliskavkah (*Tursiops truncatus*), ki živijo v Tržaškem zalivu in okoliških vodah severnega Jadrana. Tržaški zaliv je najsevernejši del Sredozemskega morja in hkrati eden od najbolj obremenjenih.

Delfine v Tržaškem zalivu v društvu *Morigenos* preučujemo in spremljamo že več kot sedemnajst let, zato večino zelo dobro poznamo. Te živali so pri nas navzoče skozi vse leto. Na podlagi dolgoletnih podatkov o identificiranih delfinih, ki jih lahko prepoznavamo po naravnih oznakah, smo koncentracije onesnaževal v tkivih delfinov povezali z različnimi parametri, kot so spol, rodnost in pripadnost določenim

Delfini v Tržaškem zalivu so obremenjeni z visokimi vrednostmi strupenih polikloriranih bifenilov, ki so prepovedani že od sedemdesetih in osemdesetih let. To so izsledki nedavne raziskave, ki je pokazala tudi, da samice svoje strupeno breme prenašajo na mladiče.





družbenim skupinam. Vzorce smo pridobili s tako imenovanimi biopsijami. V tem postopku v žival, tik pod hrbtno plavutjo, izstrelijo manjšo specializirano puščico, ki se od živali odbije in pri tem postrga majhen košček kože in podkožnega maščevja. Takšen vzorec nato uporabimo za toksikološke, genetske in druge analize. Ta postopek za delfine ni škodljiv, lahko pa nam omogoči,

da pridobimo ključne informacije za njihovo varstvo in razumevanje njihove biologije in ekologije.

Pri raziskavah onesnaževal v kitih in delfinih najpogosteje uporabljajo vzorce poginulih živali, ki jih naplavi na obalo, saj to omogoča razmeroma enostaven dostop do živali in njihovih vzorcev. Toda težava tovrstnih vzorcev je, da ne moremo vede-



Velika pliskavka (Tursiops truncatus).

Foto: Tilen Genov (Morigenos).

živalih. Problem pa je, da je pridobivanje vzorcev živih živali precej težavno, večina terenskih raziskav živih delfinov pa tudi žal ne vključuje informacij o onesnaževalih. Zato smo še toliko bolj ponosni, da smo v tej raziskavi uspeli uspešno združiti ta dva pomembna vidika – dolgoročne podatke o živih delfinih ter koncentracije onesnaževal v njih. Čeprav to ni niti prva niti edina raziskava, ki je ta dva vidika uspešno združila, so tovrstne raziskave v svetu še vedno razmeroma redke, v Sredozemskem morju, kjer so človeški pritiski veliki, pa je takšna raziskava še posebna redkost. Hkrati gre za doslej največje število analiziranih vzorcev živih prostoživečih velikih pliskavk v Sredozemlju in Evropi.

Pri **87,5 odstotka delfinov** so bile koncentracije polikloriranih bifenilov nad pragom toksičnosti, pri katerem pride do fizioloških vplivov pri morskih sesalcih, **65,6 odstotka** delfinov pa je imelo koncentracije nad pragom, pri katerem lahko pri morskih sesalcih pride do nesposobnosti razmnoževanja. Tako visoke koncentracije teh nevarnih onesnaževal pa niso edina grožnja delfinom na tem območju, saj jim grozijo tudi občasni naključni ulov v ribiške mreže, pomorski promet, onesnaženje s plastiko, pomanjkanje plena in podobno. Ti rezultati so zato zelo zaskrbljujoči, še posebej v luči večplastnih in med seboj prepletajočih se groženj tem delfinom in njihovemu okolju.

V raziskavi smo ugotavljali tudi vpliv spola in razmnoževalnega statusa na koncentracije onesnaževal. Samci so imeli bistveno višje koncentracije onesnaževal kot samice. Do tega pride, ker samice velik del svojega toksikološkega bremena v času brejosti in dojenja **prenesejo na mladiče**. To je tudi

ti, kje in kako so živali živele pred smrtjo. Morda so z morskimi tokovi prišle od zelo daleč in sploh ne predstavljajo populacije, ki živi na našem območju. Prav tako lahko proces razpadanja spremeni koncentracije onesnaževal v tkivih, kar nam lahko ustvari napačno sliko. Ugotavljanje onesnaževal v poginulih živalih je tako le izhod v sili, ugotavljati bi jih morali v živih



Zbiranje podatkov o velikih pliskavkah pred Portorožem. Foto: Tilen Genov (Morigenos).





Delfini ob slovenski obali imajo visoke vsebnosti strupenih polikloriranih bifenilov.

Foto: Tilen Genov (Morigenos).

razlog, da so imele samice, ki še niso bile opažene z mladiči, bistveno višje koncentracije kot samice, ki so že skotile vsaj enega mladiča. Čeprav pri sesalcih pričakujemo tovrstne razlike (na podlagi laboratorijskih raziskav pri malih sesalcih), je ta pojav razmeroma redko moč prikazati pri prostoživečih morskih sesalcih. Ta mehanizem lahko vodi v povečano smrtnost prvorojenih mladičev, saj ti prejmejo celotno toksikološko breme, ki ga je mati nakopičila do tega trenutka, kar je zanje lahko smrtonosno.

Naše predhodne raziskave so pokazale, da delfini v Tržaškem zalivu sestavljajo več ločenih družbenih skupin, ki se različno obnašajo in imajo morda celo različno pre-

hrano. To bi lahko pomenilo, da se tudi količina onesnaževal, ki jo kopičijo v telesih, med skupinami razlikuje zaradi razlik v prehrani. Toda ta raziskava je pokazala, da so vsi enako obremenjeni z onesnaževali in da so poliklorirani bifenili problem za celotno populacijo.

Žal obremenjenost s polikloriranimi bifenili ni omejena le na severni Jadran, saj raziskave v drugih delih Evrope in Sredozemlja kažejo podobno sliko. Težava polikloriranih bifenilov je ta, da so izredno obstojni, do neke mere pa verjetno še vedno vstopajo v morsko okolje preko dotrajane infrastrukture, slabo saniranih deponij, nezakonitih odlagališč in podobno. Veliko jih je ujetih tudi

Levo: Poginula velika pliskavka, najdena na obali med Piranom in Fieso. Za raziskave onesnaževal v delfinih se navadno uporablja vzorce poginulih živali, ki jih naplavi na obalo, v tej raziskavi pa vzorci izvirajo iz živih, prostoživečih delfinov. Foto: Ana Hace (Morigenos).



Poliklorirani bifenili so še posebej nevarni za prvorojene mladiče, saj samice velik del svojega toksikološkega bremena prenesejo nanje v času brejosti in dojenja. Na fotografiji samica Daphne in njen mladič Capri.

Foto: Tilen Genov (Morigenos).

v morskih sedimentih, od koder pri različnih dejavnostih, kot so na primer poglobljanja plovni poti, ponovno vstopajo v vodni stolpec in posledično v živa bitja. Poliklorirani bifenili lahko neposredno povzročajo upade populacij ali pa zaradi vpliva na razmnoževanje preprečujejo njihovo okrevanje po morebitnih drugih katastrofalnih dogod-

kih, ki povzročijo visoko smrtnost. Kljub prepovedi uporabe bodo evropske države morale na področju sanacije onesnaženosti s polikloriranimi bifenili narediti še ogromno.

Odnos med kliničnim farmacevtom in zdravnikom: uspešno sodelovanje v dobrobit bolnika ali nepotrebna muha farmacije?

Sara Veronika Krnc

Klinični farmacevti delajo neposredno z zdravniki, ostalimi zdravstvenimi delavci in bolniki ter spremljajo farmakološka zdravljenja, zagotavljajo učinkovito in varno uporabo zdravil ter predpisovanje tistih zdravil, ki omogočajo najboljši rezultat zdravljenja posameznika. Sodelujejo predvsem z zdravniki, jim svetujejo in pomagajo pri odločanju o izbiri ustreznega zdravljenja z zdravili. Njihovo delo se v Sloveniji večinoma šele uveljavlja, v nekaterih zdravstvenih ustanovah pa je njihov prispevek izjemen. Delo kliničnih farmacevtov pa kljub vsemu med nekaterimi zdravniki še vedno

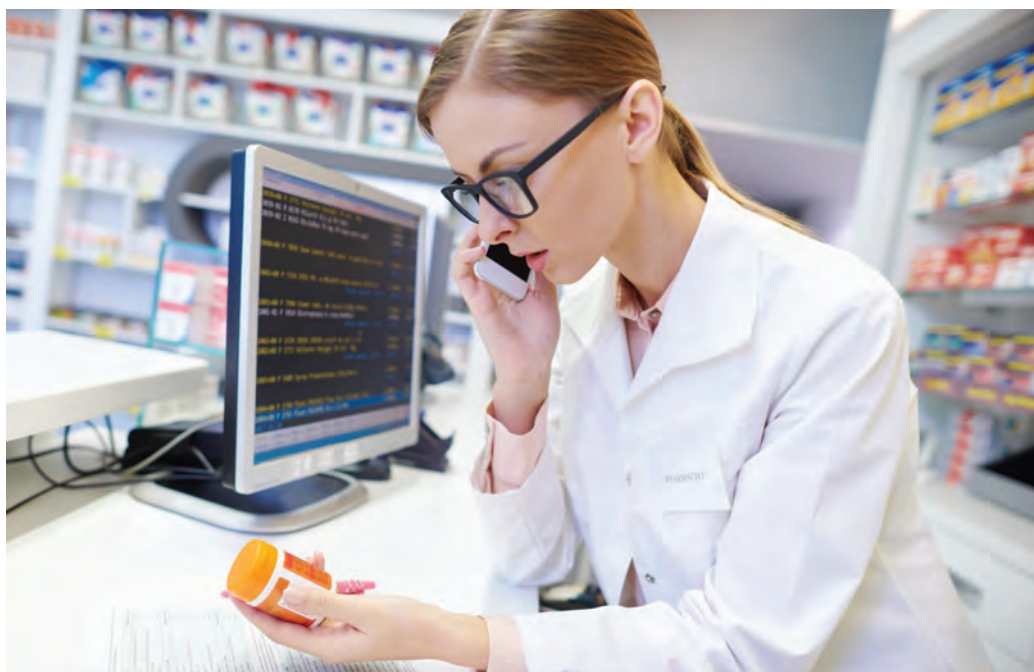
ni povsem zaželeno. Zakaj je temu tako in kako izboljšati odnos med zdravniki ter kliničnimi farmacevti?

Delo kliničnih farmacevtov

Klinični farmacevti so zdravstveni delavci, ki so zaposleni v bolnišnicah, zdravstvenih domovih in lekarnah, lahko pa delajo tudi

Ali je telefonska komunikacija dovolj učinkovita?

Vir: <https://ajp.com.au/news/how-to-tackle-a-script-issue/>.



kot samostojni podjetniki. Specialisti klinične farmacije, ki delujejo v bolnišnicah in zdravstvenih domovih, veliko sodelujejo z zdravniki, saj pomagajo pri pregledovanju predpisanih zdravil. To je pomembno predvsem pri bolnikih z velikim številom zdravil, ki jih lahko predpišejo različni zdravniki. Delo kliničnega farmacevta zajema pregled bolnikovega zdravljenja in zdravstvenega stanja, preverjanje, da ne prihaja morda do podvajanja zdravil, nadzorovanje dnevniških odmerkov, plazemske koncentracije učinkovin, načina jemanja zdravil in pravilne uporabe zdravil. Klinični farmacevt spremlja tudi bolnikov odziv na določeno zdravilo, nadzoruje izdajo zdravil glede na alergije in medsebojno učinkovanje različnih zdravil in ob predpisovanju zdravil upošteva tudi specifična bolnikova stanja (na primer prisotnost diabetesa, bolnikovo ledvično in jetrno funkcijo), obravnava bolnikov življenjski slog, razvade in drugo. Za pomoč pri predpisovanju učinkovitega zdravljenja lahko kliničnega farmacevta za sodelovanje prosi zdravnik sam ali pa ga za vključitev v zdravljenje zaprosi bolnik in obišče ambulanto farmacevta svetovalca v zdravstvenem domu. Klinični farmacevt svetovalec se z bolnikom pogovori, pregleda zdravljenje z zdravili in morebitne neželene učinke zdravil, opravi farmakoterapijski pregled, usklajevanje zdravljenja z zdravili ter pregled uporabe zdravil. Rešuje tudi problem podvajanja predpisovanja zdravil in skrbi za zaključitev obnovljivih receptov za zdravilo, ki pa ga bolnik ne potrebuje več (farmacevt lahko zaključi obnovljiv recept, če vidi, da je bolnik zdravljenje spremenil in tega zdravila ne potrebuje več). Mnenje poda največkrat družinskemu zdravniku, ki nato ob morebitnih nepravilnostih ukrepa naprej.

Klinični farmacevt ima torej veliko nalog, ki pomagajo pri zdravljenju bolnikov. Kljub temu pa se moramo vprašati, kako njihovo sodelovanje zares vpliva na zdravljenje bolnikov, ali ni njihova navzočnost na primarni in sekundarni ravni večinoma le ovira pri

delu zdravnikov in ali jih ti res potrebujejo. Je njihovo delo morda le še ena muha farmacije in ali gre res samo za dobrobit bolnika?

Zdravniki, zaposleni v zdravstvenem domu, menijo, da delo kliničnih farmacevtov ni nujno potrebno

V nekaterih zdravstvenih domovih klinični farmacevti sodelujejo v zdravstvenem timu, a v delo niso vključeni vsak dan, temveč le priložnostno. Zato tam zdravniki njihovo delo večkrat čutijo kot breme. Zdravniki morajo sami najti in določiti bolnike, ki bi bili primerni za obisk pri kliničnem farmacevtu. Delo kliničnih farmacevtov, ki preverjajo že predpisana zdravila, jim lahko daje občutek, da mora nekdo pregledati in popravljati njihovo delo. Zdi se jim, da delajo narobe in da je nad njihovim delom potreben nadzor. Klinični farmacevti so za zdravnike dosegljivi večinoma po telefonu, a to vsekakor ni dovolj primeren način vzpostavljanja odnosa, ki bi lahko prispeval k boljšemu zdravljenju. Njihovo delo je koristno in bo v prihodnosti še bolj. Zdravniki potrebujejo predvsem čas, da kliničnega farmacevta sprejmejo kot nekoga, ki jim pomaga pri boljšem zdravljenju bolnika. Razvojno sodelovanje se je v zdravstvenih domovih v Sloveniji namreč začelo šele leta 2013 – najprej v zdravstvenih domovih na območju Murske Sobote, Maribora in Ljubljane.

Problem je, ker klinični farmacevti še nimajo natančno določenih nalog, v splošnih ambulantah pa je večina zdravnikov preobremenjenih. Čas, ki ga zdravniki dodatno porabijo še za deljenje nalog kliničnim farmacevtom, bi bil lahko izrabljen drugače.

Tudi bolniki težko sprejmejo spremembo zdravila, posebej v primeru, da so dolgo čakali na pregled pri specialistu, potem pa je klinični farmacevt ugotovil, da predpisano zdravilo za njih ni primerno. Starejši bolniki se vsekakor težje navadijo na spremembo zdravila, a če bo ta sprememba omogočila hitrejše in zanesljivejše zdravljenje, bi jo lahko spodbudil tudi zdravnik.

Delo kliničnih farmacevtov v tujini je dobro opredeljeno in je v primerjavi s Slovenijo v proces zdravljenja vključeno že dalj časa

Drugod po Evropi je zdravstvenih delavcev več in zato so ti lahko bolj specializirani za določeno področje. Tako je na primer v Veliki Britaniji, saj so farmacevti, ki so usposobljeni za predpisovanje zdravil, specializirani za predpisovanje posebej določenih terapevtskih skupin. Terapevtska skupina je skupina zdravil, ki imajo različne učinkovine, vendar se uporabljajo za zdravljenje istih bolezni.

Velika Britanija je zaradi svoje dolge tradicije kliničnih farmacevtov znana po izredno visoki ravni njihovega delovanja. Tam imajo klinični farmacevti v primerjavi s Slovenijo že vsaj dvajset let daljšo zgodovino. Imajo možnost dodatnih izobraževanj in kasneje lahko tudi sami predpisujejo zdravila. Farmacevt sicer ne uvaja novih zdravil, temveč le nadaljuje s predpisovanjem, ki ga je zasnoval zdravnik, lahko pa spremeni odmerke. Klinični farmacevti natančno vedo, katere so njihove vsakodnevne naloge, katere bolnike morajo pregledati, natančno so določene njihove pristojnosti in odgovornosti. To pa je osnovni pogoj za uspešno sodelovanje. Tudi v Združenih državah Amerike klinični farmacevti delujejo že dvajset let, tam lahko napotijo bolnika v

druge ambulante, naročijo laboratorijske in diagnostične preiskave, izbirajo način zdravljenja ter spremljajo bolnika pri njihovem zdravljenju, kar je drugod izključno delo zdravnikov. V primerjavi z državami, v katerih je delo kliničnih farmacevtov vpeljavano že vrsto let, ima Slovenija zelo malo kliničnih farmacevtov. Za enako število bolnikov je v slovenski bolnišnici zaposlenih osemkrat manj kliničnih farmacevtov kot v bolnišnicah v Veliki Britaniji, v primerjavi z Združenimi državami Amerike pa je njihovo število kar osemnajstkrat manjše. To nam pove, da je zdravljenje pri nas manj nadzorovano.

V tujini bolniki zdravil ne prejmejo, dokler vsakega odmerka ne odobri farmacevt, ki preveri tudi medsebojne učinke, kontraindikacije, kombinacije in tako dalje.

Z zaposlovanjem kliničnih farmacevtov so v tujini začeli zaradi napak pri zdravljenju z zdravili, ki se pojavijo pri vsakem dvajsetem bolniku v bolnišnični oskrbi. Nekatere napačne uporabe zdravil lahko pri bolniku povzročijo celo smrt. Klinični farmacevti so v tujini zelo cenjeni, saj se tam tako zdravniki kot farmacevti zavedajo svojega znanja in neznanja, s samokritiko pa preprečijo mnogo napak, ki bi lahko nastale. Napredku v medicini in farmaciji pa je najlažje slediti s povezovanjem, sodelovanjem in skupnim delom ljudi različnih strok.



Dobra komunikacija – pot do uspeha.

Vir: <https://www.thebalancecareers.com/how-to-become-a-pharmacist-526109>.

Odnos med kliničnim farmacevtom in zdravnikom temelji na zaupanju

Tako kot vsak odnos se tudi odnos med kliničnim farmacevtom in zdravnikom gradi s skupnim delom. Na začetku je lahko navzoča negotovost, kako delati skupaj, a se neprijetni občutki ob korektnem in iskrenem vzpostavljanju odnosa hitro zabrišejo in pozabijo. Zgled dobrih odnosov med zdravniki in kliničnimi farmacevti najdemo na Kliniki Golnik, kjer si zdravniki delo brez kliničnih farmacevtov danes težko predstavljajo. Pri zapletenih zdravljenjih in težavah z zdravili pokličejo zdravniki farmacevta sami, saj jim je sodelovanje v pomoč. Dejavnika, ki vplivata na kakovost odnosa, sta tudi starost in strokovna moč zdravnika, s katerim klinični farmacevt sodeluje. Pogosto mlajši zdravniki sodelovanje sprejemajo bolj odprto in se na ta odnos hitreje navadijo. Zavedajo se namreč, da si morajo znanje še razširiti, bolnika pa želijo zdraviti celostno. Sicer ne velja pravilo, da starejši zdravniki težje vzpostavljajo odnos s farmacevtom, a se to zgodi pogosteje kot pri mlajših zdravnikih. Klinični farmacevti opažajo, da večja strokovna moč zdravnika vpliva na boljše sodelovanje, saj imajo manj zadržkov in težav pri iskanju boljšega zdravljenja z zdravili. Ker po predlogih in posvetovanju s kliničnim farmacevtom nazadnje o zdravljenju odloča zdravnik, ki občasno tudi podvomi ter ne sledi predlogom farmacevta, to še ne pomeni, da si zdravnik sodelovanja ne želi. Izrazi le dvom in se vpraša, če je sprememba res smiselna. Bistvo tega sodelovanja so torej skupni pogovor, razpravljanje in razmišljanje ljudi različnih strok. Zdravnik poda mnenje s kliničnega stališča, farmacevt pa s stališča farmakokinetike in farmakodinamike zdravila. Končni cilj je iskanje rešitev in načina zdravljenja, ki je najbolj primeren za bolnika. Prav tako se klinični farmacevt lahko z bolnikom tudi pogovori. Ko klinični farmacevt bolniku razloži, katera zdravila ima in katero zdravilo je najustreznejše pri zdravljenju posamezne

bolezni, se bolnikovo zaupanje v zdravljenje poveča in zdravljenje izboljša. To velja zlasti za starejše bolnike, pa tudi za tiste, ki se za svoje zdravljenje ne zanimajo dovolj.

Zdravniki potrebujejo pogovor s kliničnim farmacevtom predvsem zaradi raznolikosti bolnikov in drugačnega vpliva zdravil na posameznika.

Po drugi strani pa: bodo imeli bolniki manj zaupanja v zdravnika, ki jih zdravi in predpisuje zdravljenje, če ga bo »popravljal« klinični farmacevt?

Pomembno je ohranjati bolnikovo zaupanje v zdravnika, saj se lahko to ob poseganju farmacevta v zdravnikovo zdravljenje hitro izgubi. Sodelovanje med zdravnikom in kliničnim farmacevtom mora biti zato dovolj povezano, da bolnik nikoli ne podvomi o njunem delu. Zdravniki, ki razumejo delo kliničnih farmacevtov, večinoma njihovo delo zelo cenijo. Na žalost pa večina zdravnikov še vedno meni, da to delo ni nujno. Po njihovem mnenju so sami dovolj sposobni, da bi tudi te težave bolnikov rešili sami, če bi le imeli na voljo več časa za bolnika. Ob tem pa se ne zavedajo, da jih sodelovanje s kliničnim farmacevtom lahko le razbremeni in pomaga pri zdravljenju bolnikov.

Zaključek

Zdravniški poklic postaja ob kopičenju kroničnih bolezni, povezanih s staranjem prebivalstva, in z ugodnejšim življenjskim slogom vse bolj obremenjen in kompleksen. Medicina in farmacija hitro napredujeta, ob poplavi zdravil in bolnikov, ki polnijo vsakdan zdravnikov, pa se ti težje odločajo o izbiri primernega zdravljenja. Klinični farmacevti so poklicani, da razbremenijo zdravnike, predvsem pa pomagajo pri učinkovitejšem in hitrejšem zdravljenju bolnikov. Zdravnik lahko deluje bolj sproščeno, a še vseeno dovolj pazljivo in natančno, če se zaveda, da mu pri zdravljenju bolnikov vedno stoji nekdo ob strani, mu svetuje, razširja znanje, popravlja njegove napake, če do teh slučajno prihaja. Tako kot vsako

sodelovanje vodi tudi to k uspešnejšemu delu, večjemu zadovoljstvu bolnikov in posledično k boljšemu vzdušju ter boljšim odnosom v zdravstvenih ustanovah.

Zahvala

Zahvaljujem se mentorici prof. dr. Zvonki Zupanič Slavec, doktorici medicine, ki me je pri predmetu zgodovine medicine navdušila in spodbudila k razmišljanju o pomenu sodelovanja zdravstvenih delavcev med seboj in pomembnosti dobro organiziranega skupinskega dela za dobrobit bolnikov. Zahvaljujem se tudi kliničnim farmacevtkam in zdravnikom, ki so mi omogočili vpogled v njihovo delo.

Literatura:

- Premuš Marušič, A., 2017: *Klinični farmacevt in svetovanje zdravniku in bolniku pri zdravljenju z zdravili*. Pridobljeno 7. 8. 2019 s <http://www.nasa-lekarna.si/clanki/clanek/klinicni-farmacevt-in-svetovanje-zdravniku-in-bolniku-pri-zdravljenju-z-zdravili>.
- Saseen, J., Ripley, T., Bondi, D., Burke, J., Cohen, L., 2017: *ACCP Clinical Pharmacist Competencies*. Pridobljeno 7. 8. 2019 s https://www.accp.com/docs/positions/guidelines/Saseen_et_al-2017-Pharmacotherapy_FINAL.pdf.
- Dobrave Verbič, M., Laptoš, T., Urb, Š., Dobaja, M., 2018: *Stanje in dosežki na področju klinične farmacije v Univerzitetnem kliničnem centru Ljubljana*. *Farmacevtski vestnik*, 69 (1): 22-30. Pridobljeno 7. 8. 2019 s <http://www.dlib.si>.
- Hwang, A., Gums, T., Gums, J., 2017: *The benefits of physician-pharmacist collaboration*. *The Journal of Family Practice*, 66 (12): 1-8. Pridobljeno 7. 8. 2019 s <https://mdedge-files-live.s3.us-east-2.amazonaws.com/files/s3fs-public/Document/December-2017/JFPO6612e1.PDF>.
- Moreno, G., Lonowski, S., Fu, J., Chon, J. S., Whitmire, N., Vasquez, C., 2017: *Physician experiences with clinical pharmacists in primary care teams*. *Journal of the American Pharmacists Association*, 57: 686-691. Pridobljeno 6. 8. 2019 s https://www.researchgate.net/publication/319114749_Physician_experiences_with_clinical_pharmacists_in_primary_care_teams.
- Nguyen, M., Zare, M., 2015: *Impact of a Clinical Pharmacist-Managed Medication Refill Clinic*. *Journal of Primary Care and Community Health*, 6 (3): 187-192. Pridobljeno 6. 8. 2019 s <https://cmk-proxy.mf.uni->

[lj.si:2507/doi/full/10.1177/2150131915569068](https://doi.org/10.1177/2150131915569068).
 Mabeu, A., Vanier, M., Rouleau, L., Dugré, N., Guénette, L., 2019: *The Creation of a Practice-Based Network of Pharmacists Working in Family Medicine Groups (FMG)*. *Pharmacy*, 7 (3): 1-11. Pridobljeno 7. 8. 2019 s <https://www.mdpi.com/2226-4787/7/3/108/htm>.



Sara Veronika Krnc se je rodila novembra leta 1996 v Novem mestu. Je študentka 4. letnika na Medicinski fakulteti v Ljubljani. Že od otroštva jo spremljata glasba in šport. Do sedemnajstega leta je trenirala smučanje, sedaj pa je učiteljica smučanja in v prostem času poučuje otroke, hodi v hribe in potuje. Poje v pevskem zboru Medicinske fakultete Cor.

Izguba čuta za migracijo pri gojenih monarhih

Jurij Kurillo



Ameriški monarhi (*Danaus plexippus*) veljajo za največje selivce med metulji, saj premerijo sleherno leto od avgusta do oktobra neznanske, štiritisočkilometrsko razdalje iz južne Kanade in severnih območij Združenih držav Amerike v južna zemljepisna

območja. Zahodni del populacije prileti na obale Kalifornije, vzhodni pa do gora osrednje Mehike. Tu metulji prezimujejo, spomladi pa se spet podajo na sever.

V zadnjem desetletju je postal ta žuželčji red močno ogrožen zaradi različnih zunanjih vplivov, o čemer je pisal tudi naš *Proteus* v lanski peti številki. Tako so monarhe tudi uradno uvrstili kot ogroženo vrsto v ameriški *Zakon o ogroženih vrstah (Endangered Species Act)*. Ti metulji so sicer v domovini močno priljubljeni in jih mnogi posamezniki sami vzgajajo iz jajčec ali gosenic, ki jih dobijo v naravi; s tem se seveda ukvarjajo tudi biologi pri znanstvenem preučevanju njihovega življenja. V »Deželi denarja« pa ne manjka niti podjetij, ki se z gojitvijo monarhov ukvarjajo iz komercialnih razlogov – prodajajo jih v pedagoške namene, pa tudi za množični izpust ob različnih družabnih dogodkih, recimo porokah.

Zdaj pa so ameriška doktorska študentka Ayse Tenger - Trolander ter njeni sodelavci odkrili – kot poročajo v reviji *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2019, 116 (29): 14671-14676 – zelo pomembno genetsko razliko med monarhi, ki so se izlegli v naravi, in onimi, ki so bili vzgojeni v umetnem okolju. Če so v umetnem okolju vzgojene primerke jeseni izpustili v naravo, se ti v nasprotju z »naravnimi« metulji niso podali na selitveno pot, pač pa so se spreletavali brez vsakega cilja v različne smeri. Natančne podatke so raziskovalci dobili v posebnem simulatorju leta metuljev. Ta pojav si razlagajo takole: Poleti se monarhi usmerijo v iskanje spolnih



Ogromna gruča prezimujočih monarhov na drevesu v Monarh Grove Sanctuary v Montereyju v Kaliforniji. 2009. Foto: Gregorij Kurillo.

partnerjev ter rastlin z nektarjem in tistih iz družine svilničevk za hranjenje svojih gosenic. Jeseni, med selitvijo, imajo metulji tako imenovano razmnoževalno diapavzo. Takrat preneha dozorevanje njihovih razmnoževalnih organov, kar nastane zaradi sprememb v dolžini dneva in temperaturnih razmer, ki jih doživijo med svojim osebnim razvojem. Če se metulji preobražajo iz gosence v umetnem okolju s stalno temperaturo in dolžino dneva, pa genetske raziskave kažejo, da zaradi pomanjkanja diapavze izgubijo čut za migracijo. Ni še jasno, koliko generacij naj bi poteklo, da bi ta pomanjkljivost postala res dedna. Strokovnjaki so ugotovili, da celo zgolj tridnevno pridržanje bube v umetnem okolju, preden se metulj izleže, zavre njegov migracijski čut. Preti celo nevarnost, da bi se ta »antimigracijski gen« zanesel v normalne populacije monar-

hov in tako prizadel vedénjsko navado metuljev, ki je odločilna za njihovo preživetje. Izidi navedenih raziskav pomenijo, da je umetno gojenje monarhov v umetnih razmerah insektarija za dopolnitev naravne baze metuljev nesmiselno ali celo škodljivo, saj taki primerki jeseni propadejo, ker se ne preselijo v toplejše kraje kot njihovi naravno izleženi vrstniki. Zato strokovnjaki menijo, da je za ohranitev te dragocene metulje vrste koristna predvsem skrb za njihovo okolje bodisi v južnih prezimovališčih bodisi v severnih predelih, kjer se razmnožujejo.

Viri:

Kurillo, Jurij, 2019: *Metulji monarbi ogroženi. Proteus, 81: 235.*

Oberhauser, Karen S., 2019: *Captivity concerns for monarch butterflies. Nature Briefing, 10. 9. 2019.*

Botanika • »Mnogocvetne« zanimivosti v Bohinjskih gorah

»Mnogocvetne« zanimivosti v Bohinjskih gorah: Wulfenov jeglič (*Primula wulfeniana*) in lojdija (*Lloydia serotina*)

Polona Strgar, Peter Strgar

V začetku junija se vegetacijska sezona začne tudi v gorah. Dve zgodnje cvetoči gorski vrsti sta tudi Wulfenov jeglič (*Primula wulfeniana*) in lojdija (*Lloydia serotina*). Imata nekoliko različna rastišča in precej redko (na primer na Vršacu nad Komno ali na Begunjšici) ju najdemo skupaj. Na zgodnjepoletnih pohodih v gore sta že dolgo najini znanki, a včasih naju tudi pri teh dveh lepih rožah kaj presenetiti. Tako se je zgodilo tudi v zgodnjem poletju leta 2019.

Za okus gorske pomladi in srečanje z Wulfenovim jegličem je za naju najbolj primerna planina Poljana, ki jo ta jeglič v tem letnem času obarva vijolično. Planina leži pod Raskovcem na bohinjski strani Bohinjsko-Tolminskega grebena Julijskih Alp na nadmorski višini 1.464 metrov. Njena površina je skoraj popolnoma ravna, z vseh strani pa jo obdajajo z rušjem porasle vzpetine. Poleti se na njej še pase živina. Severni del planine je travnat. Na robu so ostanki planinskih stanov, dva sta



Wulfenov jeglič (Primula wulfeniana) na planini Poljana. Foto: Peter Strgar.

obnovljena. Jugozahodni del je bolj kamnit, saj ga zasipa pesek iz grape, ki se izteka na planino izpod Poljanskega vrha. Planina je prava oaza miru in tišine, saj je odmaknjena od markiranih planinskih poti in koč. Zaradi lege v kotanji do nje ne seže noben hrup in tudi ne telefonski signal. Ime Poljana je prav ustrezno, saj v sezoni lahko uživamo v pravih poljanah različnega cvetja. Najbolj izrazito se pokaže prav Wulfenov jeglič, kamniti rob planine kasneje rumeno obarva Petkovškov mak (*Papaver alpinum* subsp. *victoris*), travnik pa rožnato alpski pečnik (*Armeria alpina*) in seveda mnoge druge rastline.

Wulfenov jeglič v Sloveniji raste v Julijskih Alpah, Karavankah in Kamniško-Savinjskih Alpah, v Bohinjsko-Tolminskem grebenu pa od Četrta in Konjskega vrha naprej proti zahodu. Na Poljani bogato porašča jugozahodni, bolj kamniti del planine. V začetku

junija leta 2019 sva ga našla v polnem razcvetu. Tako sva kar nekaj časa hodila po planini in občudovala že od daleč vidno vijolično preprogo, ko so najino pozornost pritegnili posebno bogati »šopki« cvetov. Pogled od blizu je razkril, da ne gre za več rastlin, ampak da imajo posamezne tudi po šest cvetov na enem, nekoliko višjem stebelu, podobno kot sorodni avrikelj (*Primula auricula*). Taki primerki so rasli skupaj, na nekaj kvadratnih metrih. Še enkrat sva pregledala planino, a na drugih mestih takih rastlin nisva našla. Kasneje sva doma preverila literaturo in ugotovila, da naj bi imel Wulfenov jeglič na stebelu največ tri cvetove. Domnevava, da gre za mutacijo, ne za križanca z avrikljem, saj nima nobenih drugih morfoloških znakov avriklja, razen več cvetov v socvetju. Podoben mnogocvetni Wulfenov jeglič je v bližini, pod Matajurskim



Lojdija (Lloydia serotina) na Velikem Draškem vrhu. Foto: Peter Strgar.

vrhom, junija leta 2015 opazila Katja Čadež in fotografijo objavila na spletnem portalu <http://www.bribi.net/>. Anki Rudolf je opisala nahajališče in skupaj z njo in Brankom Zupanom smo ga takrat obiskali in našli že skoraj odcveteli primerek. Mesec dni kasneje (v začetku julija leta

2019) sva se odpravila na Veliki Draški vrh v upanju, da bi našla še cvetočo poleglo alpsko azalejo (*Loiseleuria procumbens*). V naših Alpah bolj redek pritlikav grmiček cveti zelo zgodaj in tako sva jo tudi letos zamudila. Kljub temu sva uživala v lepem razgledu in drugem cvetju. Z vrha sva se pričela

spuščati po robu v smeri Tosca, ko so naju »ustavile« številne lojdije (*Lloydia serotina*). Lojdija spada med lilijevke (*Liliaceae*), tako kot kranjska lilija (*Lilium carniolicum*), a njen nežni komaj centimeter veliki cvet med travo včasih težko opazimo, še težje pa jo prepoznamo, ko rastlina odcveti. Tanka stebelca in majhne cvetove je precej težko fotografirati, a objektiv pokaže podrobnosti, in spet sva bila presenečena, ko sva ugotovila, da imajo nekatere rastline na stebelu kar tri cvetove. Očitno jim rastišča na zahodnem robu Draškega vrha ustrezajo. V literaturi navajajo, da ima ta vrsta lahko do tri cvetove, a midva takih do takrat še nisva videla in domnevava, da so v naših gorah (bolj pogosta je ta vrsta le v Julijskih Alpah, posamezna nahajališča so tudi v Karavankah in Kamniško-Savinjskih Alpah) bolj redki. Zadovoljna sva se spustila na sedlo med Toscem in Velikim Draškim vrhom. Tudi za Widderjevo murko (*Nigritella widderi*) je

bilo še prezgodaj, razveselila pa sva se med drugim dolgocvetnega jegliča (*Primula halleri*) in male vetrnice (*Anemone baldensis*). Še en lep dan v naših hribih med zanimivim cvetjem.

Literatura:

Aeschmann, D., Lauber, K., Moser, D. M., Theurillat, J. P., 2004: *Flora Alpina 2*. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt Verlag, 1188 str.

Dakskobler, I., Strgar, P., 2017: *Rastlinstvo Črne prsti in njena botanična pot*. Stara Fužina: Turizem Bobinj, 54 str.

Martinčič, A., Wraber, T., Jogan, N., Podobnik, A., Turk, B., Vreš, B., Ravnik, V., Frajman, B., Strgulc Krajssek, S., Trčak, B., Bačič, T., Fischer, M. A., Eler, K., Surina, B., 2007: *Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenk. Četrta, dopolnjena in spremenjena izdaja*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 967 str.

Spletni portal: <http://www.hribi.net/>.

Objava: <http://www.hribi.net/trenutnerazmere.asp?slo=1&gorovjeid=10001&id=2824&stran=153>.

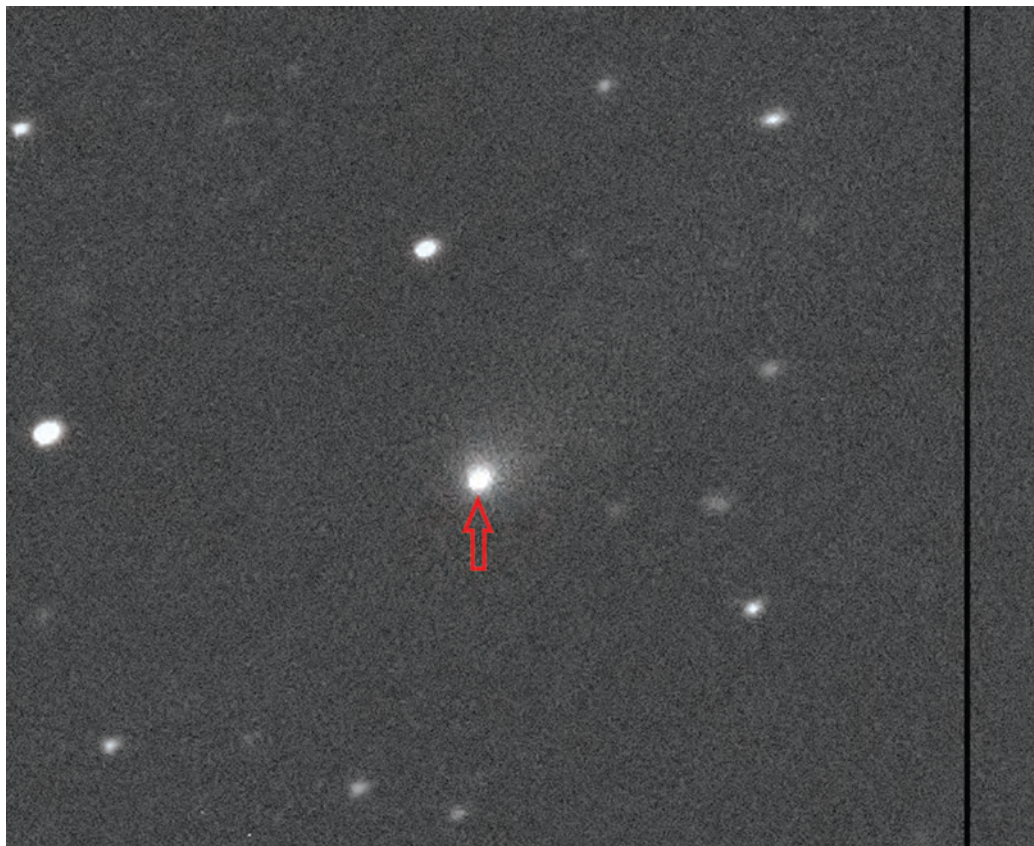
Odkrili prvi medzvezdni komet

Mirko Kokole

Ko so pred skoraj natanko dvema letoma prvič odkrili medzvezdni objekt, ki je prečkal naše Osončje, se je veliko astronomov spraševalo, koliko je takih objektov. Statistični izračuni so pokazali, da jih vsako leto prečka Osončje kar nekaj. Tako ni presenetljivo, da so letos ponovno odkrili takšen objekt.

Objekt 2I/Borisov je 30. avgusta letos odkril ruski amaterski astronom Genadij Borisov. Komet je odkril z 0,65-metrskim teleskopom, ki ga je izdelal sam. Ob odkritju je objekt dobil začasno oznako gb00234, saj so prve napovedi orbite kazale, da bi lahko

sodil v skupino objektov, ki se zelo približajo Zemlji. Ko so potrdili, da gre dejansko za komet, je dobil oznako C/2019 Q4 (Borisov). 24. septembra pa je Mednarodna astronomska zveza (International Astronomical Union, IAU) kometu uradno podelila ime 2I/Borisov in s tem tudi potrdila, da gre dejansko za medzvezdni objekt, ki ni vezan na naše Osončje. Tako je 2I/Borisov postal prvi medzvezdni komet in drugi odkriti medzvezdni objekt takoj za asteroidom 1I/Oumuamua, ki so ga odkrili leta 2017. Da objekt 2I/Borisov prihaja iz medzvezdnega prostora, ni nobenega dvoma, saj je ekscentričnost njegove orbite kar 3,3.



Posnetek medzvezdnega kometa 2I/Borisov, ki so ga astronomi naredili s pomočjo CHFT na Havajih. Posnetek je bil narejen 10. septembra in na njem že lepo vidimo, da objekt razvija koma. To je oblak plina in prahu okoli objekta. To pa pomeni, da je ta objekt nedvomno komet. Najnovejše spektroskopske meritve so pokazale, da ima sestavo podobno dolgoperiodnim kometov našega Osončja. Foto: Canada-France-Hawaii Telescope.

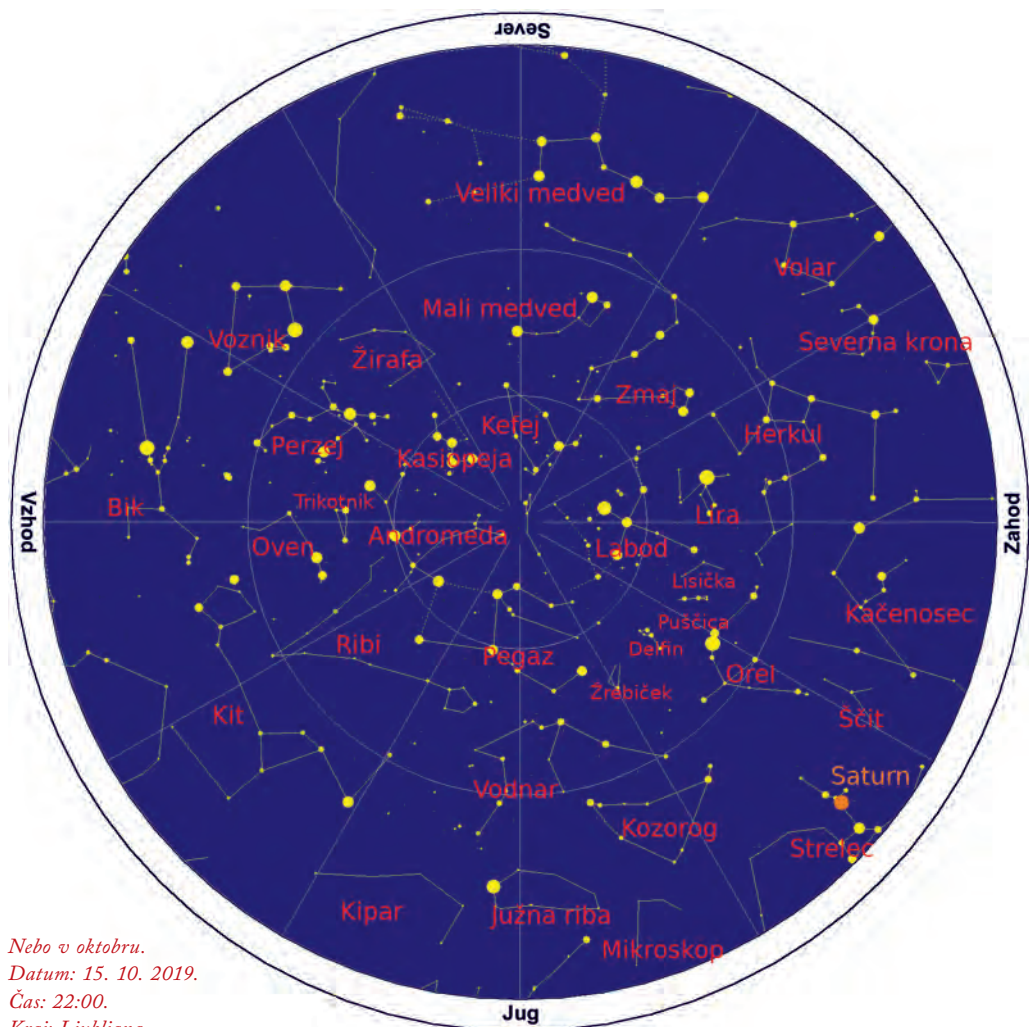
To pomeni, da je njegova orbita močno hiperbolična in da ni gravitacijsko vezan na naše Osončje. Objekti v našem Osončju se namreč lahko gibljejo okoli Sonca po treh mogočih orbitah. Po elipsi se gibljejo tisti objekti, ki so gravitacijsko vezani na Sonce in iz Osončja ne morejo pobegniti. Eliptične orbite imajo ekscentričnosti med 0 in 1. Objekti z orbitami, ki imajo ekscentričnost natanko 1, se gibljejo po parabolični orbiti. Za te ne moremo zagotovo trditi, ali so vezani na Osončje ali ne. Med te objekte sodi večina dolgo periodnih kometov, ki prihajajo iz Oortovega oblaka. Če ima orbita objekta ekscentričnost večjo od 1, se objekt

giblje po hiperbolični orbiti, kar pomeni, da gravitacijsko ni vezan na naše Osončje in nas bo obiskal le enkrat. Do sedaj smo odkrili dva taka objekta. Prvi je bil asteroid 1I/'Oumuamua, drugi pa je na novo odkriti komet 2I/Borisov.

Komet 2I/Borisov ima izjemno veliko ekscentričnost, ki po dosedanjih meritvah znaša med 3,3 in 3,4. Njegova medzvezdna hitrost znaša 32,2 kilometra na sekundo oziroma 6,79 astronomske enote na leto. To lahko primerjamo s asteroidom 1I/'Oumuamua, ki ima ekscentričnost orbite 1,2, medzvezdna hitrost pa 26,33 kilometra na sekundo. Za razliko od kometa

1I/'Oumuamua je bil komet 2I//Borisov odkrit, preden je dosegel perihelij, kar pomeni, da se Soncu še vedno približuje in bomo imeli za njegovo opazovanje veliko več časa, kot smo ga imeli za komet 1I/'Oumuamua, ki je bil odkrit, ko je Osončje že zapuščal. Komet 2I/Borisov je nedvomno komet, saj je že razvil značilno komo. To je oblak delcev in plina, ki nastane zaradi izparevanja materiala s površine, ko se objekt približuje Soncu. Trenutne spektroskopske meritve kometa kažejo, da je zelo podoben dolgoperiodnim kometom našega Osončja. Komet 2I/Borisov je imel ob odkritju vidno

magnitudo 18, kar pomeni, da so ga lahko zaznali le večji teleskopi. Ker bo 2I/Borisov dosegel perihelij, Soncu najbližjo točko, šele 8. decembra letos, se bo njegova magnituda še zmanjševala. Po zadnjih napovedih bo dosegla vrednost 15, kar pomeni, da ga bo morda mogoče zaznati tudi z očesom in večjim amaterskim teleskopom. Seveda bo moral biti teleskop kar velik in imeti premer vsaj 25 centimetrov. Za mnoge amaterske astronome bo priložnost za opazovanje tega kometa izjemna in vsekakor vredna podviga.



Nebo v oktobru.
Datum: 15. 10. 2019.
Čas: 22:00.
Kraj: Ljubljana.



Ker kljun južnega ovratničarja (Cynnis chalybeus) ni dovolj dolg, da bi z njim zajemal nektar z vrha cvetov vresovk, cvet z njim prebode. Fotografija: Tom Turk. Iz članka Marine Dermastia Fynbos in šesto floristično kraljestvo našega planeta, ki bo objavljen v naslednji številki Proteusa.

ISSN 0033-1805



9 770033 180000