

PROTEUS

maj 2016, 9/78. letnik
cena v redni prodaji 5,50 EUR
naročniki 4,50 EUR
upokojenci 3,70 EUR
dijaki in študenti 3,50 EUR
www.proteus.si



mesečnik za poljudno naravoslovje

Nobelove nagrade za leto 2015

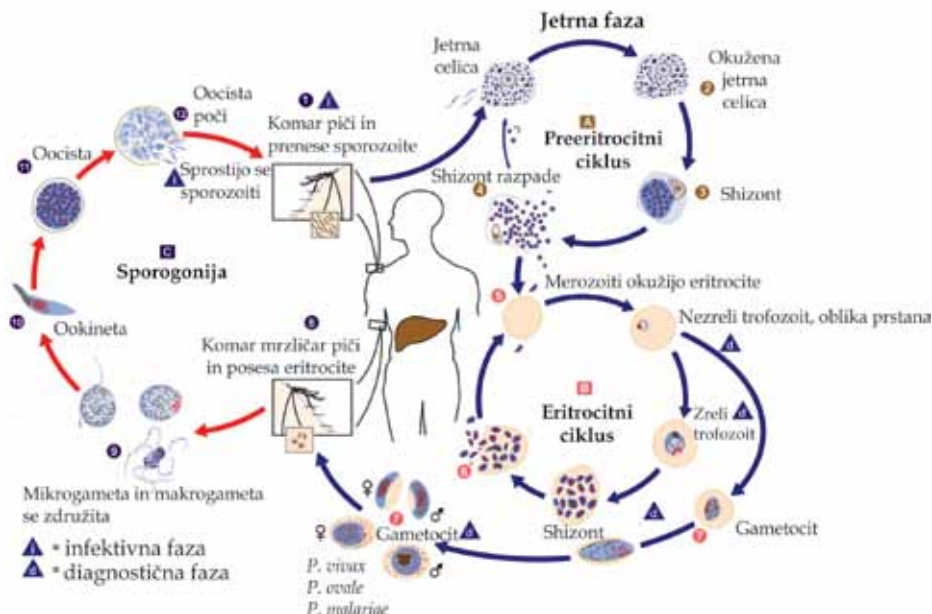
Nobelova nagrada za fiziologijo
ali medicino podeljena moči narave

Zoologija

Človeška ribica pod drobnogledom

Botanika

Zgodbe o močvirnicah – rod (genus) *Epipactis*



Nobelova nagrada za fiziologijo ali medicino podeljena moči narave

Miha Skvarč

Nobelovo nagrado za medicino so si v letu 2015 razdelili trije znanstveniki. Youyou Tu je dobila nagrado za dokaz, da derivati artemizinin, substance, izolirane iz sladkega pelina (*Artemisia annua*), zelo učinkovito zdravijo malarijo. Leta 1972 je skupaj z ostalimi sodelavci iz Enot 523 odkrila, da je artemizinin zelo učinkovit proti *Plasmodiumu* spp., povzročitelju malarije. Svojo poklicno kariero je naredila izključno na Kitajskem. Do leta 2011 je bila neznana širši znanstveni skupnosti. V tem letu je za svoje dosežke na področju iskanja zdravil za malarijo dobila Lasker-DeBakeyjevo nagrado. Polovico Nobelove nagrade sta si razdelila William C. Campbell in Satoši Omura za odkritje avermectina, spojine, ki deluje na parazite iz rodu glist (Nematoda). Avermectin je odkril Satoši Omura skupaj s skupino znanstvenikov leta 1979, ko so preučevali zemeljsko bakterijo *Streptomyces avermitilis*, ki izloča to substanco v okolico in se tako brani pred drugimi organizmi. William C. Campbell je avermectin preoblikoval v ivermectin, tega pa je farmacevtsko podjetje Merck leta 1987 kot sredstvo za boj proti rečni slepoti darovalo Svetovni zdravstveni organizaciji. Iz Nobelovih nagrad za fiziologijo ali medicino za leto 2015 se lahko naučimo, kako pomembno je vztrajati in iskati rešitve z odprto glavo tudi v naravi.



- 388 Uvodnik
Tomaž Sajovic
- 392 Nobelove nagrade za leto 2015
Nobelova nagrada za fiziologijo ali
medicino podeljena moči narave
Miha Skvarč
- 397 Kemija
Ob Nobelovi nagradi za medicino za leto
2015
Ivan Leban
- 400 Zoologija
Človeška ribica pod drobnogledom
Tajda Gredar in Lilijana Bizjak Mali
- 405 Botanika
Zgodbe o močvirnicah – rod (genus)
Epipactis (prvi del)
Matej Lipovšek
- 412 Forenzika
Forenzika - televizijski mit ali izjemna
znanost?
Sara Kokelj
- 415 Paleontologija
Zob paleozojskega morskega psa iznad
Hrušice
*Matija Križnar, Adriana Novak in Davorin
Preisinger*
- 420 Naše nebo
Sonda Juno prispela do Jupitra
Mirko Kokole
- 423 Napoved izida nove knjige
Monografija prof. dr. Zvonke Zupanič
Slavec Zgodovina zdravstva na Slovenskem
- 425 Društvene vesti
81. redni letni občni zbor
Prirodoslovnega društva Slovenije
Janja Benedik
- 427 Table of Contents
- 430 Razpis tekmovanja iz znanja biologije
za Proteusovo priznanje v šolskem letu
2016/2017



Naslovnica: *Zob morskega psa*
Glikmanius cf. occidentalis.

Zob je visok približno 26
milimetrov.

Primerki hrani Prirodoslovni muzej
Slovenije. Foto: Matija Kržnar.

Proteus izdaja Prirodoslovno društvo Slovenije. Na leto izide 10 števil, letnik ima 480 strani. Naklada: 2.500 izvodov.

Naslov izdajatelja in uredništva: Prirodoslovno društvo Slovenije, Poljanska 6, p.p. 1573, 1001 Ljubljana, telefon: (01) 252 19 14, faks (01) 421 21 21.

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

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

Poslovni račun: SI56 0201 0001 5830 269, davčna številka: 18379222. Proteus sofinancira: Agencija RS za raziskovalno dejavnost.

Proteus

Izbaja od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik:

Prirodoslovno društvo Slovenije

Odgovorni urednik:

prof. dr. Radošan 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 Slavce

dr. Petra Drašković Pelc

<http://www.proteus.si>

priradoslovno.drustvo@gmail.com

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2016.

Vse pravice pridržane.

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

Lektor: dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavletić

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 Lah – Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

Spoštovane naročnice in naročniki revije Proteus!

Obveščamo vas, da od 1. aprila 2016 dalje naročnine ne bo več mogoče plačati na poslovni račun Prirodoslovnega društva Slovenije, ki je bil odprt pri Novi Ljubljanski banki, d. d.

Vse neporavnane obveznosti in bodoča plačila lahko nakazujete na **nov poslovni račun, odprt pri Delavski hranilnici d. d.: SI56 6100 0001 3352 882.**

Uprava Prirodoslovnega društva Slovenije in revije Proteus

Spoštovane bralke in bralce obveščamo, da je pri objavi cene trojne številke prišlo do napake. Pravilne cene trojne številke so sledeče: cena v redni prodaji: 16,50 evra, naročniki: 13,50 evra, upokojene: 11,10 evra, dijaki in študenti: 10,50 evra. Hvala za razumevanje.

Uvodnik

Svetloba sveta

»V začetku je Bog ustvaril nebo in zemljo. Zemlja pa je bila pusta in prazna, tema se je razprostirala nad globlinami in dub Božji je vel nad vodami.

Bog je rekel: »Bodi svetloba!« In nastala je svetloba. Bog je videl, da je svetloba dobra. In Bog je ločil svetlobo od teme. In Bog je svetlobo imenoval dan, temo pa je imenoval noč. In bil je večer in bilo je jutro, prvi dan.

Bog je rekel: »Bodi obok sredi vodá in naj loči vode od vodá!« In Bog je naredil obok in ločil vode, ki so bile pod obokom, od vodá nad obokom. Zgodilo se je tako. Bog je obok imenoval nebo. In bil je večer in bilo je jutro, drugi dan.

Potem je ustvaril kopno in morje in zatem še vse ostalo. In videl je, da je dobro.

Tako je v mitični - torej pesniški - starozavezni govorici opisan začetek nastajanja sveta. O nastanku sveta pripoveduje *Prva Mojzesova knjiga*. Knjiga se imenuje tudi *Geneza*, po slovensko *Stvarjenje*. *Geneza* pa je tudi naslov razstave črno-belih fotografij velikega brazilskega fotografa Sebastião Salgada (1944-), ki jih do konca avgusta lahko občudujete v razstavnih prostorih Mestnega muzeja Ljubljana in Galerije Jakopič.

V obeh *Genazah* ima posebno odlikovano mesto svetloba. Ta svetloba pa – kot je zapisal v svoji znameniti knjigi *Resnica in metoda* (1960, v slovenskem prevodu 2001) nemški filozof Hans-Georg Gadamer (1900-2002) – ni fizična »svetloba sonca«, ampak »svetloba duha«.

Gadamer je dobro opazil, da je to razvidno že iz Avguštinovine dogmatične interpretacije poročila o stvarjenju. Največji latinski cerkveni učitelj Avguštin (354–430) v svojem komentarju *Geneze* »opaža, da je bila svetloba ustvarjena pred razlikovanjem med rečmi in pred svetlobo oddajajočih nebesnih teles. Posebej pa poudarja, da se začetno stvarjenje neba in zemlje zgodi še brez božje besede. Šele pri stvarjenju svetlobe Bog prvič spregovori. To govorjenje, ki imenuje in ustvari svetlobo, razlaga kot *duhovno razsvetlitev*, s pomočjo katere je omogočeno razlikovanje oblikovanih stvari. Šele z *lučjo* postane prvotno ustvarjena brezoblična masa neba in zemlje zmožna oblikovanja v številne oblike.«

Prav Avguštinova duhovita interpretacija nas sili, da starozavezno *Genezo* ne beremo (več le) kot versko knjigo, ampak (tudi in predvsem) kot alegorično besedilo človekovega bivanjskega izkustva sveta. Le tako si bomo lahko utrli pot tudi do doumevanja Salgadove *Geneze*. Pri tem nam bo v veliko pomoč branje spremne študije k romanu Fjodorja Dostojevskega *Bratje Karamazovi* z naslovom *Bratje Karamazovi in vprašanje o bogu*, ki jo je napisal literarni zgodovinar, teoretik in filozof Dušan Pirjevec (1921–1977) (*Evropski roman*, 1979). Osrednje vprašanje, ki zaposluje Pirjevca ne samo v tej študiji, je odprtost za bivanje kot takšno. Pirjevec problem ponazori s stavkom: »Ko stojim pred drevesom in si rečem – drevo je –, [...] me nenadoma nekaj pretrese, presune, kakor nekakšen srh, a hkrati se to drevo dvigne pred menoj vse razsvetljeno, in tedaj rečem: lepó je.« To, da vse bivajoče na svetu z drevesom vred *je*, je lepota. Lepota se človeku razkriva »v svetlobi, blisku in preblisku«. Toda ljudje smo pogosto slepi za lepoto, »slepi pa smo vedno takrat, kadar vidimo v bivajočem le predmet in sredstvo, le primerek določene vrste ali objekt znanstvene raziskave.« »Da bi se torej na tem ali onem bivajočem lepota sploh mogla prikazati, se mora človek osvoboditi svojih praktičnih pa tudi spoznavno raziskovalnih interesov. In tedaj na mestu obstane. Lepota ga očara, pravimo.« »Samo človek skusi nekaj takega, kar nam govori glagol *biti*, samo človek ‚ve‘ za bit, se začudi in ostrmi nad tem, da bivajoče *je*.« Drugače povedano: le človek lahko svet »pripravi« do tega, da *je*. Iz tega pa je mogoče potegniti presunljiv sklep: le človek lahko »ustvarja« svet. Prav tako razumevanje pa nam omogoča, da pod debelo plastjo starozaveznega mita o stvarjenju sveta vzremo človekovo pristno bivanjsko izkustvo sveta.

Zdaj se lahko končno posvetimo tudi gledanju Salgadovega fotografskega cikla *Geneza*. Nemški filmski režiser Wim Wenders (1945–) je leta 2014 posnel v Cannesu nagrajeni film o Salgadu z naslovom *Sol zemlje*, ki ga začinja z besedami: »Film o življenju fotografa? Pametno bi se bilo spomniti, od kod izvira beseda. V grščini pomeni *photo* svetloba in

graphein risanje. Fotograf je nekdo, ki riše s svetlobo. Človek, ki oblikuje svet s svetlobo in senco.« Salgado je umetnik, ki v svojih podobah bit sveta pripušča v svetlobi in sijaju. Ta svetloba pa je duhovna: »Te svetlobe na mojih fotografijah ne ustvarim jaz, ta svetloba je v meni. Vsak človek, ki fotografira, nosi v sebi podobe svoje preteklosti, podobe, ki sta jih imela v sebi mati, oče ...«

Kot je bit vsega bivajočega skrivnostna, je skrivnosten tudi Salgado: »Ni fotograf tisti, ki naredi posnetek, ampak človek, ki ga slika fotograf.« Urugvajski pisatelj Eduardo Galeano (1940–2015) je Salgadovo življenjsko vodilo strnil takole: »Usmiljenje, vertikalno, ponižuje. Solidarnost, horizontalno, pomaga. Salgado fotografira od znotraj, iz solidarnosti.« Salgado je v resnici popolnoma prepričan: fotografija mora izražati človekovo dostojanstvo. Tudi in predvsem v revščini in trpljenju.

Salgado je s svojim aparatom dolga leta beležil strahotne posledice ekonomske globalizacije. Po genocidu v Ruandi je izgubil vero v rešitev človeške vrste. Pred uničenjem se je umaknil v odročna območja, kjer v tihi in prvinski veličini vlada narava. Tam je nastal cikel *Geneza*. Ena od najbolj monumentalnih podob je fotografija Grand Canyona. (Naslov: *Pogled na sotočje rek Kolorado in Little Colorado z ozemlja Indijancev Navajo. Za tem sotočjem se začne narodni park Grand Canyon. Arizona. ZDA. 2010. ©Sebastião Salgado. Amazonas Images*. Fotografijo objavljamo z izrecnim dovoljenjem Muzeja in galerij mesta Ljubljane – MGML.) Pred nami je biblična podoba »začetka stvarjenja«. Magična svetloba na obzorju – nedvomno simbol »stvariteljske sile« – se razliva v reko, ki vijuga po zemeljski skorji ter jo lomi in dviguje v kanjonske stene. Stvarjenje sveta v eni od svojih najbolj dramatičnih kozmičnih oblik.

Fotografija Grand Canyona je »zgolj« poetična podoba »stvarjenja« biti, ki pa je začela sestopati v življenje. Leta 1982 je nemški umetnik Joseph Beuys (1921–1986) v okviru razstave sodobne umetnosti v Kasslu javno predstavil delo krajinske umetnosti z naslovom *7.000 hrastov – pogozdovanje mesta namesto upravljanja mesta*. Zasaditev dreves je pomenilo obsežno umetniško in okoljsko intervencijo, katere namen je bila trajna sprememba življenjskega mestnega prostora v Kasslu. Salgado pa je s svojo soprogo Lélío Wanick Salgado začel pogozdovati družinsko posestvo v Braziliji, ki so ga v preteklosti skoraj uničili z intenzivnim kmetovanjem in sekanjem gozda. Kot bog je ustvaril izgubljeni ekosistem.

Salgado bi se prav gotovo dobro razumel s Kocbekom in njegovimi verzmi: *Sem / in bil sem / in bom, / in zato sem več / od pozabljanja, / neizmerno več / od ničla.*

Tomaž Sajovic





Nobelova nagrada za fiziologijo ali medicino podeljena moči narave

Miha Skvarč

Nobelovo nagrado za medicino so si v letu 2015 razdelili trije znanstveniki.

Youyou Tu je dobila nagrado za dokaz, da derivati artemizininina, substance, izolirane iz sladkega pelina (*Artemisia annua*), zelo učinkovito zdravijo malarijo. Leta 1972 je skupaj z ostalimi sodelavci iz Enote 523 odkrila, da je artemizinin zelo učinkovit proti *Plasmodiumu* spp., povzročitelju malarije. Je prvi državljan Kitajske in prva Kitajka, ki je dobila Nobelovo nagrado. Svojo poklicno kariero je naredila izključno na Kitajskem. Do leta 2011 je bila neznana širši znanstveni skupnosti. V tem letu je za svoje dosežke na področju iskanja zdravil za malarijo dobila Lasker-DeBakeyjevo nagrado.

Polovico Nobelove nagrade sta si razdelila William C. Campbell in Satoši Omura za odkritje avermectina, spojine, ki deluje na parazite iz rodu glist (Nematoda). Avermectin je odkril Satoši Omura skupaj s skupino znanstvenikov leta 1979, ko so preučevali zemeljsko bakterijo *Streptomyces avermitilis*, ki izloča to substanco v okolico in se tako brani pred drugimi organizmi. William C. Campbell je avermectin preoblikoval v ivermectin, tega pa je farmacevtsko podjetje Merck leta 1987 kot sredstvo za boj proti rečni slepoti darovalo Svetovni zdravstveni organizaciji. Danes se rečna slepota pojavlja samo še v nekaj afriških državah, nekdanj pa je bila glavni razlog za slepoto v Afriki.

Nobelovo nagrado za medicino je dobilo že več znanstvenikov. Okoli leta 1883 so ugotovili, da malarijo povzročajo praživali. Charles Louis Alphonse Laveran je dobil za to odkritje Nobelovo nagrado za medicino leta 1907. Povezava s komarji in malarijo je

bila ugotovljena leta 1897 s pomočjo avtoposkusov. Ronald Ross je našel Laveranov parazit malarije, plazmodij, v komarju mrzličarju in dobil Nobelovo nagrado za medicino leta 1902. Youyou Tu je dobila Nobelovo nagrado za medicino leta 2015 za odkritje artemizininina, zdravila, ki je zmanjšalo umrljivost otrok zaradi malarije, predvsem v Afriki, za več kot polovico.

Youyou Tu se je zahvalila z besedami, da v začetku sedemdesetih let 20. stoletja niso imeli učinkovitih zdravil proti malariji. Uspelo jim je izolirati qinghaosu – artemizinin, ki ni imel nič skupnega z ostalimi do tedaj znanimi substancami. Zahvalila se je tradicionalni kitajski medicini, saj je odkrila, da morajo artemizinin izolirati na nižjih temperaturah s pomočjo dietiletra, šele potem, ko je prebrala, kako so leta 340 izdelovali ekstrakt sladkega pelina.

Malarijo povzroča parazit rodu *Plasmodium*, ki ga prenašajo komarji rodu *Anopheles*, ki živijo v naravi, zunaj mest. Samci sicer sesajo rastlinske sokove, samice pa za razvoj svojih jajčec potrebujejo kri sesalcev. Za to vrsto komarjev je značilno, da jih privlačijo žive barve, znoj in izraziti vonji. Okužene samice komarja tako v žlezah slinavkah prenašajo sporozoite. Pri piku samica komarja v krvni obtok gostitelja s svojo slino vnese na tisoče sporozoitov, ki se s krvnim obtokom razširijo po telesu. Ko pridejo v jetra, se tam razvijejo in razmnožijo z nespolno delitvijo. Tako nastanejo merozoiti, ki se po šestih do štirinajstih dneh sprostijo v kri in v obtoku začnejo zajedati naslednjo žrtev: eritrocite ali rdeča krvna telesa. Znotraj eritrocitov se plazmodij skrije in tako imunskemu sistemu

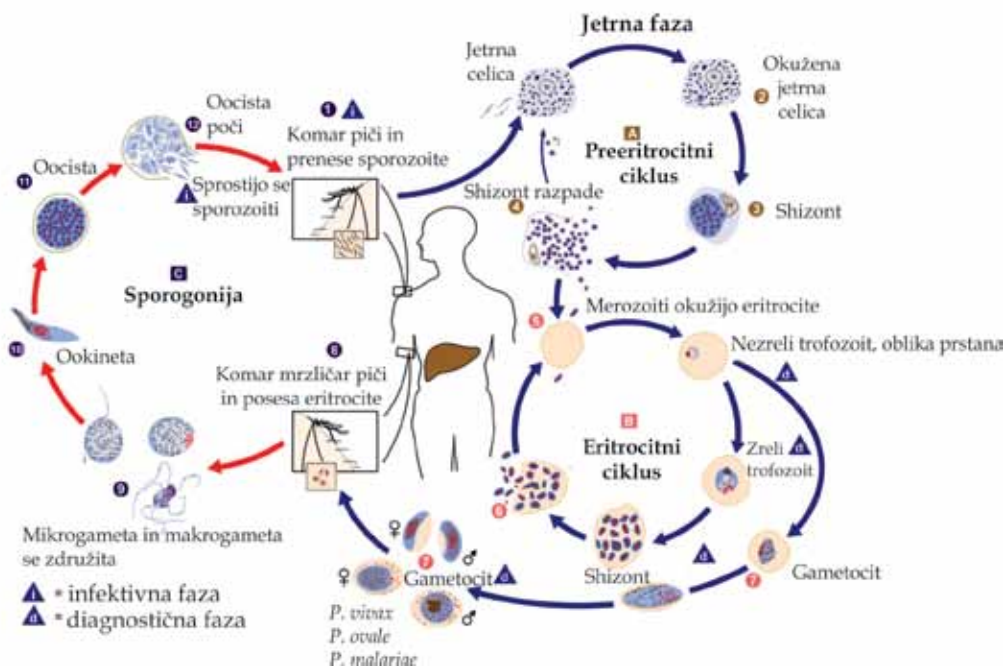
gostitelja onemogoči, da bi se ta pred paraziti lahko branil. Tu se sedaj merozoiti hranijo z vsebino eritrocitov in se spreminjajo v trofozoite. Ko okuženi eritrociti počijo, se pojavita vročina in mrzlica. Lahko se začne nov cikel. Delež parazitiranih eritrocitov v odstotkih imenujemo parazitemija. Bojimo se velike parazitemije, ki je pomemben napovedni dejavnik poteka bolezni pri okužbi z najbolj nevarno in svetovno prevladujočo vrsto *Plasmodium falciparum*. Spremenjena membrana okuženega eritrocita omogoči zlepljanje eritrocitov, to pa lahko pripelje do zamažitve malih žil kapilar v možganih, kar pripelje do pomanjkanja kisika v možganih in propadanja možganov. To imenujemo cerebralna malarija. Če ne ukrepamo dovolj hitro, lahko bolnik, ki je okužen z vrsto *Plasmodium falciparum*, v najslabšem primeru tudi umre.

Nekateri merozoiti se v eritrocitih razvijejo v spolne oblike – gametocite. To so oblike plazmodijev, s katerimi se ob naslednjem piku okuži komar.

Youyou Tu je svojo kariero začela v petdesetih letih kot doktor medicine. Konec šestdesetih let je začela sodelovati pri Projektu 523, ki je bil po odloku Mao Zedonga ustanovljen 23. maja leta 1967. Njegova naloga je bila raziskovanje možne substance za zdravljenje malarije. Z njim je Kitajska skušala pomagati severnovietnamski vojski, ki je imela velike izgube zaradi malarije v vietnamski vojni, saj derivati klorokvina niso bili več učinkoviti. Leta 1972 ji je uspelo izolirati aktivno substanco artemizinin. Leta 1979 so predstavili substanco v kitajski medicinski reviji. Leta 1983 je sledila prva sinteza artemizininina, leta 1986 prva registracija za uporabo artemizininina za zdravljenje malarije. Leta 1996 so registrirali derivat artemizininina – dihidroartemizinin. Iz derivata razvite substance, kot sta artesunat in artemeter, so sestavni deli zdravil, ki jih uporabljamo še danes. Artemizinin

Življenjski cikel Plasmodiuma spp.

Vir: <http://www.cdc.gov/dpdx/>.

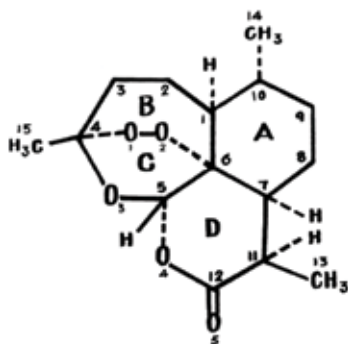


uniči parazit v okuženem eritrocitu tako, da se veže na železov(II) oksid v hemoglobinu, kar privede do tvorbe prostih radikalov. Bolj znan je postal artemeter šele leta 2005, ko je Novartis na trg dal prvo zdravilo v kombinaciji z lumefantrinom. Danes se v primeru malarije zaradi *P. falciparum* v Sloveniji uporablja Artemether-lumefantrine ali Riamet kot prvo zdravilo izbora. Artemizinski pripravki se priporočajo tudi že kot stand-by-emergency zdravilo. Uporabljajo ga v Jugovzhodni Aziji, izjema je Papua Nova Gvineja, če popotnik v ruralnem območju dobi vročino in nima dostopa do zdravnika. Zanimiva je zgodovina tudi ostalih zdravil proti malariji. Prvo zdravilo proti malariji, ki je bilo učinkovito, je bil kinin. Kinin je izvleček kininovca, rastline iz Južne Amerike. Izvleček lubja so kot zdravilo proti vročino uporabljali že v 17. stoletju. V Veliki Britaniji za zdravljenje malarije, ki jo povzroča *P. falciparum*, še danes uporabljajo več ali manj kinin.

Konec šestdesetih let prejšnjega stoletja so tudi Američani imeli podobne težave kot Vietnamci. Vojaški raziskovalni inštitut Walter Reed (Walter Reed Army Institute of Research) je dobil nalogo, da razvije novo zdravilo za zdravljenje malarije. Razvili so meflokin ali Lariam, ki ga danes uporabljajo tudi kot zdravilo, ki preprečuje okužbo z malarijo. Že takrat so vedeli, da ima meflokin neprijeten stranski učinek, ki pri

vojaku ni zaželen. Vojaki so imeli zelo žive sanje in dobivali privide, psihotične epizode. A ameriška vojska je dolgo vztrajala pri meflokinu, do leta 2009, dokler niso opazili nenavadno povečanje splavov pri ameriških vojakinjah, ki so jemale Lariam, da se ne bi okužile z malarijo. Vojska v Veliki Britaniji svojim vojakom še vedno predpisuje Lariam kot zdravilo, ki bi varovalo pred malarijo. Derivati artemizininina so rešili na milijone afriških otrok. Po uvedbi terapije se je smrtnost zaradi malarije med otroki v Afriki prepolovila. In to je glavni razlog, zakaj je Youyou Tu dobila Nobelovo nagrado za medicino leta 2015.

Satoši Omura je ob podelitvi Nobelove nagrade za medicino dejal, da si je sposodil moč narave in da si mogoče nagrade ne zasluži, ker je le preučeval bakterije, kar po njegovim niti ni bilo zelo zahtevno. Satoši Omura je svoje znanstveno življenje namenil raziskovanju zemeljskih bakterij iz rodu *Streptomyces* spp., za katere je bilo že dlje časa znano, da proizvajajo številne protimikrobne učinkovine. Zaradi težavnega gojenja bakterij je razvil nekaj prvenstvenih tehnik za gojenje kultur. Iz več tisoč kultur je izoliral petdeset najbolj obetavnih in med njimi odkril skupaj s svojo ekipo tudi bakterijo *Streptomyces avermitilis*, ki proizvaja avermectin. Njegovo odkritje avermectina je pripomoglo k upanju na skorajšnjo odpravo



Kemijska struktura artemizininina.

Vir: https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2015/tu-lecture-slides.pdf.



Sladki pelin (Artemisia annua).

Vir: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/59/Artemisia_annua_detail.jpeg.

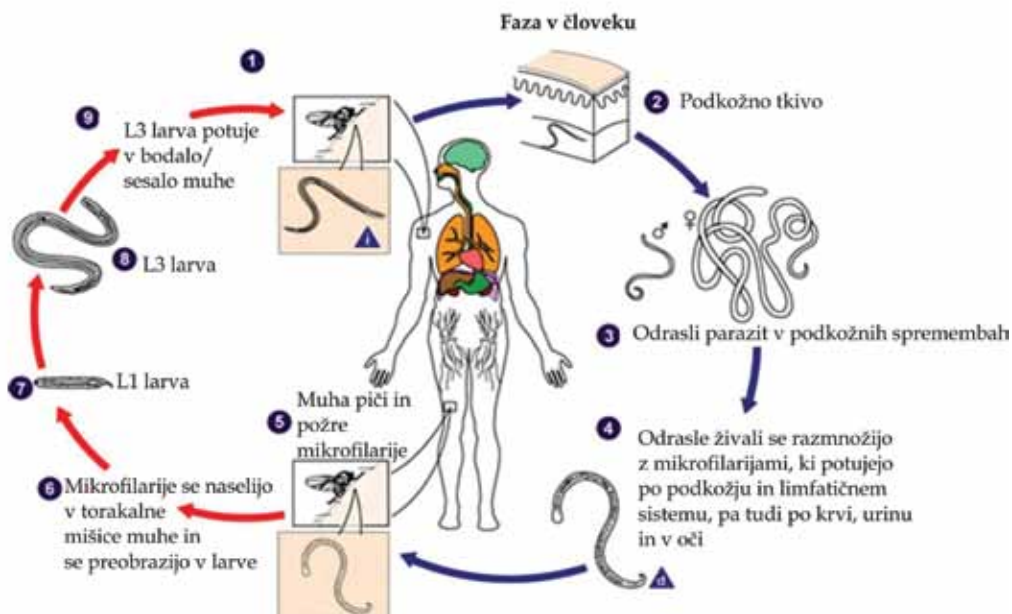
rečne slepote, ki jo povzroča okužba z filarijo vrste *Onchocerca volvulus*. Rečna slepota je četrti preprečljivi razlog za slepoto na svetu. Danes je ogroženih 37 milijonov ljudi, od tega jih 99 odstotkov živi v državah Zahodne in Centralne Afrike. Filarijo v teh državah prenašajo črne muhe, ki živijo ob tekoči vodi z veliko kisika. Ogroženi so poljedelci, ki ob rekah obdelujejo zemljo. Ker je to tropska bolezen, ki ne prizadene bogatega Zahoda, je bila do leta 1987 zelo zanemarjena. Takrat pa se je zgodil zanimiv preobrat, saj je Merck daroval derivat avermectina, ivermectin, Svetovni zdravstveni organizaciji za boj proti rečni slepoti. S pomočjo ivermectina, ki so ga dajali vsem prebivalcem ogroženih območij enkrat letno, so iztrebili rečno slepoto v Južni in Srednji Ameriki. V Afriki pa so bili zelo uspešni v državah, ki med izvajanjem programa zdravljenja niso imele državljske vojne, kot na primer Sierra Leone. Še en dokaz, kako pomembno je delovanje Svetovne zdravstvene organizacije skupaj z nevladnimi organizacijami, so danes afriške države, ki so v državljanski vojni, kot na primer Južni Sudan, Čad, Nigerija in Srednjeafriška Republika, kjer je rečna slepota še vedno problem.

William Campbell je bil zaslužen za to, da je avermectin spremenil v obliko, primerno za ljudi. To se je zgodilo leta 1981. William

Campbell je sodeloval z Omuro. Pridobil je obetavne seve in raziskoval njihove učinke na parazite. Ugotovil je, da zajedavec *Nematospiriodes dubius*, ki okuži miši, propada v prisotnosti avermectina. Gre za izjemno učinkovito spojino, ki se uporablja za zdravljenje različnih parazitskih okužb. Poleg rečne slepote se ivermectin uporablja še za zdravljenje strongilidoze, limfatične

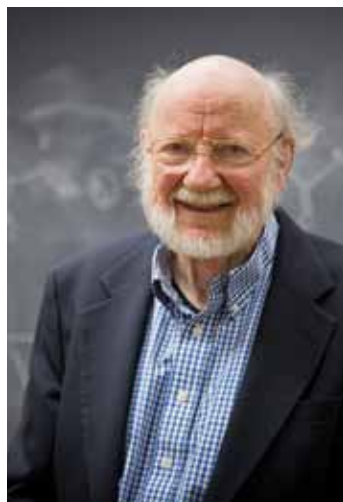
filarioze, okužbe s človeško glisto, bičjeglavci in podančicami. Glavna prednost je tudi odmerjanje, saj ga lahko jemljemo enkrat ali dvakrat letno, kar je velika prednost v revnih predelih brez stalne zdravniške oskrbe. Zanimivo je, da natančen mehanizem delovanja še vedno ni poznan, učinki pa so neizpodbitni. Domnevajo, da ivermectin vpliva na mikrofilarije, ki jih paralizira, kar omogoči imunskemu sistemu, da odstrani parazit. Ivermectin naj bi tudi steriliziral samice odraslih makrofilarij, ki ležejo mikrofilarije v kožnih nodulih.

Ivermectin je na neki način sodeloval tudi pri podelitvi Nobelove nagrade za mir leta 2002. Dobil jo je Jimmy Carter, nekdanji ameriški predsednik, ki je ustanovil Carterjev center. Carterjev center je nevladna organizacija, katere pomembna naloga je tudi boj proti boleznim, ki zavirajo razvoj revnega sveta. Pomemben uspeh je organizacija naredila pri drakunkulozi, imenovani tudi bolezen gvinejskega črva (angl. guinea worm disease). To je okužba s črvom *Dracunculus medinensis*, ki se naseli v koži človeka. Ko se črv razmnoži in človek ponovno pride v stik z vodo, se prebije na plano in v vodo. Še leta 1986 je bila bolezen velik problem v Afriki. Danes pa je po zaslugi različnih ukrepov edina parazitska bolezen



Življenjski cikel filarije Onchocerca volvulus. Vir: www.cdc.gov/dpdx/.

William Cecil Campbell levo, Satoši Omura na sredini in Youyou Tu desno. Vir: www.drew.edu, www.wikiwand.com, www.newscientist.com



na pragu izumrtja. Naslednji bolezni, ki ji ma Carterjev center napoveduje izumrtje, pa sta rečna slepota in limfatična filarioza ali elefantiaza.

Kaj se lahko naučimo iz Nobelovih nagrad za fiziologijo ali medicino leta 2015? Po-

membno je vztrajati in iskati rešitve z odprto glavo tudi v naravi. Že Pehta je rekla, da za vsako bolezen rožca raste. Pustimo pametne naprave doma in nazaj k naravi. A po pameti, ker poskus le redko uspe v prvo.

Ob Nobelovi nagradi za medicino za leto 2015

Ivan Leban

Od leta 1910 Nobelova ustanova v Stockholmu na Švedskem izpolnjuje zahtevo Alfreda Nobela, ki jo je zapisal v oporoki, in podeljuje Nobelove nagrade za dosežke v fiziki, kemiji, fiziologiji ali medicini, literaturi in za prizadevanja za mir. Od leta 1968 tudi švedska banka Sveriges Riksbank podeljuje v spomin na Alfreda Nobela podobno nagrado v ekonomskih znanostih. Nagrado sestavljajo medalja, osebna diplomatska listina in denarna nagrada. Nagrade podelijo na slovesnostih v prvem tednu v decembru. Gre za nagrado ljudem, ki so v preteklem letu s svojimi odkritji ali izumi največ prispevali k blaginji človeštva. Lahko pa se ustanova odloči, da podeli nagrado tudi za pomembne dosežke iz preteklosti.

Seveda se takoj zastavi vprašanje, zakaj ni Nobelove nagrade za matematiko. Četudi obstaja precej nenavadnih razlag te Nobelove odločitve, je dejstvo, da je bil Alfred Nobel inženir, izumitelj in industrialec in se ni posebej zanimal za matematiko oziroma za »teoretske« znanosti. Nobelove nagrade se zato podeljujejo predvsem za uporabne raziskave. Vendar se pogosto pokaže, da teh uporabnih raziskav brez ustreznih temeljnih teoretskih raziskav ne bi bilo. V skladu s tem so Nobelove nagrade iz fizike in kemije praviloma podeljene za uspešno eksperimentalno delo in izume in ne za teoretske dosežke.

Mogoče je malo znan podatek, da je bilo do sedaj podeljenih 900 Nobelovih nagrad, od tega samo 49 ženskam. Najmlajši nobelovec je bil sir William Lawrence Bragg, ki je nagrado prejel star komaj 25 let. Jean Paul Sartre in Le Duc Tho sta zavrnila Nobelovo nagrado, prvi za literaturo, drugi za mir.

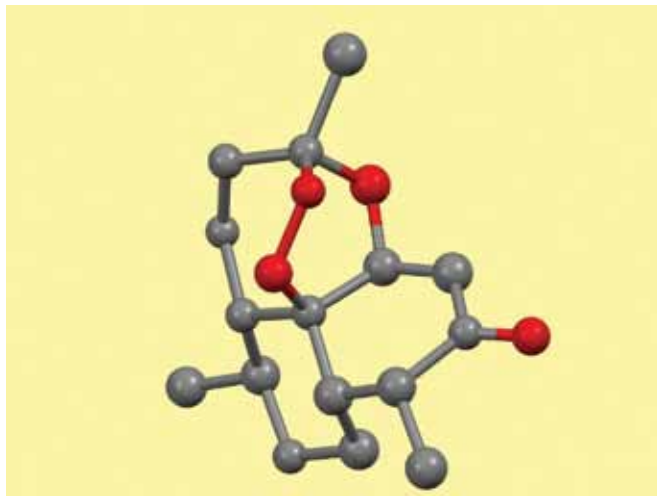
Adolf Hitler je trem nemškim znanstvenikom prepovedal prevzeti Nobelovo nagrado (Richardu Kuhnu, Adolfu Butenandtu in Gerhardu Domagku), Sovjetska zveza pa je od Borisa Pasternaka zahtevala, da se ji naj odreče. Najbolj znani dobitniki dveh Nobelovih nagrad so John Bardeen (za fiziko leta 1956 in 1972), Marie Curie (za fiziko leta 1903 in za kemijo leta 1911), Linus Pauling (za kemijo leta 1954 in za mir leta 1962) in Frederick Sanger (za kemijo leta 1958 in 1980).

Prejeti Nobelovo nagrado za delo za blaginjo človeštva je izjemna čast, vrednost Nobelove nagrade pa je le približno milijon evrov. Vsi dodatni podrobnejši podatki o Nobelovi nagradi so dosegljivi na spletni strani <http://nobelprize.org>. Prav v letu 2015 pa je bila uporabna stran znanstvenih odkritij posebej nagrajena. Nobelovo nagrado za fiziologijo ali medicino so prejeli Irec William C. Campbell in Japonec Satoši Omura za svoja odkritja v zvezi s terapijo pri okužbah, ki jih povzročajo gliste, ter Kitajka Youyou Tu za odkritje artemizina kot učinkovitega zdravila proti malariji. Artemizinin, v kitajščini qinghaosu, in njegovi derivati predstavljajo skupino zdravil, ki zelo hitro in učinkovito zdravijo malarijo. Artemizinin je znan v tradicionalni kitajski medicini in so ga izolirali iz sladkega pelina (*Artemisia annua*). Kemijsko je artemizinin modificiran laktone, ki vsebuje nenavaden peroksidni mostiček -O-O-. Prav temu peroksidnemu mostičku pripisujejo zdravilno učinkovanje.

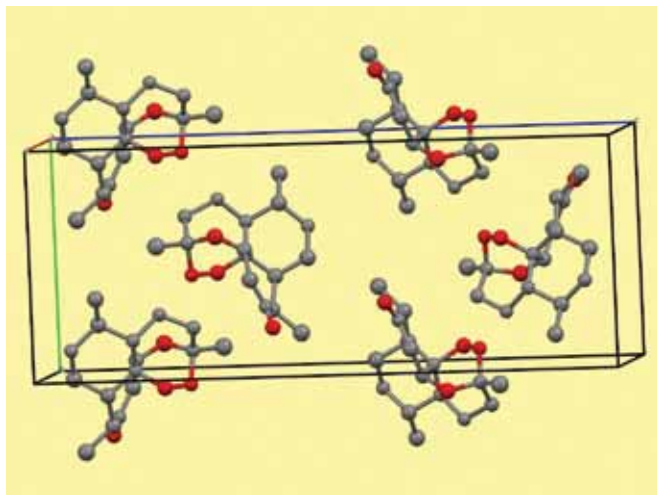
Zakaj kot upokojeni profesor kemije na Univerzi v Ljubljani pišem te vrstice? Leta 1987 mi je kolega prof. dr. Miha Japelj, ki je bil dolgoletni sodelavec na Katedri za

organsko tehnologijo ljubljanske univerze in direktor Raziskovalnega inštituta farmacevtske tovarne Krka v Novem mestu, prinesel epruveto z nekaj drobnimi kristali. Na etiketi je bil napis *Qinghaosu*. Krka je takrat pričela sodelovati s kitajskimi farmacevtskimi raziskovalnimi inštituti, največ z Inštitutom za tradicionalno medicino v Pekingu. Na podlagi državnega dogovora ministrov za zdravstvo Kitajske (dr. Yu Tsue Li) in nekdanje Jugoslavije (dr. Jakovljević) naj bi Krkini raziskovalci sodelovali s kitajskimi pri razvoju vseh končnih zdravil za zdravljenje malarije na podlagi artemizininina.

Kot naravoslovec sem se tedaj v laboratoriju prof. dr. Ljuba Goliča ukvarjal z rentgensko strukturno analizo. Če namreč na kristal posvetimo z rentgensko svetlobo, atomi v kristalu zaradi svoje velikosti uklanjajo rentgensko svetlobo. Z računalniško obdelavo uklonjene rentgenske svetlobe lahko pridobimo podatke, kako so atomi povezani v molekule in kakšna je razporeditev teh molekul v kristalu. To je sedaj že povsem avtomatizirani proces. Ni bilo težav, takrat smo že imeli na Računalniškem centru Univerze v Ljubljani (RCU) računalnik DEC-10. Ugotovili smo, da je organska molekula



Molekula artemizininina s peroksidnim mostičkom -O-O-; ogljikovi atomi so sive, kisikovi pa rdeče barve, vodikovi atomi niso prikazani. (Obe sliki sta narejeni s programom Mercury 3.5.1.)



Pravilna razporeditev molekul v osnovni kristalni celici. Ta celica se periodično ponavlja v vseh treh razsežnostih.

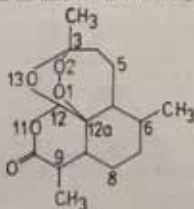
Acta Pharm. Jugosl. 34 (1988) 71–77

Crystal and molecular structure of Qinghaosu: a redetermination

YUEN LEEBAK
L.Y.W. 00132
Department of Chemistry and
Thermal Technology,
E. Kandel University,
2101 Lishijie
JINBA JAPPEL
Kobe Research Institute,
1000 Kato-machi

The crystal and molecular structure of Qinghaosu, and active principle of *Artemisia annua*, $C_{15}H_{22}O_5$, has been redetermined from X-ray diffraction data and refined to the weighted maximum-likelihood technique. The crystals are orthorhombic, space group $P2_12_12_1$ ($No. 19$), with $a = 8.378(3)$, $b = 9.435(3)$, $c = 24.109(4)$ Å, $D_c = 1.281$ g cm $^{-3}$, $Z = 4$, $M_r = 282.3$, at 298(2) K. Final conventional R and R_w values were 0.086 and 0.089 for 1018 contributing reflections. There are discrete molecules $C_{15}H_{22}O_5$ in the structure. The overall geometry of the molecule does not differ significantly from the previous structure determination. However, the conformation, bond lengths and valency angles are more precisely determined.

The compound, Qinghaosu, artemisinin, $C_{15}H_{22}O_5$, with the exact chemical name octahydro-3,8,9-trimethyl-1,12-epoxy-12H-pyran-4,13- β -1,2-benzodioxepin-10(3H)-one is an active principle isolated from the Chinese medicinal herb *Artemisia annua*. The compound is known as a fast-acting and effective drug against malaria. It can be chemically described as a sesquiterpene lactone with a peroxide bridge. The chemistry of Qinghaosu and its derivatives has been thoroughly studied (1). The crystal structure was previously determined in 1988 as well as the absolute configuration (2). In this structure the conventional R values were rather high (0.082 for 1333 reflections; 0.074 for 1238 observed reflections, CuK α radiation). The average $s.d.$'s for bond lengths were 0.009 Å. The redetermination of the crystal structure of the title compound with a larger initial data set is described in this paper together with the discussion of torsion angles.



71

Članek o artemizininu iz leta 1988.

skih peroksidov. Verjetno ne bi bilo težav. Vendar se je zgodilo kot že mnogokrat. Tisti, ki so odločali o strategiji raziskav in njenem financiranju, so rekli, da se to pač ne izplača, ker je bila popolna sinteza artemizininu znana že leta 1983. Tako imam članek o strukturi artemizininu s kolegi tudi v lastni bibliografiji pod številko 80 in se čudim, ker mu število citatov z leti narašča. ZUJF (*Zakon o uravnoteženju javnih financ*) me je upokojil, sedaj sem postal vrhunski državni administrator. Imam pa čas za razmislek. Molekula artemizininu je zelo enostavna, učinek zdravila je bil že dolgo znan že v tradicionalni kitajski medicini, zdravilo pa je mogoče razmeroma enostavno pridobiti iz sladkega pelina. Podobna je tudi zgodba o aspirinu – acetilsalicil-

qinghaosu precej enostavna, sestavljena iz 15 atomov ogljika, 5 atomov kisika in 22 atomov vodika.

Zanimivost molekule pa je bila prisotnost peroksidnega mostička -O-O-. V kristalu so molekule $C_{15}H_{22}O_5$ razporejene, kot je prikazano na zgornji sliki.

Zelo hitro smo napisali kratek znanstveni članek in ga objavili v *Acta Pharmaceutici Jugoslavici* (*Acta Pharm. Jugosl.*, 38, 1988: 71–77).

Minilo je že trideset let in spomnim se, da smo se tudi pogovarjali, kako bi kemijsko sintetizirali ta učinkovit antimalarik. V Ljubljani je pač močna raziskovalna skupina organske sinteze in prof. dr. Božo Plesničar je svetovno znan zaradi kemije organ-

ni kislini – s formulo $C_9H_8O_4$. Zdravilno učinkovino – salicilno kislino – je poznal pred 2.400 leti že Hipokrat. Pridobili so jo iz vrbovega lubja in ima protibolečinsko, protivročinsko in protivnetno delovanje. Aspirin je danes najbolj pogosto uporabljeno zdravilo na svetu. Prepričan sem, da bi pri sistematičnem pregledu tradicionalnih ljudskih pristopov k zdravljenju različnih bolezni odkrili še marsikatero enostavno zdravilo.

Veseli pa me, da smo slovenski znanstveniki skoraj nehoti prispevali koristne podatke v svetovno zbirko kristalografskih podatkov. Tako imam dober občutek, da smo naredili nekaj koristnega za splošno blaginjo človeštva.

Človeška ribica pod drobnogledom

Tajda Gredar in Lilijana Bizjak Mali

Bilo je konec januarja, ko se je svet zaradi nepredvidenega srečnega dogodka v Postojnski jami (samička je pričela z odlaganjem jajčec) začel zanimati za človeško ribico oziroma močerila (*Proteus anguinus*). Po štirih mesecih razvoja zarodkov pa smo priča tudi prvemu izleganju ličink. Da je močeril zelo zanimiva in skrivnostna jamska žival, zelo dobro vemo raziskovalci, ki se ukvarjamo s preučevanjem njegove specifične biologije. V tokratnem prispevku želimo razkriti novejša raziskave, v katerih smo pod drobnogled vzeli močerilove krvne celice in kromosome.

Določanje spola in kultivacija krvnih celic

Ugotavljanje spola po zunanjih morfoloških znakih je pri močerilu zelo negotovo, saj ni izraženega spolnega dimorfizma. Samci in samice so prepoznavni le med paritvenim obdobjem, in sicer samci po zadebeljenem

stoku ali kloaki ter samice zaradi številnih zrelih jajčec v jajčnikih, ki presevajo skozi tanko trebušno steno. Podatek o spolu je ključen za študij populacijske dinamike, ugotavljanje razmerja spolov v naravnih populacijah, raziskave evolucije spolnih kromosomov ter ne nazadnje za uspešen program razmnoževanja močerila v ujetništvu. V iskanju nedestruktivne metode določanja spola smo se odločili za citogenetski pristop in vizualizacijo njegovih kromosomov. Predvidevali smo, da so spolni kromosomi močerila heteromorfni (velik kromosom X in mali Y), kot je to značilno za njegovega najbližjega sorodnika nekturusa (Sessions, 1980). Nekturus ali blatni kužek živi v površinskih vodah severovzhodnega predela Združenih držav Amerike, skupaj z močerilom ga uvrščamo v družino močerilarjev (Proteidae). Poleg neoteničnosti

*Človeška ribica ali močeril (*Proteus anguinus*) je endemit podzemnih voda vzdolž Dinarskega krasa. Je pomembna krovnna vrsta ter naša neprecenljiva naravna in kulturna dediščina. Foto: D. Dalessi (Speleološki laboratorij Oddelka za biologijo na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani).*



in fizioloških značilnosti je obema skupno haploidno število 19 kromosomov, pa tudi ostale citogenetske značilnosti. Še predno smo kultivacijo močerilovih krvnih celic uspešno optimizirali, se je pokazalo, da so spolni kromosomi močerila popolnoma drugačni od nekturovih. Pri močerilu spolni kromosomi niso heteromorfni, pač pa so pri samcu in samici popolnoma identični. S proganjem kromosomov se je razkril tudi zanimiv vzorec, ki je enak vzorcu kromosoma Y pri nekturu. Predvidevamo, da se je dogodila tranzicija kromosoma Y na kromosom X (Sessions in sod., 2016), kar se kaže tudi v močerilovi specifični reproduktivni biologiji, kot so nizko preživetje potomcev (Juberthie in sod., 1996), razmerje spola v prid samicam, zastopanost jajčnih celic v testisih (Bizjak Mali in Bulog, 2015), številni propadajoči jajčni folikli v dozorevajočih jajčnikih (Bizjak Mali in Bulog, 2011) in ne nazadnje hermafrodizem, kot se je pokazalo pri nedavnem preučevanju morfologije gonad močerila (Bizjak Mali, članek v pripravi).

Za citogenetske raziskave, to je študij kromosomov, je potreben ustrezen material, ki zagotovi dovolj deležih se celic z vidnimi kromosomi. Pri dvoživkah za citogenetske raziskave najpogosteje uporabljajo notranje organe, kot so črevesje, testisi in kostni mozeg. Močeril je zakonsko zavarovana vrsta, saj je zaradi svojih specifičnih prilagoditev na jamsko okolje izredno ranljiva vrsta, potencialno jo ogroža vsakovrstno onesnaženje njenega življenjskega prostora. Material za citogenetske raziskave smo želeli pridobiti z metodo, ki ne zahteva žrtvovanja živali ter je zanj čim manj stresna. Odločili smo se za povzetje metode iz človeške citogenetike, kjer iz odvzete krvi vzgojijo primarno celično kulturo krvnih celic.

Standardni postopek odvzema krvi pri dvoživkah je odvzem krvi iz srčnega ventrikla, medtem ko je žival uspavana. Kot anestetik pri vodnih vretenčarjih uporabljajo trikain matansulfonat ali MS-222 (Ross in Ross,

2008). Iz srčnega ventrikla dvoživk se odvzame varna količina krvi, ki je odvisna od telesne teže živali. Pri močerilu smo odvzeli majhen vzorec krvi (do 100 mikrolitrov), saj nismo želeli tvegati. Poseg so vsi osebkii uspešno prestali in hitro okrevali. Srce pri močerilu je vidno skozi tanko kožo, ki ostaja neobarvana, saj v njej ni veliko pigmentnih celic ali melanofor. Slednje nam je olajšalo odvzem krvi iz ventrikla.

Za vizualizacijo kromosomov je treba spodbuditi celične delitve krvnih celic z mitogenom, nato pa celično delitev v metafazi ustaviti z antimitotikom. Celičnih delitev niso sposobne vse krvne celice, temveč lahko z mitogenom k delitvam spodbudimo samo limfocite. V ta namen uporabljajo mitogen, imenovan fitohemaglutinin ali PHA-M, ki je izoliran iz navadnega fižola. Prve celične delitve limfocitov v celični kulturi pri močerilu nastopijo četrty dan, njihovo število pa se v naslednjih treh do štirih dnevih poveča. Celični cikel je pri njem izredno počasen. Za primerjavo lahko povemo, da se človeški limfociti v zadovoljivem številu delijo že tretji dan kultivacije. Citogenetsko analizo uporabljajo pri rutinskih postopkih ugotavljanja napak na kromosomih človeškega zarodka.

Kot antimitotik, torej molekulo, ki zavstavlja celične delitve, uporabljajo alkaloid kolhicin in njegovo biosintezo predstopnjo kolcemid, ker preprečujeta nastanek mikrotubulov in tako onemogočita nastanek niti delitvenega vretena, posledično se celični cikel zaustavi v metafazi, ko so kromosomi najbolj kondenzirani in s tem tudi najlepše vidni.

Metodo gojenja krvnih celic močerila smo uspešno optimizirali in ugotovili, da so v primerjavi s človeško citogenetiko potrebne mnogo višje koncentracije PHA-M in kolhicina, prav tako je izpostavitve omenjenim kemikalijam bistveno daljša. Tako je bila potrebna kar 48-urna izpostavitve kolhicinu, v človeški citogenetiki je potrebna le 30- do 90-minutna izpostavitve. Pokazali smo, da



Kromosomi močerila (Proteus anguinus) v metafazi celičnega cikla, ki smo jih pridobili z metodo, povzeto po človeški citogenetiki. Barvano z Giemso. Merilo = 10 mikrometrov.
Foto: Tajda Gredar.

lahko pridobimo material za citogenetske študije z varno metodo, ki ne zahteva žrtvovanja živali. Presenetljivo je tudi, da je gojitev celic uspešno potekala pri temperaturi 25 stopinj Celzija, ki je bistveno višja od temperature v jamskem okolju. To je zanimivo, saj naši rezultati potrjujejo večjo temperaturno toleranco močerila, kot se je doslej predvidevalo. Podatek je tudi izrednega pomena za vzpostavitev optimalnih umetnih razmer za uspešnejšo vzgojo in razmnoževanje močerila v ujetništvu.

Morfologija krvnih celic

Kri in krvne celice so občutljiv kazalec onesnaženja v vodnih okoljih (Barni in sod., 2007). Kronična izpostavljenost onesnažilom v okolju privede do sprememb v morfologiji in deležu krvnih celic, do pojavnosti mikrojerder in padca proliferacije celic, do oslavitve imunskega sistema in posledično do zvišane dovzetnosti za okužbo s paraziti. Preučili smo morfologijo krvnih celic močerila in analizirali deleže posameznih tipov celic v krvi. Narejena je pomembna osnova za načrtovane hematološke študije. Hematološki parametri so pomembni kazalci fiziološkega stanja živali, z njimi lahko prepoznamo mo-

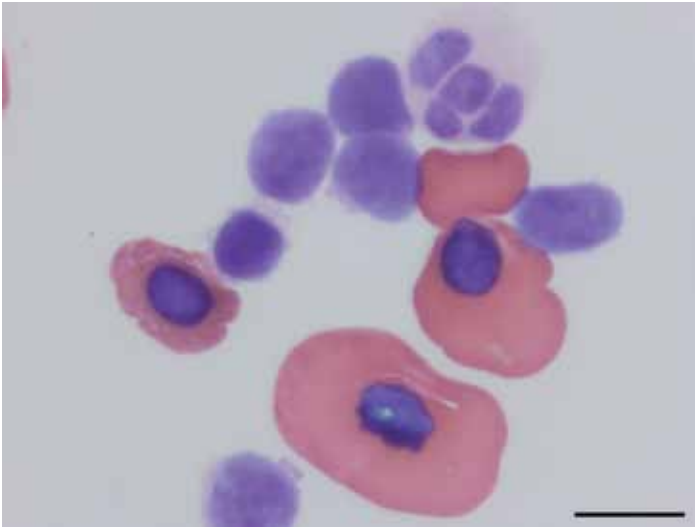
rebitne stresne položaje in okužbe, prav tako so pomembna podlaga za raziskave slabo preučenih obrambnih odzivov močerila na okužbe.

Eritrociti močerila so med večjimi pri vretenčarjih, kar se ujema z velikostjo genoma, ki je kar 15-krat večji od človeškega. C-vrednost, to je količina DNA v haploidnem jedru, izražena v pikogramih, je pri močerilu 48,4 pikograma (Gregory, 2001), povprečna dolžina eritrocitov pa 53 mikrometrov. Pri človeku C-vrednost znaša samo 3 pikogram, eritrociti pa merijo le okrog 7 mikrometrov.

Tako kot pri večini vretenčarjev (izjema so sesalci) imajo močerilovi eritrociti in tudi trombociti jedro, ki omogoča sintezo beljakovin in prilagajanje metabolnih procesov. V krvi močerila so tudi številne predstopnje eritrocitov, kar kaže na to, da dozorevanje eritrocitov poteka v krvi. To je značilno tudi za ostale repate dvoživke, saj v dolgih kosteh nimajo kostnega mozga, kjer bi sicer predstopnje eritrocitov dozorevale.

Gojenje celic iz koščkov repnega tkiva

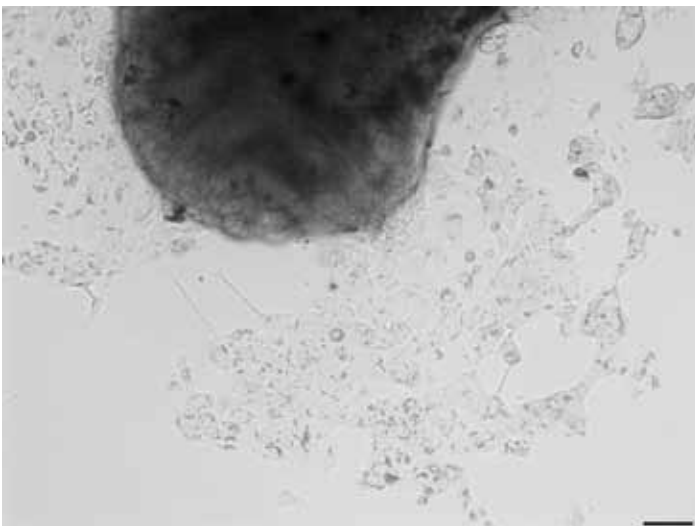
Uspešni smo bili tudi pri preliminarni kultivaciji majhnega koščka repnega tkiva mo-



Krvni razmaz močerila (Proteus anguinus). Največje celice so eritrociti, njim podoben, a manjši in z neenakomernim robom je eritroblast (levo), ki je predstopnja eritrocita. Vidni so še limfociti (en majhen in pet velikih) ter nevtrofilci (skrajno zgoraj) z lobuliranim jedrom. Merilo = 20 mikrometrov. Foto: Tajda Gredar.

čerila (angl. *explants*) velikosti 0,5 krat 0,5 milimetra. Že v prvem poskusu se je tkivo pritrdilo na podlago kultivacijske plošče in presenetljivo ohranilo viabilnost vse do 25 dni, kolikor smo ga spremljali. Po 16 dneh kultivacije so celice pričele migrirati, predvidevamo, da so potekale tudi celične delitve, kar moramo v nadaljevanju še potrditi. Glede na to, da je pri vsaki kultivaciji treba prilagajati številne parametre – temperaturo, ozmolarnost gojišča, koncentracije, dolžine inkubacij – ter da ni poznan vpliv sestavin

gojišča, antibiotikov in antimikotikov, ki so dodani gojišču, smo z izidom preliminarne kultivacije nadvse zadovoljni. Na ta način pridobljene celice predstavljajo nepogrešljivi material za citogenetske in druge (genetske, biokemijske, fiziološke, toksikološke) študije brez poseganja v naravne populacije, kar je še posebej pomembno za močerila, saj je ranljiva in potencialno ogrožena vrsta.



Posnetek migrirajočih celic iz koščka repnega tkiva (zgoraj) močerila (Proteus anguinus), narejen z invertnim mikroskopom. Merilo = 100 mikrometrov. Avtorica: Tajda Gredar.



Tajda Gredar je absolventka molekulske in funkcionalne biologije na Oddelku za biologijo na Biotehniški fakulteti na Univerzi v Ljubljani. V okviru magistrske naloge pod mentorstvom doc. dr. Lilijane Bizjak Mali se je lotila zahtevne naloge optimizacije kulture krvnih celic človeške ribice. Srednjo zdravstveno šolo Murska Sobota je zaključila kot zlata maturantka, nato pa se je vpisala na študij biologije, ki ji je bil pisan na kožo. Da se je med študijem veliko naučila in pridobila veliko izkušenj, se je pokazalo tudi pri njenem delu v laboratoriju, tako za magistrsko nalogo, kot tudi pri prostovoljnem delu, ki ji je izziv. Rezultate svojega raziskovalnega dela je predstavila na 1. slovenskem posvetovanju mikroskopistov v Piranu leta 2015, prav tako je soavtorica objavljenega znanstvenega članka o glioblastomu pri zarodkih cebric.

Dr. Lilijana Bizjak Mali je docentka na Oddelku za biologijo na Biotehniški fakulteti na Univerzi v Ljubljani. Njeni področja sta funkcionalna morfologija vretenčarjev in razvojna biologija. Raziskovalno se ukvarja s preučevanjem bioloških prilagoditev močerila na jamsko okolje, osredotočena pa je tudi na naravovarstveno problematiko za ohranitev močerila v njegovem naravnem okolju. Njene raziskave so zadnjih nekaj let usmerjene v reproduktivno biologijo močerila, predvsem v preučevanje morfologije gonad in zoritev spolnih celic, v preučevanje spolnih kromosomov in določanje spola ter v razvoj nedestruktivne metode določanja spola. Da bo biologinja, je vedela že kot osnovnošolka, na študij biologije pa je prišla predvsem zaradi strasti do rastlin. Med študijem se je odločila za ekološko usmeritev, nato pa je diplomirala iz popolnoma morfološke teme pod mentorstvom prof. dr. Borisa Buloga. V skupini prof. dr. Buloga je tudi ostala kot stažist asistent in od takrat dalje se njena življenjska pot prepleta s preučevanjem skrivnostne jamske dvoživke, kar ji je v velik izziv in veselje.

Slovarček:

C-vrednost. Količina DNA v haploidnem genomu organizma, izražena v pikogramih.

Citogenetika. Študij kromosomov.

Eritrociti. Rdeče krvne celice.

Levkociti. Bele krvne celice.

Mitogen. Molekula, ki spodbudi celično delitev oziroma mitozo.

Proliferacija celic. Razmnoževanje celic s celičnimi delitvami.

Trombociti. Krvne ploščice, pomembne za strjevanje krvi.

Viabilnost celic. Delež živih celic.

Literatura:

- Barni, S., Boncompagni, E., Grosso, A., Bertone, V., Freitas, I., Fasola, M., Fenoglio, C., 2007: *Evaluation of Rana snk esculenta blood cell response to chemical stressors in the environment during the larval and adult phases. Aquatic toxicology*, 81: 45–54.
- Bizjak Mali, L., Bulog, B., 2011: *Follicular ovarian atresia in the olm (Proteus anguinus anguinus)*. In: *Societa Italiana Scienze Microscopiche (Ed.), Proceedings of 10th Multinational Congress on Microscopy*, 4–9–September, 2011, Urbino, Italy, 295–296.

Bizjak Mali, L., Bulog, B., 2015: *The morphology of male gonads of the neotenic salamander (Proteus anguinus)*. *FASEB Journal*, 29 (1): 10.

Gregory, T. R., 2001: *The bigger the C-value, the larger the cell: genome size and red blood cell size in vertebrates. Blood cells, molecules and diseases*, 27 (5): 830–843.

Juberthie, C., Durand, J., Dupuy, M., 1996: *La reproduction des protées (Proteus anguinus) bilan de 35 ans d'élevage dans les grottes-laboratoires de moulis et d'aulignac. Mémoires de Biospéologie, Tome XXIII: 53–56*.

Ross, L. G., Ross, B., 2008: *Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals*. 3rd ed. Oxford: Blackwell publishing, 222 str.

Sessions, S. K., 1980: *Evidence for a highly differentiated sex chromosome heteromorphism in the salamander Necturus maculosus (Rafinesque)*. *Chromosoma*, 77: 157–168.

Sessions, S. K., Bizjak Mali, L., Green, D. M., Trifonov, V., Ferguson-Smith, M., 2016: *Evidence for Sex Chromosome Turnover in Proteid Salamanders*. *Cytogenetic and Genome Research*, DOI: 10.1159/000446882 (v tisku).

Zgodbe o močvirnicah – rod (genus) *Epipactis* (prvi del) • Botanika

Zgodbe o močvirnicah – rod (genus) *Epipactis* (prvi del)

Matej Lipovšek

Raznolikost pri močvirnicah iz rodu *Epipactis* ni nenavadna. Odstopanja v morfoloških lastnostih nekaterih vrst so tako očitna, da ne moremo govoriti o močvirnici v ožjem pomenu vrste – sensu stricto (s. s.). To velja predvsem za mnoge neopredeljene močvirnice, ki so podobne širokolistni močvirnici (*Epipactis helleborine*). Takšno morfološko odstopajočo močvirnico uvrščamo v oblikovni krog izhodiščne širokolistne močvirnice (*Epipactis helleborine* s. s.) in jo opredelimo kot širokolistno močvirnico v širšem pomenu – sensu lato (s. l.), torej *Epipactis helleborine* s. l.

Morfološke raziskave teh močvirnic so pokazale, da posamezne taksone ne moremo označiti le kot variabilne ali kot podvrsto izhodiščne močvirnice. Poimenovanje nekaterih močvirnic iz oblikovnega kroga širokolistne močvirnice je zato olajšalo pregled v sistematiki, a ob tem so vendar ostali pomisleki o utemeljenosti poimenovanja. V botaničnih ključih različnih avtorjev ne vidimo dosledne hierarhične opredelitve. Nekatere močvirnice so označene kot svoja vrsta, te iste pa drugje kot podvrsta ali pa le z oznako *Epipactis helleborine* s. l. Helmut Presser, avtor knjige *Orchideen* (Presser, 2002), na primer sploh ne omenja močvir-



Cvet širokolistne močvirnice (*Epipactis helleborine* s. s.). Foto: Matej Lipovšek.

nice *Epipactis latina*, ki jo poznamo v Sloveniji in kaže izrazito podobnost s širokolistno močvirnico. Kako bi si drugače razlagali obstoj več kot 50 vrst močvirnic, ki jih opisuje Pierre Delforge v knjigi o orhidejah (Delforge, 2006)? Določa jih namreč na podlagi morfoloških kriterijev, ki so različni in po njegovem opravičujejo tako obsežno število močvirnic. Mnogi drugi avtorji pa priznavajo manjše število vrst in so do opredelitve nekaterih vrst kritični. Kretzschmar (Kretzschmar, 2013) navaja, da so obstoječe

morfološke razlike vendar premajhne, število vrst pa ne more biti tako obsežno, ker se mnoge med seboj podobne močvirnice nahajajo v geografsko ozkih območjih. V nekaterih primerih gre le za en takson, ki šteje nekaj ducat rastlin na majhnem območju. Botaniki se na terenu opirajo na tradicionalne metode, ki temeljijo na morfoloških razlikah. Le tem nekateri ostajajo zvesti. Opredelitev pa je otežena zaradi vpliva okoljskih dejavnikov, razvojne stopnje rastline in omenjenih razhajanj v taksonomskem

določevanju med avtorji. V zadnjih dvajsetih letih je z razvojem molekulskih analiz prišlo do obsežnih sprememb v sistematiki rastlin na različnih taksonomskih ravneh. Kar precej sprememb so v družino orhidej vnesli britanski raziskovalci (Bateman, 2001; Hollingsworth) z uporabo različnih molekulskih označevalcev. Z molekulskim pristopom se je na podlagi preučevanja genetske podobnosti spremenila sistematika nekaterih orhidej v rodovih te družine. V rodu močvirnic (*Epipactis*) pa je molekulska sistematika precej nedovršena. Težave so v tem, da je bilo v Evropi le malo novo odkritih močvirnic predmet genetskih raziskav. Te so pokazale, da se posamezne močvirnice znotraj ožje populacije genetsko zanesljivo razlikujejo. To spoznanje dopušča predpostavko o skupni predhodnici močvirnic, ki bi jo lahko imenovali prastara *Epipactis helleborine*. Skozi obdobja in ob kopičenju mutacij so se razvile nove, največkrat avtogamne vrste. Kdaj in kako so se posamezni rodovi in vrste znotraj rodu *Epipactis* ločile, bomo lahko jasneje opredelili s kombinacijo različnih molekulskih analiz, predvsem analiz plastidne DNA in ITS. Močvirnice so se prilagodile krajevnim okoliščinam in razmeram na rastišču, ki za širokolistno močvirnico v sedanjem obdobju ne bi bili primerne. Današnja sistematika močvirnic ni najbolj primerna predvsem zato, ker na podlagi dosedanje literature večina vrst še ni genetsko opredeljena, da bi lahko zanesljivo sklepali na genetsko sorodnost med taksoni.

In kako gledamo na močvirnice pri nas zdaj?

Naslednje zgodbe o posameznih močvirnicah na Slovenskem opisujejo težave, s katerimi se pogosto srečujemo.

1. Zgodba o Leutejevi močvirnici (*Epipactis leutei*)

Karl Robatsch in Michael Perko sta leta 1989 objavila širokolistni močvirnici podobno novo vrsto, ki jo je Robatsch imenoval po dr. Gerfriedu H. Leuteju. Ta, Leutejeva

močvirnica, se nahaja na pobočju Malega Obirja na Koroškem. V osemdesetih letih sta enako močvirnico našla Vlado Ravnik in Karl Robatsch tudi na trentarskem pobočju Vršiča. Od takrat avtorji navajajo, da se Leutejeva močvirnica nahaja na avstrijskem Koroškem in v območju Triglavskega narodnega parka. Pri nas je v naslednjih letih nismo več našli. Zaman so jo poskušali najti različni botaniki. Ravnik sam pove, da se je vračal na trentarsko pobočje Vršiča, a je tam ni bilo več. Ko je zbiral podatke za knjigo *Orhideje Slovenije* (Ravnik, 2002), mu je Michael Perko iz Celovca posredoval fotografijo Leutejeve močvirnice. V knjigi *Kukavičevke v Sloveniji* pa Branko Dolinar (2015) predstavlja Leutejevo močvirnico kot podvrsto širokolistne močvirnice (*E. helleborine* subsp. *leutei*). Opisuje jo predvsem v alpskem fitografskem območju Slovenije. Po njegovem naj bi bili vprašljivi podatki o pojavljanju te močvirnice zunaj alpskega območja. To morda velja za odkritje neznane močvirnice na dveh krajih v območju Senovega (Marina in Tadeja Brinovec), ki je bila kasneje opredeljena kot *Epipactis leutei* (Lipovšek, 2009). Dvom o takšni opredelitvi so kasneje izrazili nekateri poznavalci močvirnic (Jože Kosec, Stefan Hertel, Roko Čičmir). Italijanski botaniki (Perazza, Lorenz, 2013) enačijo Leutejevo močvirnico z vrsto *E. leptochila* subsp. *neglecta*, Jogan (2007, str. 767) navaja, da je taksonomski položaj nejasen in da ne gre za samostojno vrsto, ampak kvečjemu podvrsto. Velika težava je tudi zaradi podobnosti med Leutejevo močvirnico iz njenega klasičnega rastišča in močvirnicami, ki rastejo pri nas. Ta podobnost je lahko zavajajoča. Zato smo leta 2014 pričeli z morfološkimi in genetskimi primerjavami senovske Leutejeve močvirnice s prvotno objavljeno Leutejevo močvirnico pod Malim Obirjem na njenem klasičnem rastišču na avstrijskem Koroškem.

Ob tem se je na terenih v Sloveniji in na Koroškem v Avstriji pokazala dodatna zanimivost. Ob času cvetenja *Epipactis leutei* je



Cvetova Leutejevih močvirnic (*Epipactis leutei*): levi cvet je iz Avstrije, desni iz Slovenije. Foto: Matej Lipovšek.

na Koroškem in pri nas v bližini Leutejeve močvirnice zacvetela izjemno podobna močvirnica, ki se je razlikovala le po krajšem epihilu, ki tvori prednji del medene ustne. Ostali morfološki podatki teh močvirnic so bili enaki.

V upanju, da bodo genetske raziskave pripomogle k vprašanju, ali obstaja Leutejeva močvirnica na Slovenskem, smo poleg vzorcev Leutejeve močvirnice iz avstrijske Koroške in Slovenije analizirali tudi vzorec (stebelni list) Leutejeve močvirnice iz Madžarske. Rezultati so pokazali ujemanje vseh treh močvirnic iz Avstrije, Madžarske in Slovenije pri pretočni citometriji, ožjo sorodnost pri analizi regije ITS in odstopanja pri oceni AFLP. Šele na podlagi molekularskih analiz, v katere bomo vključili Leutejeve močvirnice z vseh rastišč v Sloveniji, bomo zanesljivo potrdili njihov obstoj v Sloveniji.

2. Zgodba o Voethovi močvirnici (*Epipactis voethii*)

To nežno in gracilno močvirnico je odkril Walter Vöth na območju Bisamberg severno od Dunaja leta 1993. Objavil in poimenoval po gospodu Vöthu pa jo je Karl Robatsch (Robatsch, 1993). Nova odkritja Voethove močvirnice so bila na Gradiščanskem (Günser Gebirge), kasneje pa so prihajala poročila o njenem odkritju iz Češke, Madžarske in Hrvaške. Branko Dolinar je bil prvi, ki je domneval njen obstoj že pred dobrim desetletjem na Goričkem. In potem jo je našel še na Srebrnem bregu ter kasneje v Godenincih blizu Središča ob Dravi. Pri določanju močvirnice sem sodeloval in smo jo nato objavili v *Proteusu* (Lipovšek, 2009). Veselje, da imamo tudi pri nas to močvirnico, ni dolgo trajalo. Kmalu po objavi je prišlo do dvomov o obstoju Voethove močvirnice na Goričkem in v Godenincih. Kako smo jo sploh določili? Na voljo smo imeli opise



Voethovi močvirnici (Epipactis voethii): leva iz Madžarske, desna iz Slovenije. Foto: Matej Lipovšek.

in slikovne priloge, ki so ponujali primerjave. Morfološke značilnosti »naše« Voethove močvirnice so ustrezale prvotnim opisom. Kasneje smo videli, da se zatika pri opisu cvetnih struktur, ki jih je možno analizirati le s stereolupo. Češki orhidolog Petr Batoušek je objavil podrobnosti, ki jih na terenu tudi z navadno lupo ni bilo možno oceniti (Batoušek, Kežlinek, 2012). V sklopu naših raziskav smo pod stereolupo natančneje preučili zgradbo stebriča znotraj cveta (glej pomen izrazov). Ta meri v eno ali drugo smer nekaj milimetrov in podrobnosti na teh razdaljah s prostim očesom zlahka uidejo pozornosti. Stebriči različnih močvirnic se razlikujejo in ta razlika pripomore k določanju posameznega taksona. Po Batoušku naj bi merjenje določenih parametrov na stebriču olajšalo razvrščanje vrst, podvrst ali njim podobnih močvirnic. Te podrobnosti Batoušek tudi jasno opredeljuje s skicami in jih uporablja v ključu za nekatere taksoni, med

drugim jasno opredeljuje značilnosti stebriča Voethove močvirnice. Po izkušnjah, ki smo si jih pridobili, pa se je pokazalo, da kljub nekaterim statistično značilnim razlikam značilnosti struktur stebriča in nekaterih cvetnih parametrov niso dovolj zanesljive pri dokončni opredelitvi posameznega taksona. Nadejali smo si, da bi pomoč poznavalca na rastišču na Goričkem pomembno vplivala na nadaljnje razjasnitve. Hrvaški orhidolog Roko Čičmir je že leta 2011 ob obisku na Srebrnem bregu dejal, da taksoni z »našo« oceno Voethove močvirnice niso nič drugega kot taksoni iz oblikovnega kroga širokolistne močvirnice. Enako je menil tudi Stefan Hertel iz Nemčije, ki si je ogledal rastline in rastišča leta 2013. Ostala je še ena pot. Odločili smo se za genetske analize in primerjali Voethovo močvirnico iz Madžarske z domnevno Voethovo močvirnico na Goričkem. Pomoč na Madžarskem je ponudil naravovarstvenik biolog Ovari

Miklos, ki je tudi skrbnik v naravnem rezervatu ob Blatnem jezeru. Podoba »prave« Voethove močvirnice na Madžarskem se ni očitno razlikovala od »naše« na Goričkem. Pretočna citometrija in regija ITS nakazuje sorodnost, vendar na hierarhičnem nivoju širokolistne močvirnice raziskave kažejo premalo podpore. Z analizo AFLP in kloroplastne DNA si v prihodnjem letu ob primernem številu vzorcev s slovenskih, madžarskih in avstrijskih nahajališč obetamo razjasniti obstoj Voethove močvirnice na Slovenskem.

3. Zgodba o močvirnicah z Goriškega

Pogosto sem se spraševal, kakšno močvirnico imam pred seboj. Določanje znanih in morfološko nezmotljivih močvirnic ni skoraj nikoli delalo težav. Pri vseh, kjer je prevladovala zelena barva z več ali manjšimi odtenki rdečkaste barve, je bila zgodba pogosto drugačna. Podobnost s širokolistno močvirnico je bila lahko izrazita, a neredko tako drugačna, da sem mislil na neko vrsto, ki bi jo veljalo raziskati. Na Goričkem smo vrsto let sledili različnim močvirnicam in tam jih je kar nekaj, ki so nam delale preglavice zaradi gracilne zgradbe, majhne rasti, cvetov, ki niso spominjali na »heleborinski« izvor, ali celo zaradi neverjetno lepe barvitosti. Slednja sicer pri širokolistni močvirnici ni redka, a vedno zbuja pomisleke o morebitni različici osnovne vrste.

Poleti leta 2013 sem povabil priznanega nemškega orhidologa Stefana Hertla v Slovenijo in mu med drugim pokazal različne močvirnice. Zanimiv je odziv strokovnjaka, ki ima »evropski pregled« nad močvirnicami. Z odgovori ni bil hiter. Hodila sva od enega do drugega rastišča in videl sem, da je bil navdušen nad bogato izbiro na pogled različnih taksonov. Stala sva nedaleč od ceste pred skupnico petih močvirnic, ki so se po moji oceni razlikovale po stebelnih listih, višini, barvi in socvetjih. Bile so rahlocvetne, gostocvetne in vse na območju nekaj kvadratnih metrov. Na moje vztrajno

vprašanje, kam sodijo, je odgovoril: »Če že hočeš, vse te sodijo v oblikovni krog širokolistne močvirnice *Epipactis helleborine* s. l.« Sprva mu nisem odgovoril, nato pa le pripomnil: »Kaj praviš, če bi z genetskimi analizami poskušali najti razlike ali skupne parametre, ki bi pokazale ...?« »Kaj misliš, da bi pokazale?« je odvrnil. »Le poskusi in vesel bom odgovora, kakršenkoli že bo.«

Dve leti smo se trudili z genetskimi analizami. Odgovori so prihajali počasi, a ponudili so drugo razlago. Pokazalo se je, da na Goričkem cvetijo trije genetsko različni taksoni, ki ne sodijo k širokolistni močvirnici v ožjem smislu (*Epipactis helleborine* s. s.) (Ivanuš, Šiško, Urbanek Krajnc, Luthar, Šuštar, Lipovšek, 2014). Stefan Hertel je imel prav, a morda le začasno, saj bodo šele prihodnje molekulske in klasične analize pripomogle k razjasnitvi njihove taksonomske pripadnosti. Stefanu sem sporočil, odgovora nisem prejel, a mislim si, da se je namuznil, ko je prebiral moj odgovor ...

4. Zgodba o ozkoustni močvirnici (*Epipactis leptochila*)

Igor in Andrej Paušič sta pridno botanizirala že v otroških letih. Nedaleč od njune domačije v Lendavskih goricah se proti madžarski meji razprostira neokrnjeni Redički bukov gozd. Na tem obmejnem območju ni bilo posegov v naravo in tudi v gozd je le redko kdo zahajal. Pred mnogimi leti sta Paušiča v tem gozdu našla nenavadno močvirnico, ki je nista znala uvrstiti. Igor me je povabil, da si jo ogledam. Vabila sem bil vesel in ko sem močvirnico videl, je bilo jasno, da je nekaj posebnega. Šlo je za ozkoustno močvirnico, ki pa se je nekoliko razlikovala od enake močvirnice s pobočij Lisce. Na Lisci smo takrat, zahvaljujoč Dušanu Klenovšku, poznali edino zanesljivo rastišče ozkoustne močvirnice. Razlika med tema taksonoma je bila v obliki prehoda na medeni ustni. Prehod iz zadnjega režnja medene ustne (hipohil) v prednji režen medene ustne (epihil) je bil pri močvirnici na



Ozkoustne močvirnice (*Epipactis leptochila*) v Trnovskem gozdu. Foto: Matej Lipovšek.



Cvet ozkoustne močvirnice (*Epipactis leptochila*). Foto: Matej Lipovšek.

Lisci ožji kot tisti pri lendavski močvirnici. Zato sem nekaj časa celo menil, da bi lahko šlo za podvrsto ozkoustne močvirnice. Za pomoč sem prosil poznavalca Adolfa Riechelmana iz Nemčije, ki mi je po pregledu poslanih slik lendavske močvirnice odgovoril, da bi šlo lahko za podvrsto, opisano s strmin pod Učko v Istri (*Epipactis leptochila* subsp. *dinarica*). Nenavaden zadetek, sem premišljeval, to pa je pomenilo, da morava z Igorjem na Učko. Res nama je uspelo, pravzaprav Igorju, ki je našel omenjeno podvrsto ozkoustne močvirnice na kvarnerski strani pod vrhom cestnega prelaza na Učki. Takrat nama je postalo jasno, da lendavska močvirnica ni enaka močvirnici na Učki. Nadaljnja razjasnitev med tema taksonoma je morala počakati nekaj let, dokler nismo pričeli z genetskimi raziskavami. Te pa so leta 2013 pokazale, da sta močvirnici na Lisci in v Lendavskih goricah genetsko sorodni. Vendar to še ni bilo vse. Istega leta 2013 me je Jože Kosec peljal na Gorjance, kjer mi je na Krvavem kamnu pokazal tretje rastišče ozkoustne močvirnice. Tam je cvetelo približno pet ali šest močvirnic in vse

so nesporno pripadale ozkoustni močvirnici. Jože mi je zaupal še eno rastišče enake močvirnice v Trnovskem gozdu. Preteklo je leto, preden smo se v majhni skupini idrijskih ljubiteljskih botanikov odpravili na Lokve v Trnovskem gozdu. Tam sta mi Anka Vončina in Rafko Trpin pokazala rastišče ozkoustne močvirnice, ki je kazala nezmotljive značilnosti tega taksona.

Nedaleč naprej je Rafko pokazal še eno rastišče pred krajem Predmeja, a je precej deževalo in utegnil sem vzeti le vzorce za laboratorijske raziskave. In kaj so pokazale genetske preiskave? V moje veliko veselje so se rezultati raziskav pretočne citometrije, ITS in AFLP pri vseh vzorcih ujemali med seboj. Takšnega ujemanja med ozkoustnimi močvirnicami na podlagi morfoloških značilnosti in genetskih raziskav do zdaj pri drugih močvirnicah nismo našli. Tu so bile genetske raziskave res v pomoč, da sem prišel obstoju ozkoustne močvirnice na različnih rastiščih do dna.

(Se nadaljuje v naslednji številki.)

Forenzika – televizijski mit ali izjemna znanost?

Sara Kokelj

Forenzika je skupno ime za znanje iz različnih strok, ki prispevajo k raziskovanju kaznivih dejanj in preiskovanju človeških ostankov v primeru raznih katastrof. Samo ime izvira iz latinskega pridevnika *forensis*. Ta je v starem Rimu označeval vse, kar se je nanašalo na obravnavo, ki je potekala na Forumu, osrednjem večnamenskem prostoru, obkroženem z javnimi zgradbami, ki je v glavnem služil kot javno zbirališče.

Razvoj te znanosti sega že v čas pred našim štetjem, ko so bili v zgodnjih poslikavah neandertalcev odkriti prstni odtisi. Zasledimo ga tudi v času starih Rimljanov, ko je zdravnik, ki je pregledal truplo Julija Cezarja, ugotovil, da je bila zanj usodna le ena od številnih ran, ki so mu bile zadane. Tako se je razvoj nadaljeval vse do danes in ker je navsezadnje le čas najboljši učitelj človeštva, smo danes lahko priča pravemu razcvetu forenzike.

V grobem se forenzika deli na kriminalistične in na sodnomedicinske raziskave. V raznih televizijskih oddajah, ki so danes zelo aktualne, se pojavlja nekakšen omejen in neroden prikaz obeh glavnih vej forenzike, vendar marsikatero dejstvo, kot je že

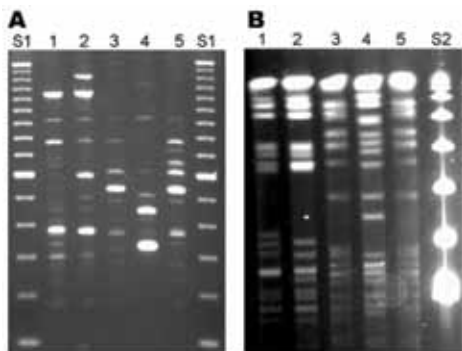
navada v sodobni skomercializirani filmski industriji, prikažejo nepravilno. Vzemimo samo primer prikaza iskanja sledov na kraju zločina. V nemalo serijah preiskovalci po preiskovanih površinah hodijo nezaščiteni in v zelo velikem številu. V resničnosti bi tako poškodovali, izbrisali in uničili veliko število dokazov, s katerimi bi lahko odkrili storilca, saj so drobni, navidez nepomembni sledovi, kot na primer lasje, prstni odtisi in razni biološki vzorci, zelo hitro zbrisljivi. Pravi preiskovalci jih tako na kraju kaznivega dejanja najprej previdno zberejo z vatranimi paličicami in posebnimi orodji ter jih dajo v sterilne epruvete in shranijo na hladnem, da DNA ne razpade.

V raziskovanju je zelo zanimivo in danes tudi aktualno dokazovanje očetovstva, ki ga izvajajo na podlagi primerjanja genskega zapisa preiskovanih oseb. Poenostavljeno povedano, najprej genskemu materialu primešajo posebne kemikalije, ki povzročijo pomnožitev dednega materiala za analizo,

Slika primerjanja dednega materiala.

Zelo poenostavljeno povedano: električni tok teče skozi gel in različna nukleotidna zaporedja tvorijo pasove, ki spominjajo na »lesteve« glade na svoj električni naboj in molekularno velikost. Postopek se imenuje gelska elektroforeza. Osvetljene proge, ki se kažejo na mestih v gelu, kažejo identiteto nukleotidnih zaporedij. Na levi sliki (A) so v stolpcu S1 za kontrolo prikazani vsi geni, v drugih stolpcih (označenih z 1, 2 in 3), pa geni različnih oseb, katerih ujemanje primerjajo med seboj, da ugotovijo sorodstvene povezave med domnevnimi sorodniki. V prvem stolpcu, stolpcu 1, prikazuje na primer materino zaporedje genov, v stolpcu 2 očetove gene in v stolpcu 3 gene domnevnega sina ali hčere. Na podlagi ujemanja genov potomca z geni staršev (nekaj jih potomec dobi od matere in nekaj od očeta) ugotovijo, ali med osebami obstaja ožja družinska povezava.

https://www.google.si/search?q=pcr+test&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi6jIlgPrJAhXBfHIKHZEFDcQQ_AUIBygB&biw=1745&bih=890#imgsrc=2osaDIBfrug_JM%3A . (20. februarja 2015.)



nato ponavljajoče se vzorce označijo z barvo ali katero drugo snovjo in jih poženejo skozi ozko cevko, kjer jih zazna senzor, ki podatke pošlje računalniku. Rezultat je tako osebna izkaznica lastnika DNA. Ostane jim samo še primerjava dobljenih prikazov. V enem stolpcu prikažejo dedni material potomca (sina ali hčere), v drugem prikažejo materin dedni material, in nazadnje na podlagi dejstva, da potomec dobi gene od matere in očeta, primerjajo še ujemanje genov domnevnega očeta in sina oziroma hčere. V forenziki je zelo zanimivo tudi preiskovanje kosti in drugih telesnih tekočin. Preseñetljivo je na primer, da se rase med seboj ne razlikujejo le po barvi kože in kulturnih ter razvojnih smereh, temveč tudi po obliki

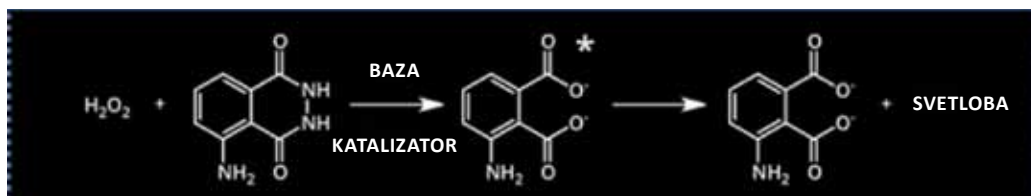
lobanje. Belci imamo tako bolj okrogle lobanje s čeljustnico, pomaknjeno pod obrvi. Ljudi z afriškimi predniki pa zaznamuje bolj ovalna lobanja z obrazno linijo od čeljusti do oči.

Prav tako je zanimivo, da kri pod lumino-lom, s katerim preiskovalci iščejo krvave sledi, četudi so izbrisane, oprane ali zažgane, še vedno modro zažari. To je posledica hemoglobina v krvi, ki vsebuje železo. Železo povzroči fluorescentno modrikasto žarenje. Železo na mnogih površinah ostane v majhnih količinah v nam s prostim očesom nevidnih porah. V primeru, ko kri zažgemo, pa izparijo samo voda in beljakovine, železo pa se ohrani. Na podlagi vidnega načina razpršitve in mest kapljic krvi pa lahko stro-

Primerjava lobanj glede na raso in spol. V zgornji vrstici so prikazane lobanje, ki so nekoč pripadale predstavnicam ženskega spola, v spodnji vrstici pa lobanje, pripadajoče moškemu spolu. Ženske imajo glede na ta pogled s strani bolj navpično in okroglo čelnico (os frontale), moški pa imajo nižjo in bolj nagnjeno čelnico. Spodnja čeljustnica (mandibula) je pri ženskah bolj poševna, pri moških pa je njena linija ravna. Glede na raso pa je glavna razlika v dolžini dela lobanje, ki ga označuje zadajšnja sredinska črta (linea mediana posterior) v lobanjskem delu. Prav tako so vidne razlike v obliki, postavitvi ter velikosti zgornje čeljustnice (maxilla). Ljudje z azijskimi predniki imajo zgornje čeljustnice bolj poševne in pomaknjene nazaj, ljudje z afriškimi predniki pa bolj ravne in daljše. Potomci belcev so po tej kosti nekje med obema prej navedenima pripadnikoma ras.

<https://boneclones.com/product/human-male-and-female-skulls-african-asian-and-european-COMP-120-SET>. (4. aprila 2016.).





Zakaj luminol zasveti. Raztopina luminola prav tako vsebuje sredstvo, ki oksidira, kot na primer vodikov peroksid, ter bazo. V prisotnosti katalizatorja reakcija proizvaja energijo ter tako spodbuja elektrone v proizvodu, da se dvignejo na višjo energijsko raven, ko pa se ti povrnejo na prejšnjo raven, sprostijo višek energije v obliki svetlobe.

<http://www.compoundchem.com/2014/10/17/luminol/>. (20. februarja 2015.)

kovnjaki kasneje določijo morilsko orožje in potek zločina.

Danes je forenzika tako razširjena, da jo uporabljajo celo v manj razvitih delih sveta, kot sta na primer Afrika in Indija. Potreba po razvoju te znanosti se je v teh delih v največji meri pojavila zaradi preiskovanja in ugotavljanja posmrtnih ostankov, najdenih po uničujočih naravnih katastrofah in terorističnih napadih. Po mnenju strokovnjakov tudi v Sloveniji ne zaostajamo za ostalimi evropskimi državami in tako tudi precej denarja namenjamo nakupu opreme za preiskovalne laboratorije. Kljub temu zelo po-

zitivnemu dejstvu pa na naših tleh študija za specializirana področja forenzike žal še ni. Za tovrstni študij bi se tako morebitni študentje po opravljeni medicinski fakulteti morali odpraviti na pot čez veliko lužo v Združene države Amerike.

Kljub temu pa lahko tisti, ki nas to področje zanima, veliko naredimo sami z rednim branjem strokovne literature in z vključitvijo v raziskovalno in rutinsko delo v laboratorijih, specializiranih za določena področja. Novih stvari pa ni mogoče odkriti v enem dnevu, kot bi vam lahko potrdili tudi Arhimed, Newton, Einstein, Michelangelo in Kopernik, če bi bili še živi. Za pridobivanje znanja je potrebno veliko energije in učenja. Na koncu pa se lahko rešitev, ki jo iščemo, pokaže v kratkem in jasnem preblisku. Prav tako pa so sadovi dela včasih poplačani samo z osebnim navdušenjem nad uspehom. Kljub vsemu pa je znanost za tiste, ki nas



Prej nevidni sledovi krvi pod luminolom zažarijo.

<http://clarissadraper.blogspot.si/2012/08/luminol.html>. (20. februarja 2015.)

zanima, neprecenljiv zaklad. Tako navsezadnje vendarle drži: »Per aspera ad astra. Prek trnja do zvezd.«



Predstavitev avtorice:

Sara Kokelj se je rodila 31. oktobra leta 1999 v Ljubljani. Končala je drugi letnik Škofijske klasične gimnazije v Šentvidu. Navdušuje jo biologijo (sploh področje človeškega telesa) in rada raziskuje. Letos se je prvič srečala s pisanjem priročnika za mlade o forenziki. Objavila je kratek povzetek priročnika v obliki članka. Njeno vodilo v raziskovanju in pisanju je: »Nikoli nisi premlad za iskanje znanja.«

Zob paleozojskega morskega psa iznad Hrušice • Paleontologija

Zob paleozojskega morskega psa iznad Hrušice

Matija Križnar, Adriana Novak in Davorin Preisinger

Fosilni ostanki paleozojskih vretenčarjev so v Sloveniji izjemno redki. Vse dosedanje najdbe, ki izvirajo izključno iz Karavank, bi lahko prešteli na prste ene roke. Nekaj redkih zob petalodonih zob je opisal že paleontolog Anton Ramovš, nekaj pa jih je bilo predstavljeno le posredno. Sredi leta 2012 je naključje hotelo, da smo pregledovali kamnite bloke na območju, imenovanem Na Visokih, ki leži ob gozdni cesti med Dovjem in Hrušico. Na površini za pest velikega kamna smo našli do tedaj še neznan ostanek zoba morskega psa. Pokazalo se je, da gre tudi v svetovnem merilu za izjemno najdbo.

Geološka zgradba med Dovjem in Jesenicami je zelo pestra. V pasovih se pojavljajo kamnine iz poznega paleozoika in vse do zgornjega triasa. Karbonske in permske plasti na mnogih mestih vsebujejo bogato bero fosilov. V zgornjekarbonskih skrilavih glinavcih so najdeni posamezni ramenonožci in trilobiti, medtem ko apnenci vsebujejo tudi pogoste fuzulinidne foraminifere. Veliko bolj razprostranjene so golice spodnjeperskih plasti, ki premorejo ponekod bogato mikrofavno, vmes pa najdemo tudi lumakele z ostanki morskih lilij. Revnejše z makrofosili so triasne plasti, ki ležijo v višjih (severnejših) predelih in gradijo dvi-



Bližnja slika najdišča novega paleozojskega zoba. Najdišče leži ob gozdni cesti med Dovjem in Plavškim Rovtom nad Hrušico. Foto: Matija Križnar.

gnjene vrhove in grebene nad Dovjem in Hrušico.

Ostanek zoba je bil odkrit na pobočnem grušču, torej sekundarnem mestu. Zob je bil že delno izlužen na površini temnosivega apnenca verjetno spodnjepermske starosti. Na površini kamnine je mogoče že s prostim očesom zaslediti prereze posameznih fuzulinid, ostankov morskih lilij in rame-nonožcev. Primerek je bil kasneje dodatno očiščen z mehansko preparacijo. S postopkom preparacije, predvsem že preperelih delov kamnine, smo dobili vpogled v celotno obliko zoba, kar je omogočilo tudi dokaj natančno rodovno in vrstno opredelitev.

Pravo paleontološko delo se je začelo z iskanjem primerjalne literature in dodatnega dopisovanja z nekaterimi paleontologi po svetu. Zob ima glavno krono in stranske

zobne konice, na vsaki strani po dve. Zob je visok približno 26 milimetrov in širok 28 milimetrov, višine stranskih konic pa so manjše. Korenina zoba na žalost ni ohranjena oziroma je še vedno v kamnini. Že prve primerjave s podobnimi najdbami so kazale, da zob gotovo pripada nekdanj zelo pogostemu rodu *Cladodus*. Ta rod je v preteklosti združeval veliko različnih zob paleozojskih morskih psov. Dimenzije in oblika karavanskega primerka so se najboljše ujemale z vrsto *Cladodus occidentalis*, ki je bila znana iz karbonskih plasti v Združenih državah Amerike.

Temeljito pregledovanje literature je pokazalo, da so podobni ostanki izjemno redki. Na srečo so pred nekaj leti paleontologi izvedli revizijo vrste *Cladodus occidentalis* in jo uvrstili v nov rod *Glikmanius* in posledično



Zob, slikan ob najdbi. Na površini kamnine so opazni manjši ostanki fosilov. Po preparaciji so se pokazali še nekateri drugi znaki. Foto: Adrijana Novak.

v vrsto *Glikmanius occidentalis*. Prav ti primerki so izjemno podobni novemu zobu iz Karavank. Ker nekateri znaki niso vidni, saj je zob v kamnini, smo primerek določili kot *Glikmanius cf. occidentalis*.

Rod *Glikmanius* z vrstama *G. myachkovensis* in *G. occidentalis* sodi med ktenakantidne morske pse. Ostanke tega rodu so našli le na nekaterih karbonskih in permskih najdiščih v Združenih državah Amerike, v Rusiji na Uralu, v Ukrajini in verjetno tudi na Japonskem. Živali, ki so nosile te dokaj velike zobe, so bili zelo podobni današnjim morskim psom. Poleg zob so med ostanki morskih psov pogoste tudi bodice hrbtnih plavuti, ki pa jih je taksonomsko pogosto težko povezati z zobmi.

Kljub slabši ohranjenosti novi zob iz Karavank še vedno predstavlja izjemno najdbo.

Glede na dostopne vire gre za prvi dokumentirani primerek v tem predelu Alp, verjetno pa celo v vsej južni Evropi. Čeprav navidezno nezanimiva najdba lahko ob pravem pristopu ogromno prispeva k slovenski in svetovni paleontologiji.



Zob morskega psa Glikmanius cf. occidentalis.

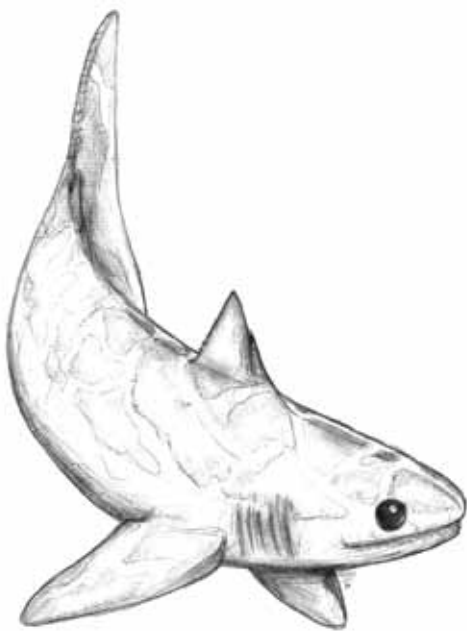
Zob je visok približno 26 milimetrov.

Primerek hrani Prirodoslovni muzej Slovenije. Foto: Matija Križnar.



Zobje rodu *Cladodus* (levo) oziroma vrste *Glikmanius occidentalis* (sredina in desno).

Slike po Agassizu (1833–1843), www.ammonit.ru v Irmisu in Elliottu (2006).



Rekonstrukcija ktenakantidnega morskega psa. Med te pse je sodila tudi vrsta *Glikmanius occidentalis*.

Risba: Pika Križnar.

Literatura:

- Agassiz, L. R., 1833–1843: *Recherches sur les poissons fossiles (Atlas-Vol. III)*. Neuchâtel: Petitpierre. 1420 str.
- Ginter, M., Hampe, O., Duffin, C. J., 2010: *Chondrichthyes. Paleozoic Elasmobranchii: Teeth. V: Schultze, H.-P. (ur.): Handbook of Paleichthyology, Vol. 3D*. Munich: Verlag Dr. Friedrich Pfeil. 168 str.
- Ginter, M., Ivanov, A., Lebedev, O., 2005: *The revision of »Cladodus« occidentalis, a late Paleozoic ctenacanthiform shark. Acta Palaeontologica Polonica*, 50 (3): 623–631.
- Irmis, R. B., Elliott, D. K., 2006: *Taphonomy of a Middle Pennsylvanian marine vertebrate assemblage and an actualistic model for marine abrasion of teeth. Palaios*, 21 (5): 466–479.
- Križnar, M., 2015: *Zob paleozojskega morskega psa rodu Glikmanius (Chondrichthyes, Ctenacanthidae) iz Karavank (Slovenija). Geologija*, 58 (1): 57–62.
- Ramovš, A., 1997: *Petalodus ohioensis (Chondrichthyes, Upper Carboniferous) from the Karavanke Mountains, Slovenia. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, H. 2: 109–113*.
- Ramovš, A., 1998: *Two new petalodont teeth (Chondrichthyes, Upper Carboniferous) from the Karavanke Mountains, Slovenia. Geologija*, 40: 109–112.
- Ramovš, A., Bedič, J., 1993: *Enkratni petalodontni zobje v karavanskih zgornjekarbonskih plasteh. Proteus*, 56 (3): 149–150.

Slovarček:

Ktenakantidni morski psi. Morski psi iz družine *Ctenacanthidae*, ki so živeli v obdobju od devona do triasa.

Lumakela. Nakopičenje ostankov lupin mehkužcev ali drugih organizmov v plasti. Fosilni ostanki prevladujejo in so kamenotvorni.

Sonda Juno prispela do Jupitra

Mirko Kokole

Jupiter je zaradi svoje velikosti in dejstva, da je prvi planet, ki je nastal v našem Osončju, poleg Sonca najpomembnejši objekt našega Osončja. S svojim nastankom in evolucijo je pomembno vplival na razvoj vseh objektov Osončja in kljub temu, da je planet, katerega površje opazujemo že več kot štiristo let, o njem še ne vemo vsega. Do sedaj ga je natančno opazovala le ena vesoljska sonda, to je sonda *Galileo*, ki je prenehala delovati leta 2003. Letos poleti pa je do Jupitra prišla nova vesoljska sonda. To je sonda *Juno*, ki bo podrobno raziskovala predvsem Jupitrovo notranjo zgradbo in značilnosti njegove magnetosfere.

Jupiter je od Sonca po vrsti peti planet. Ker je od Sonca bolj oddaljen kot Zemlja, ga štejemo med zunanje planete. Velika polos njegove orbite znaša 778,3 milijona kilometrov oziroma 5,2 astronomske enote, kar pomeni, da je od Sonca petkrat bolj oddaljen kot Zemlja in Sonce obkroži v 11,8 leta.

Jupiter je resnično ogromen planet. Njegova masa je kar dvainpolkrat večja od mase vseh ostalih planetov skupaj in znaša $1,9 \cdot 10^{27}$ kilogramov. Njegova masa je kar 317-krat večja od mase Zemlje ali približno tisočkrat manjša od mase Sonca. Njegov ekvatorialni polmer je velik 71.398 kilometrov, kar je približno enajstkrat več, kot je polmer Zemlje, in desetkrat manj, kot je premer Sonca. Jupiter se okoli svoje osi zelo hitro vrti, en obrat opravi v približno desetih urah. Ker se tako hitro vrti in je večinoma sestavljen iz plina, je tudi njegova sploščenost velika in jo zlahka tudi opazimo.

Kemijsko Jupiter sestavljata večinoma vodik in helij, ki sta količinsko v približno takšnem razmerju kot na Soncu. Jupiter je sestavljen iz približno 90 odstotkov vodika in 10 odstotkov helija ter vsebuje tudi druge

elemente, kot so metan, voda, amonijak in silikatne kamnine, vendar je teh malo. Jupiter je večinoma sestavljen iz plina, njegova povprečna gostota je podobna Sončevi in znaša 1,3 kilograma na kubični meter, povprečna gostota Sonca pa je 1 kilogram na kubični meter, kakršna je tudi gostota vode. Kemijska sestava Jupitra je zelo podobna tudi sestavi protoplanetarne meglice, to je oblaka materiala, iz katerega je nastalo naše Osončje. Podobno kemijsko sestavo ima tudi planet Saturn, Uran in Neptun, ki sta tudi plinasta planeta, pa imata manj vodika in helija. Jupiter ima po vsej verjetnosti trdo jedro, ki ga verjetno sestavljajo silikatne kamnine, njegova masa pa je približno petnajstkrat večja, kot je masa Zemlje. Ker lahko od daleč opazujemo samo zunanje plasti atmosfere, o Jupitrovi notranjosti vemo razmeroma malo. Verjetno ima sredico, ki jo sestavlja predvsem vodik, ki je v degeneriranem kovinskem stanju. Sredica se nato zvezno spremeni v atmosfero.

Kljub temu, da o Jupitru na videz vemo že veliko, obstaja še mnogo nerešenih vprašanj: Kakšna je notranja sestava Jupitra? Ali ima trdno (kamnito) sredico? Kaj je gonilo Jupitrovega dinamika, ki ustvarja močno magnetno polje, in kako nastajajo na njem zelo močni polarni siji? Na vsa ta vprašanja bodo znanstveniki poskusili odgovoriti na podlagi opazovanj, ki jih bo opravila sonda *Juno*.

JUNO ali *Jupiter Near-polar Orbiter* (Jupitrov bližnjepolarni orbiter) je del programa *New Frontiers* (*Nove meje*) ameriške vesoljske agencije *NASA*. Sonda *Juno* so izstrelili proti Jupitru 5. avgusta leta 2011 in je do njega prispela 4. julija letos. Na svojem petletnem potovanju je sonda uporabila načelo gravitacijske frače, ki ji je pomagalo na njeni poti do Jupitra. Pomembna tehnična lastnost sonde je, da bo za pridobivanje ener-



Umetnikova upodobitev sonde Juno nad Jupitrovem tečajju. Sonda ima tri krake, na katerih so nameščene sončne celice. Te celice prejmejo kar 25-krat manj energije, kot bi jo dobile, če bi se nahajale na Zemlji. Zato morajo imeti veliko površino, da lahko pridobijo dovolj energije za delovanje sonde.

Foto: NASA/JPL-Caltech.

gije uporabljala sončne celice. To je posebej velik tehnološki dosežek, saj bo na celice pri Jupitru padlo kar 25-krat manj Sončeve svetlobe, kot bi jo dobile na Zemlji. Zato so te celice izjemno velike: najdaljša dimenzija sonde zato meri kar dvajset metrov.

Druga značilnost sonde *Juno* je polarna orbita, kar pomeni, da sondina tirnica prečka Jupitrova tečaja. Taka tirnica je posebej ugodna za snemanje in opazovanje planeta. Ker do sedaj nobena sonda okoli Jupitra ni

uporabila take tirnice, bomo šele sedaj dobili prve podrobne slike Jupitrovih tečajev. To je posebej zanimivo za preučevanje Jupitrovega polarnega sija, ki je eden najmočnejših v Osončju. *Juno* bo za svoj obhod potreboval približno enajst dni, medtem ko Jupiter naredi en obrat v le desetih urah. Ta kombinacija omogoča, da bo sonda natanko posnela celotno Jupitrovo površje v 33 obhodih.

Ker želijo znanstveniki natančno izmeriti Jupitrovo gravitacijsko in magnetno polje,

bo sonda morala potovati zelo blizu zgornjih delov atmosfere. Krožila bo le 5.000 kilometrov visoko nad Jupitrovimi plinastimi oblaki. To je zelo blizu. Če bi bil Jupiter velik kot košarkarska žoga, bi sonda krožila le 0,8 centimetra nad njenim površjem. Taka bližnja tirnica bo sondi pomagala, da se bo izognila Jupitrovim radiacijskim pasovom, kjer je zelo povečano sevanje hitrih nabitih delcev. Kljub temu bo sonda v svojem predvidenem življenjskem času prejela količino sevanja, ki ustreza približno sto milijonom rentgenskih slikanj.

Instrumenti, ki jih nosi s seboj sonda *Juno*,

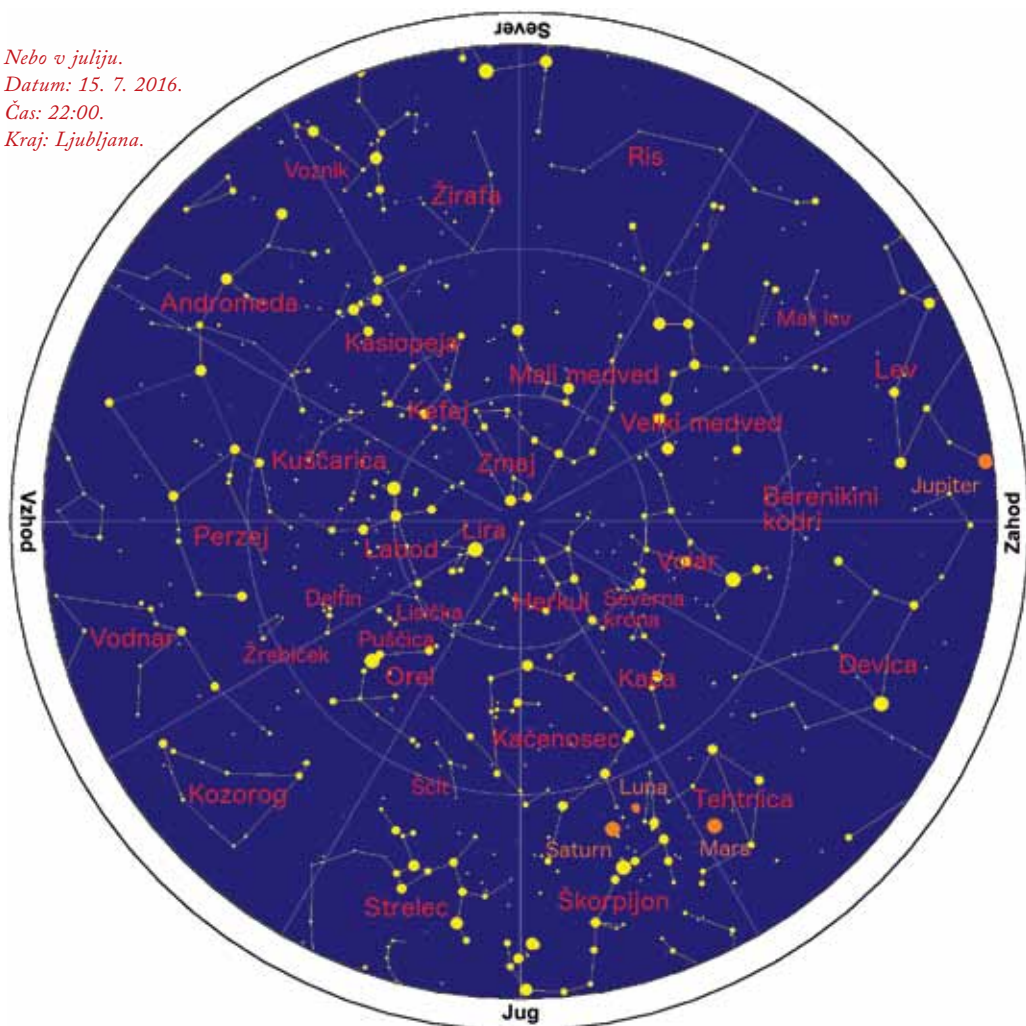
so namenjeni predvsem razkrivanju Jupitrove notranjosti. Zato bo sonda opazovala v mikrovalovnem in infrardečem območju elektromagnetnega sevanja. Mikrovalove bo zaznavala v območjih med 600 megahercev (MHz) do 22 gigahercev (GHz), kar ji bo omogočilo merjenje količine vode in amonijaka v globokih plasteh Jupitrove atmosfere, kjer tlak znaša do 200 barov. Z infrardečo kamero, ki deluje v predelu valovnih dolžin od 2 do 5 mikrometrov, pa bo opazovala predvsem zgornje plasti atmosfere, kjer znaša tlak do 7 barov. Za preučevanje najglobljih plasti bo sonda opravila meritve

Nebo v juliju.

Datum: 15. 7. 2016.

Čas: 22:00.

Kraj: Ljubljana.

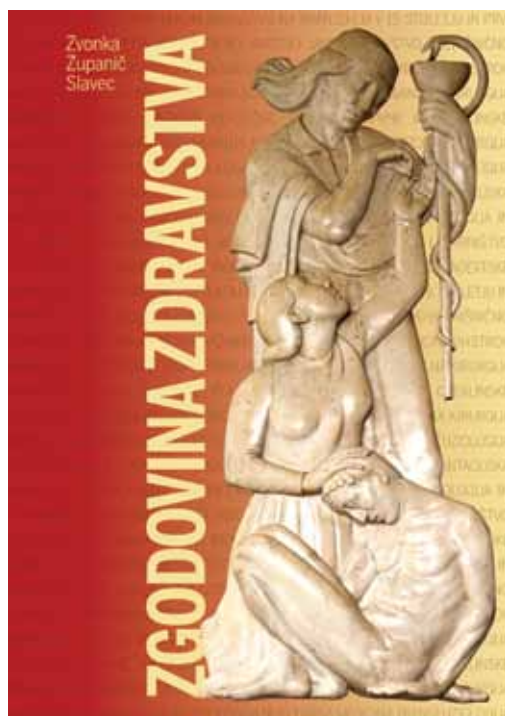


magnetnega in gravitacijskega polja. Prav ta opazovanja bodo najbolj zanimiva, saj o Jupitrovih najglobljih plasteh vemo zelo malo in jih prejšnje sonde niso mogle opazovati. Poleg detektorjev za opazovanje notranjih plasti pa ima sonda *Juno* tudi različne detektorje za merjenje nabitih delcev, s katerimi bo preučevala Jupitrovo magnetosfero. Nazadnje naj omenimo še posebno kamero, ki bo snemala Jupitrovo površje v vidni svetlobi in je bolj namenjena širši javnosti kot znanstvenim opazovanjem. Snovalci sonde

so si tudi zamislili, da bodo kamero lahko uporabljali predvsem študenti ter obdelovali in raziskoval posnetke, ki jih bo naredila. Nedvomno bo letošnje poletje posebej zanimivo za vse, ki so željni novih spoznanj o največjem planetu našega Osončja. Jupiter pa seveda lahko opazujemo tudi sami, saj zato zadostuje že manjši teleskop. V poletnih mesecih se počasi že umika z nočnega neba, a ga še vedno lahko ujamemo nad zahodnim obzorjem kmalu po Sončevem zahodu.

Monografija prof. dr. Zvonke Zupanič Slavec *Zgodovina zdravstva na Slovenskem* • [Napoved izida nove knjige](#)

Monografija prof. dr. Zvonke Zupanič Slavec *Zgodovina zdravstva na Slovenskem*



Delo *Zgodovina zdravstva na Slovenskem* do začetkov 21. stoletja s poudarkom na osrednji Sloveniji, ki ga je napisala zdravnica in zgodovinarica medicine prof. dr. Zvonka Zupanič Slavec, je celovit prikaz zgodovinskega razvoja zdravstva od časa pred novim vekom (od ljudske medicine do prvih medicinskih šol, samostanske medicine in karitativnih ustanov) do danes s predstavitvijo zdravstvenega stanja pri Slovencih v devetnajstem in dvajsetem stoletju ter vodilnih osebnosti tega področja do dvajsetega stoletja. Popisan je razvoj javnega zdravja in njegovih spreminjajočih se sistemov ter zakonodaje, zdravstvenih domov, splošne in družinske medicine, urgentne medicine in reševalne službe ter medicine dela, prometa in športa. Sledi opis razvoja civilnega in zasebnega (sanatoriji) bolnišničnega zdravstva na Slovenskem. V poglavju o medicini v izrednih razmerah je popisana saniteta v 1. in 2. svetovni vojni. Veliko poglavje predstavljajo operativne stroke, predvsem kirurgija z vsemi svojimi področji, podporne kirur-



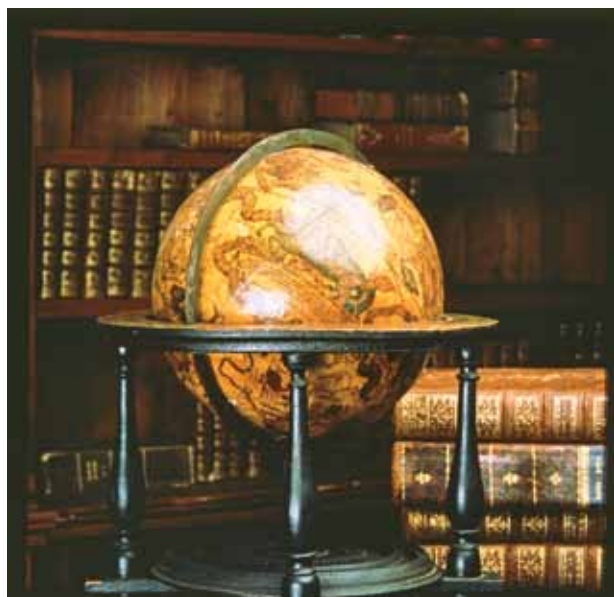
*Slika boginje zdravstva Hygiee
izpred Josephinuma na Dunaju.
Foto: Blaž Bertonec.*

ške stroke (anesteziologija, transfuzijska in transplantacijska medicina), druga operativna področja (ginekologija in porodništvo, oftalmologija, otorinolaringologija, ortopedija) ter diagnostičnoterapevtski področji radiologije in nuklearne medicine. Vsa opisana področja dopolnjuje še rehabilitacijska medicina.

V drugem delu knjige so predstavljene neoperativne medicinske stroke z interno medicino na čelu in njenimi številnimi pod-

ročji. Sledi prikaz razvoja pediatrije, nevrologije, infektologije, onkologije, dermatovenerologije in psihiatrije.

Veliko poglavje popisuje tudi razvoj dentalne medicine. Negi, ki je prav tako pomemben del zdravstva, je tudi namenjeno posebno poglavje. Temu sledi predstavitev razvoja diagnostičnih in predkliničnih področij. Razvoj zdravstvenega šolstva, združenj in njihovih glasil zaokroži široko paleto velike vsebine zgodovine zdravstva na Slovenskem. Pomemben del zdravstva je tudi



*Iz Lavičkovne medicinsko-farmacevtske
zbirke.*

preskrba zdravstva z zdravili. Monografija tako popisuje razvoj lekarništva, farmacevtske industrije, veletrgovin in laboratorijsko-diagnostične dejavnosti na Slovenskem. Predstavljene so tudi ključne medicinsko-farmaceutske zbirke. Navedena vsebina je skladno s kazalom razvrščena v drugem delu knjige.

Zaradi sistematičnega in znanstvenega prikaza razvoja celotnega zdravstva, medicine, dentalne medicine in farmacije so recenzenti knjigo prepoznali ne le kot priložnostno monografijo, ampak tudi kot učbenik pristojnih fakultet za medicino, farmacijo in zdravstvo.

Iz recenzije:

V delu je strnjena sistematično in logično pisana vsebina, ki kaže na pomen zdravstvenega varstva prebivalstva na Slovenskem skozi čas in izjemen pomen javnozdravstvenih ukrepov sodobnega časa, ki s preventivnim in kurativnim delom skrbijo za dobro zdravje naroda,

njegovo reproduktivno zdravje, ustvarjalna delavna leta in zadovoljno zrelo življenjsko dobo. Delo je izviran prispevek k narodovi strokovni zgodovini in stanovski tradiciji.

Monografija, ki bo izšla v dveh knjigah, bo obsegala približno 1.200 strani besedila (3 milijone znakov), opremljena bo z več tisoč referencami in imela približno 3.000 slikovnih prilog, večinoma fotografij. Prvi del monografije bo izšel jeseni leta 2016, drugi pa v letu 2017. Več o delu lahko spremljate na spletni strani: www.mf.uni-lj.si/izm – *Samostojne knjižne izdaje*. Prednaročniška cena je 78 evrov (vključen DDV), po izidu bo cena dvojna.

Monografijo lahko naročite na naslovu Znanstveno društvo za zgodovino zdravstvene kulture Slovenije, Zaloška 7a, 1000 Ljubljana, elektronski naslov zgmed@siol.net, telefon 041 327 935.

81. redni letni občni zbor Prirodoslovnega društva Slovenije

Letošnji 81. redni letni občni zbor Prirodoslovnega društva Slovenije smo imeli v petek, 1. aprila leta 2016, v prostorih društva na Poljanski cesti 6 v Ljubljani. Pred uradnim začetkom občnega zbora sta dr. Irena Mrak in dr. Matevž Novak imela predstavitve z naslovom *Naravni spomenik Dovžanova soteska – interpretacija izjemne geološke in geomorfološke dediščine in predstavitev načrtov Prirodoslovnega društva Slovenije*. V sklopu predstavitve je predstavila ameriškega veleposlaništva v Sloveniji Charlotte Taft predstavila skupno akcijo *GeoBioBlitz Do-*

vžanova soteska 2016, pri kateri je sodelovalo tudi Prirodoslovno društvo Slovenije.

Uradni začetek občnega zbora je napovedal predsednik društva prof. dr. Radovan Komel in predlagal delovno predsedstvo, ki so ga sestavljali mag. Andrej Seliškar kot predsednik ter Marjana Jankovič in Marjana Glavina kot članici. Za zapisnikarico je predlagal Janjo Benedik, za overovitelja zapisnika dr. Tomaža Sajovica in dr. Matevža Novaka, za volilno komisijo pa Jožeta Vapotiča kot predsednika ter Marjana Rich-

terja in Marjeto Cvetko kot člana. Predsednikov predlog smo člani soglasno potrdili.

Sledilo je poročilo predsednika društva, ki je na kratko predstavil dejavnosti društva v preteklem koledarskem letu. Naštel je vse izvedene ekskurzije po Sloveniji in v tujini, ki jih organizira Janja Benedik, naravoslovna predavanja in srečanja naravoslovnih fotografov, ki jih organizira dr. Petra Draškovič Pelc, in predstavil rezultate natečaja naravoslovne fotografije, katerega nagrajene fotografije si je mogoče ogledati na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Predsednik je poročal tudi o uspešno izpeljanem 12. tekmovanju iz znanja biologije za osnovne šole za Proteusovo priznanje.

Sledilo je poročilo glavnega urednika revije *Proteus* dr. Tomaža Sajovica, ki je v svojem poročilu največ besed namenil ljudem, ki soustvarjajo revijo – članom uredniškega odbora, oblikovalki in ne nazadnje avtoricam in avtorjem prispevkov. Seveda je beseda nanese tudi na finančno problematiko revije, ki je še vedno zelo nezavidljiva.

Finančno poročilo delovanja društva v preteklem letu je predstavila direktorica uprave društva Janja Benedik. Člane je seznaniła z veliko finančno stisko, s katero se društvo bori že dalj časa in kljub težkim časom nekako uspe preživeti.

Razprav o poročilih ni bilo.

Poročilo nadzornega odbora je podal njegov predsednik mag. Andrej Seliškar, ki je povedal, da so člani nadzornega odbora pregledali finančno poslovanje v preteklem letu in pri tem niso ugotovili nepravilnosti. Pohvalil je delo vseh organov društva in predlagal njihovo razrešnico, ki so jo člani soglasno potrdili z dvigom rok.

Sledile so volitve predsednika, članov izvršnega in nadzornega odbora ter članov disciplinskega razsodišča. Za naslednje leto so bili soglasno potrjeni prof. dr. Radovan Komel kot predsednik društva, dr. Petra Draškovič Pelc, Milenka Kuralt, Marjeta Cvetko, dr. Matevž Novak, Marko Repnik in prof. dr. Jožef Mihael Toman kot člani izvršnega odbora, mag. Andrej Seliškar, Marjana Jankovič in Marjan Richter kot člani nadzornega odbora ter prof. dr. Kazimir Tarman, Matej Suhač in akad. dr. Mitja Zupančič kot člani disciplinskega razsodišča.

Sledil je predlog finančnega načrta za leto 2016, ki ga je predstavila Janja Benedik in pri tem poudarila, da gre le za grobe ocene, saj je zaradi negotovosti glede višine pridobljenih subvencij in drugih prihodkov težko podati bolj stvarne številke.

S tem se je uradni del občnega zbora zaključil, novoizvoljeni predsednik se je zahvalil za zaupanje in povabil vse navzoče na pogovor ob skromni pogostitvi.

Janja Benedik

Editorial

Tomaž Sajovic

Nobel Prizes 2015

The Nobel Prize for Physiology or Medicine Awarded to the Power of Nature

Miha Skvarč

The Nobel Prize for Medicine 2015 was awarded jointly to three scientists. Youyou Tu was awarded for the evidence that derivatives of artemisinin, a substance isolated from the wormwood plant (*Artemisia annua*), were effective as treatments for malaria. In 1972 she and her colleagues from Unit 523 discovered that artemisinin was highly effective against *Plasmodium* spp., malaria parasites. Tu is the first citizen of the People's Republic of China to win a Nobel for a scientific discipline and the first female Chinese citizen to win any Nobel Prize. She has made her professional career exclusively in China and was unknown to the wider professional public until 2011 when she received Lasker-DeBakey award for her achievements in finding a treatment for malaria. Half of the Nobel Prize was divided between William C. Campbell and Satoshi Omura for their discovery of avermectin, a compound used in the treatment against the parasitic nematodes. Avermectin was discovered by Satoshi Omura and a group of fellow scientists in 1979 when they were studying the soil bacterium *Streptomyces avermitilis* that excretes this substance into the environment to protect itself from other organisms. William C. Campbell modified avermectin into ivermectin, which was donated by the pharmaceutical company Merck to the World Health Organisation in 1987 for the treatment of river blindness. Once the main cause of blindness in Africa, this disease today occurs only in three African countries.

Chemistry

On the Nobel Prize for Medicine 2015

Ivan Leban

Receiving the Nobel Prize for efforts invested into the welfare of humankind is an extreme honour, but the value of the Nobel Prize is only about one million euros. The year 2015 honoured in particular the applicable side of scientific discoveries. One of the recipients was Youyou Tu for her discovery of artemisinin as a highly effective treatment for malaria. Artemisinin, known as qinghaosu in Chinese, and its derivatives represent a group of fast-acting and highly-effective antimalarial drugs. Isolated from the sweet wormwood plant (*Artemisia annua*) artemisinin is well-known in traditional Chinese medicine. Chemically, it is a modified lactone containing an unusual peroxide bridge -O-O-. It is this peroxide bridge that is believed to be essential for artemisinin's medicinal activity. The discovery of artemisinin as an effective antimalarial drug has a fascinating history that did not bypass Slovenian scientists. In 1987 a colleague of mine, Prof. Dr. Miha Japelj, associate of the Chair of Organic Technology at the University of Ljubljana and director of Research Institute at the pharmaceutical company Krka in Novo mesto, brought to me a test tube containing several tiny crystals. The label said *Qinghaosu*. At the time Krka had just embarked on a collaboration with Chinese pharmaceutical research institutes, primarily with the Institute for Traditional Medicine in Beijing. Based on the agreement between health ministers of China and former Yugoslavia Krka's researchers were to collaborate with Chinese in the development of all finished artemisinin-based antimalarial medicines. As a scientist I was then working on X-ray structural analysis. We established that the organic qinghaosu molecule is rather simple, composed of 15 carbon atoms, 5 oxygen atoms and 22 atoms of hydrogen. The curious thing about this molecule was the peroxide

bridge -O-O-. We very quickly published an article in *Acta Pharmaceutica Jugoslavica* (*Acta Pharm. Jugosl.*, 38, 1988: 71-77). The artemisinin molecule is very simple. The effect of the medicine had long been known in traditional Chinese medicine and the medicine itself is relatively easy to obtain from sweet wormwood. Aspirin tells a similar story. The active substance – salicylic acid – was known already to Hippocrates. It was extracted from willow bark and used for its effects on pain, fever and inflammation. Today, aspirin is the most widely used medicine in the world. I am convinced that with a systematic review of traditional healing methods for different illnesses we could discover other simple drugs as well. But I am happy to know that Slovenian scientists too played their part, almost inadvertently, and contributed useful data to the world collection of crystallographic data. It feels good, knowing that we did something good for the general well-being of humankind.

Zoology

Proteus scrutinised

Tajda Gredar and Lilijana Bizjak Mali

The fascinating proteus or olm has drawn massive media attention this year. Researchers are currently looking into how they can determine the gender of the olm, as the external morphological traits do not allow for such determination. One option is to look into the chromosomes. The non-destructive method to obtain the material for such analyses is to grow a primary cell culture of blood cells, which has recently been optimised by olm researchers who also described blood cell morphology. Another option is to grow tissue cultures from small pieces of tissue (e.g. tail). Cell cultivation is a challenging task and every successful attempt on olm cells is very much appreciated by researchers.

Botany

The Orchid Tales – genus *Epipactis* (part 1)

Matej Lipovšek

Diversity is anything but unusual for helleborines from the genus *Epipactis*. Deviations in morphological traits of some species are so obvious that we cannot always speak of an orchid in the strict sense of the word – sensu stricto (s. s.). This is especially true for many still unclassified orchids similar to broad-leaved helleborine (*Epipactis helleborine*). Such a morphologically deviant orchid is classified into the group of base species, broad-leaved helleborine (*Epipactis helleborine* s. s.) and defined as a broad-leaved helleborine in the wider sense – sensu lato (s. l.), i. e. *Epipactis helleborine* s. l. Morphological research into these species has shown that individual taxa cannot be classified merely as variable or as a subspecies of the base helleborine. The naming of some of the helleborines from the group of the broad-leaved helleborine has therefore facilitated synsystematic overview, but certain reservations as to the correctness of these names nevertheless remain. Botanists in the field rely on traditional methods based on morphological differences. The definition is even more difficult due to the environmental factors, the stage of plant development and said discrepancies in taxonomic determination between different authors. In the last twenty years the developments in molecular analyses have led to extensive changes in plant systematics at different taxonomic levels. Many changes in the orchid family were introduced by British researchers (Bateman, 2001; Hollingsworth) who used different molecular markers. The molecular approach based on the study of genetic similarity changed the systematics of several orchids in the genera of this family. Molecular systematics of the genus helleborine (*Epipactis*) is quite incomplete. The problem is that only a few helleborines newly discovered in Europe have been subject to genetic research. This research has

shown that individual helleborines within a core population definitely differ genetically. This finding allows us to assume that there was a common predecessor of helleborines that could be called the ancient *Epipactis helleborine*. Through time and numerous mutations new, most often autogamous species developed. We will be able to determine more clearly when and how individual genera and species differentiated within the genus *Epipactis* through combined molecular analyses. Helleborines adapted to local conditions on a site that would be far from suitable for the broad-leaved helleborine today. The existing systematics of helleborines is not very suitable as the available literature does not provide sufficient evidence for a genetic definition that would allow for a reliable conclusion as to the genetic affinity between taxa. The author tells seven stories of different helleborines in Slovenia (four in this issue and three in the following issue of *Proteus*), describing the problems we so often stumble upon.

Forensics

Forensics – a Television Myth or an Exceptional Science?

Sara Kokelj

Forensic science is a common name for the knowledge that comes from different scientific disciplines working together in the examination of criminal actions and investigation of human remains in the event of different disasters. The name is derived from the Latin adjective *forensis*. In ancient Rome it described anything to do with the presentation of cases before the Forum, a multipurpose, centrally located area surrounded by public buildings, which served mainly as a public gathering place. The development of this science goes far back to the ancient world when fingerprints were discovered in the early Neanderthal paintings. It can be traced back to ancient Rome as well, when the doctor examining the body of Julius Caesar concluded that only one of the many

wounds he had suffered was fatal. The science has developed since and as time is the best teacher we are now witnessing a boom in forensic science.

Paleontology

Paleozoic Shark Tooth from the Vicinity of Hrušica

Matija Križnar, Adriana Novak and Davorin Preisinger

In the Upper Paleozoic beds between Dovje and Hrušica a new tooth of ctenacanthiform shark was found. The specimen of the new tooth has triangular median cups and two cusplets on both sides. The tooth was identified as *Glikmanius* cf. *occidentalis*. Remains of *Glikmanius occidentalis* are rare, with only a few localities in the USA, Russia, Ukraine and Japan. The new specimen of this Paleozoic shark from Karavanke Mountains is probably the first discovery in the Alps or perhaps even in Southern Europe.

Our sky

Juno Probe Closes in on Jupiter

Mirko Kokole

Announcement for a new book

Monograph by Prof. Dr. Zvonka Zupanič Slavec *Zgodovina zdravstva na Slovenskem (The History of Health care in Slovenia)*

News from our Society

81th Regular General Meeting of the Natural History Society of Slovenia

Janja Benedik

Table of Contents

Razpis tekmovanja iz znanja biologije za Proteusovo priznanje v šolskem letu 2016/2017

Prirodoslovno društvo Slovenije organizira tekmovanje iz znanja biologije za osnovne šole za Proteusovo priznanje.

Tekmovanje je organizirano na dveh ravneh – šolskem in državnem.

Na šolsko tekmovanje se lahko prijavijo učenci 8. in 9. razredov osnovnih šol. Več o pogojih udeležbe na državnem tekmovanju in ostala pravila tekmovanja si lahko preberete v *Pravilniku tekmovanja*, ki je objavljen na spletni strani www.proteus.si.

Tema tekmovanja v naslednjem šolskem letu bodo

Invazivne tujerodne rastlinske in živalske vrste,

učenci pa naj poznajo sledečo tematiko:

- Kaj so tujerodne vrste, njihovi vplivi na domorodne vrste, ekosisteme, zdravje ljudi in gospodarstvo ter preventivne ukrepe.
- Podrobneje naj poznajo sledeče tujerodne vrste in njihove značilnosti:
 - RASTLINE: žlezavo nedotiko (*Impatiens glandulifera*), veliki pajesen (*Ailanthus altissima*), pelinolistno ambrozijo ali žvrkljo (*Ambrosia artemisiifolia*), orjaški dežen (*Heracleum mantegazzianum*) in japonski dresnik (*Fallopia japonica*);
 - ŽIVALI: harlekinsko polonico (*Harmonia axyridis*), tigrastega komarja (*Aedes albopictus*), signalnega raka (*Pacifastacus leniusculus*), nutrijo (*Myocastor coypus*) in rdečevratko (*Trachemys scripta elegans*).
- **Latinskih imen ni treba poznati!**

Dodatna gradiva in priporočeno literaturo za pripravo na tekmovanje bomo objavili na naših spletnih straneh.

Šolsko tekmovanje bo v sredo, 21. oktobra leta 2016, ob 13. uri, državno pa v petek, 2. decembra leta 2016, ob 15. uri. Šolsko tekmovanje bo trajalo 45 minut, državno pa 90 minut.

Lokacije državnega tekmovanja bomo objavili konec meseca septembra na naši spletni strani.

Rezultati državnega tekmovanja bodo objavljeni najkasneje v 10 dneh po izvedenem tekmovanju na spletnih straneh društva.

Kotizacija za učenke in učence za sodelovanje na tekmovanju: višina kotizacije znaša 2,44 evra (všet je 22-odstotni DDV) na posameznega učenca, ki se bo udeležil tekmovanja na šolski ravni. Račun za kotizacijo bomo na šole poslali po končanem tekmovanju.

Nalgesin® S

Poletje brez bolečin.



**Hitra
rešitev**

Pri glavobolu, zobobolu,
menstrualnih bolečinah,
bolečinah v mišicah
in sklepih.



Slovenija, 970-2016, IF/MŽ.



**Nalgesin® S – ustavi bolečino,
preden bolečina ustavi vas.**

www.nalgesin.si



www.krka.si

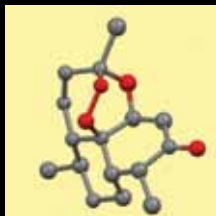
KRKA

*Naša inovativnost in znanje
za učinkovite in varne
izdelke vrhunske kakovosti.*

Nalgesin® S vsebuje natrijev naproksenat.

Pred uporabo natančno preberite navodilo!

O tveganju in neželenih učinkih se posvetujte z zdravnikom ali s farmacevtom.



■ *Kemija*

Ob Nobelovi nagradi za medicino za leto 2015

*Nobelovo nagrado za fiziologijo ali medicino za leto 2015 je prejela tudi Kitajka Youyou Tu za odkritje artemizininina kot učinkovitega zdravila proti malariji. Artemizininin je znan v tradicionalni kitajski medicini in so ga izolirali iz sladkega pelina (*Artemisia annua*). Zanimivo je, da je avtor prispevka kot raziskovalec že leta 1987 sodeloval pri odkritju sestave organske molekule artemizininina. Podobna je tudi zgodba o aspirinu. Zdravilno učinkovino – salicilno kislino – je poznal pred 2.400 leti že Hipokrat. Pridobili so jo iz vrbovega lubja in ima protibolečinsko, protivročinsko in protivnetno delovanje. Pisec prispevka je prepričan, da bi pri sistematičnem pregledu tradicionalnih ljudskih pristopov k zdravljenju različnih bolezni odkrili še marsikatero enostavno zdravilo.*



■ *Forenzika*

Forenzika - televizijski mit ali izjemna znanost?

Forenzika je skupno ime za znanje iz različnih strok, ki prispevajo k raziskovanju kaznivih dejanj in preiskovanju človeških ostankov v primeru raznih katastrof. Razvoj te znanosti sega že v čas pred našim štetjem, ko so bili v zgodnjih poslikavah neandertalcev odkriti prstni odtisi. Zasledimo ga tudi v času starih Rimljanov, ko je zdravnik, ki je pregledal truplo Julija Cezarja, ugotovil, da je bila zanj usodna le ena od številnih ran, ki so mu bile zadane. Tako se je razvoj nadaljeval vse do danes in ker je navsezadnje le čas najboljši učitelj človeštva, smo danes lahko priča pravemu razcvetu forenzike.



■ *Paleontologija*

Zob paleozojskega morskega psa iznad Hrušice

*V zgornjepaleozojskih plasteh med Dovjem in Hrušico so našli nov zob ktenakantidnega orskega psa. Zob ima glavno krono in na vsaki strani dve stranski zobni konici in naj bi pripadal vrstam *Glikmanius cf. occidentalis*. Ostanki rodu *Glikmanius* so redki. Našli so jih le na nekaterih karbonskih in permskih najdiščih v Združenih državah Amerike, v Rusiji na Uralu, Ukrajini in verjetno tudi na Japonskem. Nov primerek tega paleozojskega morskega psa je prvi dokumentirani primerek v tem predelu Alp, verjetno pa celo v vsej južni Evropi.*

ISSN 0033-1805

