

# PROTEUS

januar 2016, 5/78. 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](http://www.proteus.si)



*mesečnik za poljudno naravoslovje*

Nobelove nagrade za leto 2015

Nobelova nagrada za fiziko  
podeljena za odkritje nevtrinskih oscilacij

V spomin

Janez Strnad (4. marca 1934 - 28. novembra 2015)

Farmacija

Fitoestrogeni in možnosti njihove uporabe

Naravoslovna fotografija

Rezultati natečaja naravoslovne fotografije za leto 2015



■ stran 150

Lepidopterologija

# Lunice in njihove gosenice

*Boštjan Dvořák*



- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>196 Uvodnik<br/><i>Tomaž Sajovic</i></p> <p>198 Lepidopterologija<br/><b>Lunice in njihove gosenice</b><br/><i>Boštjan Dvořák</i></p> <p>205 Kemija<br/><b>Odkrivanje in analiza biološkega gradiva s pomočjo svetlobnih reakcij</b><br/><i>Marko Jeran</i></p> <p>214 Iz zgodovine slovenske geologije<br/><b>Gorski svetovalec Lipold. Ob dvestoletnici rojstva prvega šolanega slovenskega geologa Marka Vincenca Lipolda</b><br/><i>Mihael Brenčič</i></p> <p>218 Medicina<br/><b>Evgenika. Od dobre zamisli do nacistične zlorabe</b><br/><i>Maida Beganović</i></p> | <p>223 Naravoslovna fotografija<br/><b>Del neukročene Afrike ujet v fotografski razstavi</b><br/><i>Tina Drolc</i></p> <p>228 Obletnice<br/><b>Ob osemdesetletnici prof. dr. Andreja Martinčiča</b><br/><i>Tinka Bačič in Nejc Jogan</i></p> <p>230 Društvene vesti<br/><b>Glavni urednik revije <i>Proteus</i> prejel priznanje <i>Prometej znanosti za odličnost v komuniciranju</i></b><br/><i>Janja Benedik</i></p> <p>232 Naše nebo<br/><b>Ima naše Osončje deveti planet?</b><br/><i>Mirko Kokole</i></p> <p>238 Table of Contents</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Proteus

Izbaja od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik: Prirodoslovno društvo Slovenije

**Odgovorni urednik:**

prof. dr. Radovan Komel

**Glavni urednik:** dr. Tomaž Sajovic

**Uredniški odbor:**

Janja Benedik

prof. dr. Milan Brumen

dr. Igor Dakskobler

asist. dr. Andrej Godec

akad. prof. dr. Matija Gogala

dr. Matevž Novak

prof. dr. Gorazd Planinšič

prof. dr. Mihael Jožef Toman

prof. dr. Zvonka Zupanič Slavec

dr. Petra Draškovič Pelc

**Lektor:** dr. Tomaž Sajovic

**Oblikovanje:** Eda Pavletič

**Angleški prevod:** Andreja Šalamon Verbič

**Priprava slikovnega gradiva:** Marjan Richter

**Tisk:** Trajanus d.o.o.

**Svet revije Proteus:**

prof. dr. Nina Gunde – Cimerman

prof. dr. Lučka Kajfež – Bogataj

prof. dr. Tamara Lah – Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

**Naslovnica:**

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

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

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

<http://www.proteus.si>

[prirodoslovno.drustvo@gmail.com](mailto:prirodoslovno.drustvo@gmail.com)

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2016.

Vse pravice pridržane.

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

## Uvodnik



# Lunice in njihove gosenice

Boštjan Dvořák

S svojimi koničastimi oblikami, zelenimi ali modrikastimi barvami in repkastimi podaljški na zadnjem paru kril so predstavniki rodu *Actias* posebnost v družini nočnih pavlinčkov (*Saturniidae*), in jih zlahka prepoznamo. Velika zunanja podobnost vrst, ki prebivajo tako v tropskih kot zmernih predelih večjega dela sveta, se ujema s podobnim načinom življenja. Najdemo jih večinoma v listnatih gozdovih, kjer njihove gosenice živijo predvsem na drevju s kompaktnim, aromatičnim listjem. Le tu in tam naletimo na vrste, ki so specializirane za iglavce; gosenice teh gorskih predstavnic pa se močno razlikujejo od ostalih. Prispevek namenjamo kratkemu pregledu najbolj znanih predstavnic tega rodu. Skoraj vsako leto pa odkrijemo tudi kakšno novo.

Rod *Actias* je precej razvejen in s številnimi podobnimi vrstami razširjen po velikem delu severne poloble in tropskega pasu, jedro

pa predstavlja jugovzhodna Azija, ki je po vsej verjetnosti njegova prava domovina. Da so vse predstavnice v tesnem sorodu, je poleg zgovorne zunanosti vidno tudi po tem, da jih lahko brez težav križamo. Spolni dimorfizem je izrazit; samice so bolj obilne in krožnatih kril ter imajo enostavne, nitaste tipalke, samce pa prepoznamo po močno razvejenih tipalkah, kakršne poznamo recimo pri jamamaju, po vitkem telesu in slokih, koničastih krilih ter znatno daljših repkih. Pri nekaterih vrstah so zelene ali modre samo samice, samci pa rumeno rožnati, pri večini pa sta oba spola nežno zelene ali modrikaste osnovne barve. Zaradi navidez vpadljivih, nenavadnih odtenkov so težko opazne v drevesnih krošnjah; v nasprotju z večino drugih pavlinčkov, ki se držijo debel ali vej, namreč podnevi mirujejo v zelenju. Njihove rebraste gosenice so svetlo zelene in okrašene s pisanimi bradavicami, ki izraščajo kot bodičaste kronice na izboklinah



Slika 1: Samec in samica (levo) metulja *Actias selene*.

Foto: Boštjan Dvořák.

in od katerih so štiri prednje in ena zadnja posebno razvite in drugačne barve kot ostale. Bubijo se v nepravilno oblikovanih, v liste vtkanih zapredkih z oglatimi robovi, ki so bodisi pritrjeni na nizko rogovilje ali pa prosto ležijo na tleh v goščavju.

Najbolj znana vrsta je gotovo »indijska ali kitajska lunica« (*Actias selene*), ki v mnogih podvrstah prebiva v pretežno tropskem območju od južnih pacifiških obal Kitajske do vzhodnega Afganistana. Nežno zeleni, sloki metulji (slika 1) so s svojimi srpastimi krili, dolgimi repki in razponom do petnajst centimetrov nekako tako veliki kot jamamaji in zelo priljubljeni tudi med gojitelji široko po sveta.

Njihove gosenice (slika 2) poleti žrejo tudi mnoge evropske vrste dreves, kot so breza, gaber ali hrast, najbolje pa uspevajo v zimskih mesecih pri sobni temperaturi na raznih vrstah rododendronov.

Zanimivo je, da do danes nimamo zanesljivih podatkov o naravnih hranilnih rastli-

nah, ampak le veliko množico informacij raznih gojiteljev. Oplojene samice ležejo drobna sivkasto rjava jajčeca, tako kot večina pavlinčkov, v ujetništvu tudi na stene vsake škatle. Mlade gosenice so oranžne barve in se po eni strani prilegajo k vršičkom nekaterih tropskih dreves, po drugi strani pa spominjajo na ptičje iztrebke, podobno kot gosenice mnogih lastovičarjev (*Papilionidae*). Kljub tropskemu izvoru lahko bube v zapredkih pri primernih temperaturah tudi uspešno prezimujejo. Severne meje razširjenosti te vrste niso zanesljivo znane. Gorate predele in bolj severne pokrajine skupaj z njo naseljujejo še nekatere druge, dokaj podobne vrste, na primer *A. ningpoana* in *A. mandschurica*, od katerih nekatere prebivajo tudi na območjih s hladnimi celinskimi zimami. Metulji severne populacije so nekoliko manjši in imajo bolj topa krila, kar je sicer značilno za ženske primerke.

Dve vrsti na Daljnem vzhodu prodreta zelo visoko na sever in sta znani tudi iz nekaterih predelov vzhodne Sibirije; to sta vzhodna lunica *A. artemis* in jelševa lunica *A. gnoma*, ki obe prebivata tudi ob izlivu Amurja, ob reki Ussuri, v okolici Vladivostoka in, kot posebni podvrsti, na kurilskem in japonskem otočju. Zelo podobni metulji so belkasto modri, zlasti samice pa imajo zelo kratke repke (slika 3).

Gosenico prve vrste, ki jo najdemo na vrbah in koščičastem drevju, prepoznamo po rumenkastih bradavicah, sicer pa se komaj razlikuje od *A. selene*, medtem ko ima druga, ki jo največkrat najdemo na jelšah (*Alnus* sp), brezah (*Betula* sp) in amurskem orehu (*Juglans mandschurica*), rožnate s črnim robom (slika 4).

Južna meja njune razširjenosti ni znana, zanesljivo pa z nekaterimi populacijami sežeta tudi v visoke gorske grebene subtropskih območij. Kljub navedbam, da gosenice žrejo vse omenjene rastline, najdemo obe vrsti le v predelih, kjer uspeva tudi vsaj ena vrsta oreha (*Juglans* sp.). Na to sem postal pozoren, ker so se doslej gosenice vseh vrst

Slika 2: *Gosenica Actias selene*. Foto: Boštjan Dvorák.





Slika 3: *Actias artemis*, parjenje.  
Zgoraj samica s  
kratkimi repki.  
Foto: B. Dvořák.



Slika 4: *Gosenica Actias gnoma*.  
Foto: Boštjan Dvořák.

tudi v reji najbolj razvijale prav na orehih. Enako velja za morda najbolj priljubljeno vrsto tega rodu, severnoameriško lunico *A. luna* (slika 5). Njena davna prednica se je nekoč razširila čez Beringovo ožino v Novi svet; danes naseljuje vzhodne vlažne predele med atlantsko obalo in Skalnim gorovjem

od srednje Kanade do Floride in Mehike, južno pa jo zamenjuje vrsta *A. truncatipennis*. Očesca na krilih lepo zelenih metuljev z dolgimi repki so pri tej vrsti sklenjena z rožnato rjavim krilnim robom in spominjajo na sveže brste mladega poganjka.



Slika 5: *Actias luna* (samec).

Foto: Jevgenij Ažipa.

Nežno zeleno gosenico z rožnatimi bradavicami priložnostno najdemo na mnogih listavcih, najbolje pa uspeva na orehah, hikorijih (*Carya* sp.) in ambrovcih (*Liquidambar styraciflua*). Zanj velja, kar smo zapisali o ameriških vrstah v primerjavi z jamamajem (*Proteus*, avgust 2014); vse severne vrste lunic lahko nastopajo v dveh zarodih na leto. Njihovi z listjem obdani oglati zapredki ležijo prosto na tleh, kamor jeseni popadajo z vej, tako da so mnoge parkovne uprave v Ameriki prepovedale čiščenje tal, da bi zaščitile tamkajšnjo vrsto. Vse vrste se izlegajo v opoldanskem času, v sončnem vremenu; potem ko s kapljico jedke tekočine predrejo zapredek, metulji, ki so sprva živo rumeni, burno tekajo naokrog do najbližjega debela in hitro splezajo visoko v krošnjo. Med polurnim napihovanjem krila postopoma zelenijo; nazadnje se jim vzravnata repka. Samec z glavnikastimi tipalkami zazna samico na veliko razdaljo; parjenje traja nekaj ur.

V goratih tropskih predelih jugovzhodne Azije najdemo podskupinico s predstavnicama *A. sinensis* in *A. heterogyna*, katerih gosenice žrejo samo listje ambrovcov (*Liquidambar* sp.); so zelo rebraste in pletejo mrežaste

zapredke s srebrnkastim oziroma zlatkastim leskom. Pri teh vrstah so samice podobne vrsti *A. selene*, dosti manjši samci pa so živo rumene barve; očesca na krilih so okroglasta.

Na otokih pa je razširjena druga podskupinica zelo velikih metuljev živo rumene oziroma kombinirane rumene in rjave barve s polmesečastimi lisami, ki so podobno povezane z robom kril kot pri *A. luna*, in zelo dolgimi repki, ki so ob koncu razširjeni v veselca; njihove prav tako pisane in močno rebraste gosenice se bubijo v podobnih mrežastih zapredkih s kovinskim leskom, živijo pa večinoma na drevju iz družine rujevk (*Anacardiaceae*). Znane so predstavnice *A. maenas* (sliki 6 in 7), *A. isis* in *A. philippinensis*.

Tropsko Afriko in Madagaskar s peščico zelo velikih, masivnih vrst naseljuje skupinica, ki jo delimo v poseben rod *Argema*; to so pisane večje fluorescentno zelene ali rumene osnovne barve z rjavkastim vzorcem, velikimi okroglastimi očesci in močnimi, dolgimi veslastimi repki, ki jih med mirovanjem držijo navzkriž. Posebno znan je afriški komet *Argema mimosae*, madagaška predstavnica *A.*



Slika 6: *Samec vrste Actias maenas.*

Foto: Gary Saunders.



Slika 7: *Samica vrste Actias maenas.* Foto: Peter Kölzer.



*mittrei* (slika 8) pa sodi med največje metulje sveta.

Gosenice se hranijo predvsem s predstavnicami družin mirtovk (Myrtaceae) in rujevk (Anacardiaceae); samice madagaške vrste lepijo jajčka danes tudi in predvsem na uvožene in udomačene vrste evkaliptov. Močno rebraste ali poraščene gosenice se zapredajo v čudovito oblikovane mrežaste zapredke s kovinskim leskom, ki jih domačini uporabljajo tudi kot božične okraske. Pri nas jih lahko, kot sem ugotovil v devetdesetih letih, uspešno gojimo tudi na navadnem ruju (*Cotinus coggygia*).

Med že omenjene azijske predstavnice rodu *Actias* z izrazitim spolnim dimorfizmom sodita vrsti *A. rhodopneuma* in *A. dubernardi*. Parjenje rožnato rumenega samca (slika 9) z

Slika 8: *Argema mittrei* (samec na zapredku).

Foto: Boštjan Dvořák.

Slika 9: *Actias rhodopneuma* (samec).

Foto: Gary Saunders.

Slika 10: *Actias dubernardi*, gosenica na novoletni jelki.

Foto: Heiner Brockhoff.

modrikasto zeleno samico pri teh vpadljivo dolgorepatih metuljih z nenavadno ozkimi srpastimi krili je kakor ognjemet.

Prva živi na aromatičnih listavcih, na primer ambrovcih, orehah ali rujevkah, in ima zgoraj opisanim podobne, rebraste gosenice z modrimi kronicami na velikih izboklinah. Druga pa prebiva na pobočjih visokih gora ponekod v Vietnamu in na južnem Kitajskem in leže jajčeca samo na iglasto drevje; še pred kratkim smo mislili, da živi v naravi na borih, a so slike gojitelja in fotografa Heinerja Brockoffa pred nedavnim pokazale, da so gosenice izvrstno prilagojene predvsem na iglice jelk (slika 10) in so se na tem rodu dreves očitno razvijale milijone let. Do odkritja je prišlo mimogrede; ko je gojitelju zmanjkalo borovih vejic, se je ena od go-

senic lotila njegove novoletne jelke – in na njej zelo hitro dorasla.

Na borih pa živi sorodna vrsta *A. chapae* in še nekaj šele pred kratkim odkritih in opisanih gorskih vrst, na primer *A. uljanae* in *A. chrisbrechlini*. Gosenice teh predstavnic se bubijo v razmeroma kompaktnih svilenih zapredkih pod mahom in iglovjem med koreninjem hranilnih dreves.

Sklenimo krog s posebnim rodом, ki ga predstavlja ena sama, zelo ranljiva in nenavadna vrsta – po španski kraljici poimenovana Izabelina lunica (*Graellsia isabellae*), ki se je ohranila samo na nekaj ločenih krajih v zahodni Evropi, na nekaterih pobočjih Pirenejev, osrednjih iberskih gorstev in južnih obronkov zahodnih Alp. Čudoviti modrikasto zeleni metulj (slika 11) z vijoličasto poudarjenim krilnim ožiljem, zelo kratkimi repki in razponom do deset centimetrov leta glede na vreme in nadmorsko višino v enem zarodu med marcem in junijem, samica pa lepi velika sivo modra jajčeca le na rdeči bor (*Pinus silvestris*). Vrsta je zelo zahtevna, saj se lahko zaradi odvisnosti od te edine hranilne rastline obdrži le v gorskih predelih s



Slika 11: *Graellsia isabellae* (samec) med borovimi vršički. Foto: Uwe Kauz.



primerno vlažnim in svežim podnebjem, ki jih obdajajo suhe sredozemske pokrajine, po drugi strani pa buba ne prenaša temperatur, nižjih od minus sedem stopinj Celzija.

Njena gosenica (slika 12) se dobro loči od vseh sorodnic, saj je vzdolžno belo, rdeče in zeleno črtasta in značilno poraščena ter spominja na gosenice drugih, nesorodnih vrst, prilagojenih na to vrsto bora, recimo gosenico borovega večša (*Sphinx pinastri*).

Med iglovjem na vejicah je odlično prikrita, zabubi pa se v zajetnem zapredku iz rjave svile pod mahom med koreninjem v tleh. Kljub nizki temperaturni toleranci bub, ki so jo šele pred nedavnim razkrili katalonski biologi, so metulji lahko dejavni tudi v ze-

Slika 12: *Gosenica Graellsia isabellae*. Foto: Boštjan Dvorák.

lo mrzlih nočeh, ko se temperature spustijo pod nič stopinj Celzija; znani so primeri, ko sta bila metulja med parjenjem zjutraj prekrita z ivjem ali snegom. Naselitev te vrste v bolj celinskih predelih Evrope ali celo zahodne Sibirije, ki jih večidel prekriva gozd iz rdečega bora, o čemer so včasih sanjali, sicer ni mogoča, švicarskim lepidopterologom pa se je v predprejšnjem stoletju vendarle posrečil vnos v borove gozdove klimatsko ugodnega kantona Wallis, kjer je danes pogosta. Iz tega dela Švice izvirajo, tako kot reja švicarskega entomologa Uweja Kauza, danes marsikje po svetu gojeni primerki tega metulja, ki je sicer v vseh naravnih delih svojega areala strogo zaščiten; vsakršen lov ali nabiranje sta tam prepovedana, v času letanja pa mu je prilagojena tudi cestna razsvetljava. Genetske analize kažejo, da se je ta

rod že zgodaj ločil od drugih predstavnikov, ki jih danes združujemo pod imenom *Actias*.

#### Literatura:

- Brechlin, R., 2013: *Two new taxa of the genus Actias, Leach 1815 from China (Lepidoptera: Saturniidae)*. *Entomo-Satsphingia* 6, (1): 8–13.  
 Brockhoff, H., osebne informacije.  
 Nässig, W. A., 1994: *Notes on the systematics of the maenas-group of the genus Actias, Leach 1815 (Lepidoptera: Saturniidae)*. *Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo N.F.*, 15 (3): 327–338.  
 Voelschow, A., 1902: *Die Zucht der Seidenspinner*. *Schwerin*.  
 Ylla i Ullastre, J., 1997: *Història natural del lepidòpter: Graellsia isabelae (graells 1849)*. Barcelona.  
 Zolotuhin, V. V., 2011: *The Actias Leach, 1815 in the Far East: how many species?* *Neue Entomologische Nachrichten*, 67: 40–56.

Odkrivanje in analiza biološkega gradiva s pomočjo svetlobnih reakcij • Kemija

## Odkrivanje in analiza biološkega gradiva s pomočjo svetlobnih reakcij

Marko Jeran

Kemiluminiscenca je področje kemije, ki se trenutno še razvija. Vendar njen pomen hitro narašča, saj je zelo uporabna tudi v vsakdanjem življenju. V naravi je bioluminiscenca zelo razširjen pojav: za sporazumevanje in obrambo pred »napadalci« jo uporabljajo alge, plankton, žuželke (značilni primer so kresnice), globokomorske ribe, mikroorganizmi ter veliko ostalih živih bitij (Homšak, 2011).

Kemiluminiscenca je proces proizvodnje elektromagnetnega valovanja v obliki svetlobe s pomočjo kemijske reakcije. Sevanje svetlobe je lahko ultravijolično, vidno ali pa infrardeče. Gre za proces, ko zaradi eksotermne reakcije molekule preidejo v elektronsko vzbujeno stanje. Ko se te molekule vračajo v osnovno stanje, sprostijo fotone

(energijo v obliki svetlobe). Največkrat se to dogaja v tekočem ali trdnem agregatnem stanju (Homšak, 2011).

Kemiluminiscenco danes uporabljajo predvsem v medicini in biokemiji. Velik del raziskav pa je bil narejen tudi na področju forenzične znanosti, ki daje odgovore na povsem etična vprašanja. V omenjenem prispevku so opisani nekateri najbolj raziskani in najbolj uveljavljeni načini uporabe luminescence.

### Kemiluminiscenca

Kemiluminiscenca je oddajanje svetlobe zaradi kemijske reakcije pri sobni temperaturi brez prisotnosti plamena (Mohan, Turro, 1974). Je pojav, pri katerem med eksotermno reakcijo nastane produkt v elektronsko

vzbujenem stanju. Ko se vzbujeni produkt vrača v osnovno stanje, izseva energijo v obliki fotona (svetloba). Največkrat se proces odvija v tekočem ali trdnem agregatnem stanju (Jeran, Cvar, Podgoršek, 2012). Kemiluminiscenco delimo na posredno in neposredno.

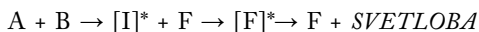
Neposredno kemiluminiscenco lahko poenostavljeno prikažemo s splošno reakcijsko shemo:



A in B sta reaktanta,  $[I]^*$  je snov v vzbujenem stanju. Reakcija med luminolom in vodikovim peroksidom je primer neposredne kemiluminiscence.

V primerih, ko vzbujeno stanje snovi samo ni dovolj učinkovito sevalno sredstvo, lahko preda energijo neki drugi zvrsti (senzibilizatorju, F), ki potem izseva energijo. V tem primeru govorimo o posredni kemiluminiscenci. Primer je svetloba, ki jo sevajo aktivirane svetlobne paličice, popularni »modni« dodatek obiskovalcev diskotek, zabav in drugih srečanj mladih. Splošno reakcij-

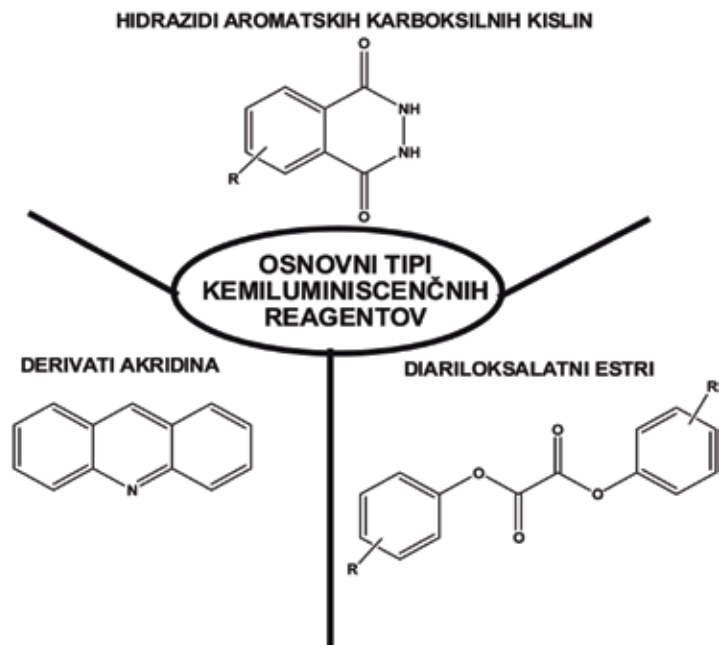
sko shemo posredne kemiluminiscence kaže spodnji zapis (Vrtačnik) :



Kemiluminiscenca se je v času zelo spreminjala, tako tudi njen pomen in vloga na posameznih področjih (kemija, biokemija, medicina, farmacija, biologija, biotehnologija) (Jeran, Cvar, Podgoršek, 2012; Jeran, Drofenik, 2010). V ta namen se je razvila velika knjižnica spojin, ki so sposobne sevati svetlobo oziroma energijo v obliki fotonov. Doslej je znanih več kot 25 različnih strukturnih vrst spojin. Intenzivnost raziskav na tem področju je velika, zato si lahko obetamo, da se bo število znanih kemiluminiscenčnih reagentov v prihodnje še povečalo (Jeran, Cvar, Podgoršek, 2012).

**Med dobro znane kemiluminiscenčne reagente sodijo:**

- derivati akridina,
- diariloksalatni estri,
- hidrazidi aromatskih karboksilnih kislin



*Shema 1: Osnovni tipi kemiluminiscenčnih reagentov.*

## Luminol

Luminol je reagent in je raziskovalno eden izmed najbolj obetavnih analogov hidrazidov aromatskih karboksilnih kislin. Med oksidacijo oddaja turkizno modro svetlobo, ki je dobro vidna v zatemnjenih prostorih. Njegova vloga pri reakcijah je pomembna tako s komercialnega kot tudi uporabnostnega vidika. Prvi je kemiluminiscenco luminola opazil leta 1928 kemik Albrecht, od takrat so jo začeli tudi intenzivno raziskovati (Jeran, Cvar, Podgoršek, 2012). Oksidacija luminola lahko poteka v protičnem (alkohol, voda) in aprotičnem topilu (*dimetil sulfid* - DMSO, dimetil formamid - DMF). Mehanizma se v obeh vrstah topil precej razlikujeta. V različnih topilnih sistemih so potrebni različni oksidanti, zato se spektri sevanja svetlobe med seboj razlikujejo. V aprotičnih topilih sta za kemiluminiscenco potrebna le molekularni kisik in močna baza. Največja valovna dolžina izsevane svetlobe je 485 nanometrov. V protičnih topilih potrebujemo za oksidacijo močno bazo, molekularni kisik ali vodikov peroksid in katalizator. Največja valovna dolžina v tem primeru znaša približno 425 nanometrov. V obeh vrstah topil povzroči sevanje vzbujeni aminoftalatni ion (Jeran, Cvar, Podgoršek, 2012).

Trajanje sevanja svetlobe je odvisno predvsem od koncentracije vodikovega peroksida  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Pomembno vlogo ima tudi katalizator. Najpogosteje uporabljajo ione  $\text{Cu}^{2+}$ . Uporabni so tudi ioni  $\text{Co}^{2+}$  in  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$

(Grofelnik, Drobnič, 2008). Kot vir bakrovih(2+) ionov največkrat uporabljajo bakrov sulfat pentahidrat,  $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$ . Za vir kobalta je primeren kobaltov(II) klorid heksahidrat,  $\text{CoCl}_2 \times 6 \text{H}_2\text{O}$ . Vir  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  kompleksov predstavljajo soli alkalijskih oziroma zemeljskoalkalijskih kovin.

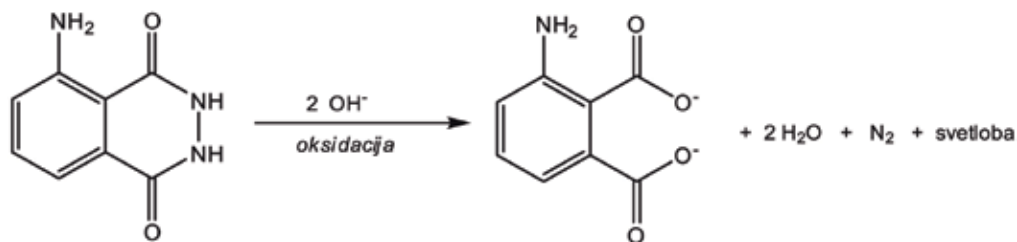
## Spremljanje kemiluminiscenčnih reakcij

Kemiluminiscenčne reakcije lahko spremljamo na več načinov. Prvi izmed njih je merjenje časa trajanja sevanja svetlobe, drugi določanje jakosti nastale svetlobe.

Slika 1: Kemiluminiscenca luminola v vodnem mediju.



Shema 2: Reakcijska shema oksidacije luminola v bazičnem mediju.



Jakost svetlobe pri kemiluminiscenčnih reakcijah lahko merimo na več različnih načinov. Za merjenje jakosti svetlobe pri kemiluminiscenčnih reakcijah pogosto uporabljajo različne senzorje, fotodiode in veliko občutljivejše fotopomnoževalke (*photomultiplier tube*, *PMT*) (Jeran, Drofenik, 2010). Fotopomnoževalke uporabljajo predvsem za merjenje zelo nizkih jakosti, saj so zelo občutljive in ojačajo svetlobni tok. Delujejo po načelu fotoelektričnega pojava, zaradi visoke natančnosti pa jih uporabljajo v medicini in diagnostiki (Homšak, 2011).



Slika 2: Svetlobni senzor.

### Uporaba kemiluminiscenčnih reakcij

Kemiluminiscenčne reakcije se najbolj uporabljajo na sledečih področjih:

- farmacevtska industrija (analize, nadzor kakovosti),
- forenzika,
- klinična imunologija,
- raziskave rakavih obolenj, tumorjev,
- kemiluminiscenčni imunski testi,
- analize anorganskih snovi v tekoči fazi,
- analize organskih vrst; uporabno v kombinaciji z encimi, kjer substrat ni neposredno vključen v kemiluminiscenčno reakcijo, ampak je to nastali produkt reakcije,
- odkrivanje in določanje vsebnosti biomolekul v sistemih, kot so ELISA (*enzyme-linked immunosorbent assay*) – test, pri katerem se uporabljajo protitelesa in barvne spremembe za ugotavljanje snovi,
- *Western-blot*,
- odkrivanje izdihanega dušikovega oksida pri astmatikih,
- kromatografske tehnike, pri katerih je pomembna tekočinska kromatografija visoke ločljivosti (*High Performance Liquid Chromatography*, *HPLC*).

Slika 3: Fotopomnoževalka.



## 1. Odkrivanje biološkega gradiva v forenzični medicini na mestu kaznivega dejanja

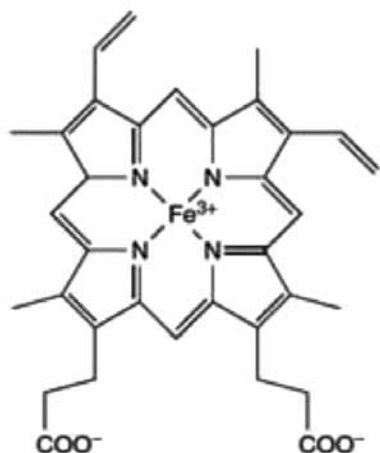
Potreba po odkrivanju latentnih (zabrisanih) krvnih sledi pri preiskavah kaznivih dejanj sega že v začetke prejšnjega stoletja. V tem obdobju so razvili različne teste za dokazovanje zabrisane krvi. Večina testov temelji na katalitični aktivnosti hemoglobina, ki je sestavni del eritrocitov v človeški krvi. Testi niso specifični, saj je hemoglobin mogoče najti v krvi vseh vretenčarjev. Osnova testov je redoks reakcija, v kateri hemoglobin katalizira oksidacijo spojina, ki v reakciji sodelujejo kot reagenti. Test je pozitiven, če se pojavi sprememba v barvi reagenta ali sevanje svetlobe (kemiluminiscenca). Najpogostejše uporabljeni reagent za dokazovanje zabrisanih krvnih sledi je hidrazid 3-aminoftalne kisline, bolj znan kot luminol. Ker testi temeljijo na oksidacijsko-redukcijski reakciji, lahko pride ob stiku s spojinami, ki vsebujejo hemov obroč, kot so encimi peroksidaze, ali v prisotnosti oksidirajočih agentov do napačno pozitivnih rezultatov. Kljub tej slabosti so izredno pomembno orodje za osnovno ugotavljanje prisotnosti krvi v zabrisanih madežih pri preiskovanju krajev

kaznivih dejanj. Forenzični strokovnjak mora pri razlagi rezultatov upoštevati to slabost (Grofelnik, Drobnič, 2008).

Prvi poskusi, pri katerih so uporabili luminol za predhodno testiranje prisotnosti krvi v zabrisanih krvnih sledeh, so bili opravljeni že leta 1937. Izvedel jih je Walter Specht z Inštituta za sodno medicino in kriminalistiko v Jeni (Nemčija). Na različne podlage, kot so trata, opeke ali kamni, je pljuskal kri. Prisotnost je dokazoval z luminolom. Test je od takrat doživel nekaj manjših sprememb. Grodsky je leta 1951 pripravil mešanico pudra, ki je vsebovala luminol, natrijev karbonat in natrijev perborat. Mešanico je bilo treba raztopiti v destilirani vodi. Raztopina je postala najpogostejše uporabljeni test za preiskavo krajev kaznivih dejanj z domnevno zabrisanimi krvnimi madeži. Uporaba natrijevega karbonata ni bila najboljša, saj je bila reakcija zelo počasna in kratkotrajna. Raztopina je bila neobstojna in strupena. Leta 1966 je Weber naredil novo testno raztopino, ki jo sestavljajo luminol, natrijev ali kalijev hidroksid in vodikov peroksid. Tako pripravljeno raztopino je bilo treba hraniti v hladnem prostoru, odmaknjeno od neposredne svetlobe. Njena obstojnost je bila kratkotrajna (osem ur). Webrovo kombinacijo spojin danes imenujemo klasični luminolni test. Če popršimo latentne krvne sledi, nastane modrozeleno sevanje svetlobe. Pokaže se, da luminol sodi med tiste spojine, ki oddajo zadovoljivo količino svetlobe (Grofelnik, Drobnič, 2008).

V svetu klasični luminolni test zaradi pomanjkljivosti, kot so toksičnost, neobstočnost, zamudna priprava, napačno pozitivna reakcija na detergente z belilom (vodikov peroksid), kratek čas sevanja svetlobe (kemiluminiscenca) in popolna zatemnitev prostorov pri izvajanju testa, izpodrivajo novejši testi. Ti testi temeljijo na izboljšanih reagentih, njihova osnova je prav tako luminol, vendar je kemijsko spremenjen, formule so patentno zaščitene. Med najbolj poznanimi testi je BlueStar® Forensic test,

Shema 3: Odsek strukture hema.



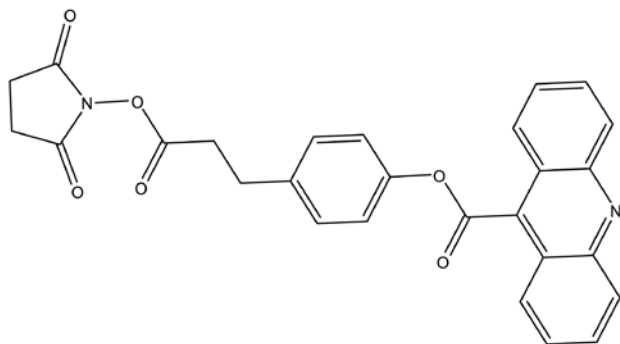
ki ga prodajajo v obliki tablet ali raztopin. Izumitelj novega testa je Loïc Blum z Univerze Claude Bernard v Lyonu (Francija). BlueStar® Forensic test je namenjen odkrivanju spranih, očiščenih in prostemu očesu nevidnih krvnih sledi. BlueStar® Forensic test ne vpliva na DNA, saj jo lahko uporabimo za nadaljnje forenzične preiskave. Prav tako test ni toksičen v primerjavi s klasičnim luminolnim testom in pozitivno vpliva na določevanje krvnih skupin (Grofelnik, Drobnič, 2008).

Opravljenih je bilo že nekaj študij, s katerimi so dokazali prednosti uporabe BlueStar® Forensic testa v primerjavi s klasičnim luminolnim testom. Na oddelku Univerzitetne klinike v mestu Nantes v Franciji so dokazali, da se v razredčitvi krvne sledi 1:1000 še nahaja zadostna količina DNA, ki ji lahko določimo koncentracijo, da je intenzivnost kemiluminiscence veliko višja in traja dlje časa kot pri klasičnem luminolu ter da lahko hitro opazimo, ali je reakcija BlueStar® Forensic testa uspešno potekla s krvno sledjo ali s katero drugo snovjo. Na Nacionalnem inštitutu za kriminalistične raziskave francoskega obrambnega ministrstva so izvedli drugo razvojno študijo, s katero so dokazali, da se v razredčitvi krvne sledi 1:1000 še nahaja zadostna količina DNA, ki jo lahko zaznamo, kljub temu da je bila krvna sled v tridesetih dneh večkrat napršena z BlueStar® Forensic testom. Na Mestnem policijskem uradu v Saint Louisu so izvedli primerjalno študijo BlueStar® Fo-

rensic testa in luminolnega testa. Hoteli so dokazati, kako starost krvne sledi in temperatura vplivata na potek reakcije ter kako se testa odzoveta, če je krvna sled obdelana z belilom. Budowle s sodelavci iz Zveznega preiskovalnega urada (Federal Bureau of Investigation, FBI) je dokazal, da BlueStar® Forensic test ne vpliva na dejanske lastnosti DNA. Namen prikazane študije je bil dokazati, da BlueStar® Forensic test v Centru za forenzične preiskave (Policija, Ministrstvo za notranje zadeve) da pričakovane rezultate. Validacija metode je postopek preverjanja, ali je metoda (test) primerna za reševanje določenega analiznega problema. V Sloveniji je bil omenjeni test uporabljen pri pršenju raztopin na vzorce, in sicer v Centru za forenzične preiskave (Policija, Ministrstvo za notranje zadeve) (Grofelnik, Drobnič, 2008).

## 2. Kemiluminiscenčni imunski testi

Kemiluminiscenca je znana kot zelo zmogljiva analitska metoda, za katero so značilni visoka občutljivost, selektivnost in območje enakomernega naraščanja. Za analize tehnike je pri kemiluminiscenci najpomembnejša prav možnost izvajanja zelo občutljivih testov v širokem razponu koncentracij, pri katerih potrebujejo razmeroma poceni opremo. V praksi je to običajno v kombinaciji z neko dopolnilno tehniko. Najpogosteje uporabljena komplementarna tehnika so kemiluminiscenčni imunski testi, pri katerih označevalce protiteles, kot so akridinijevi estri (ti v prisotnosti vodikovega peroksida povzročajo kemiluminiscenco), uporabljajo za zaznavanje pikomolarnih koncentracij analizirane snovi (Araujo-Filho, Melo-Junior, Carvalho Jr., 2011).



*Shema 4: Predstavnik akridinijevega estra, ki ga uporabljamo v medicini.*

Imunski testi, ki temeljijo na kemiluminiscenčnih reakcijah, so veliko bolj natančni in imajo večji razpon uporabe kot metode starejše generacije. Zelo so uporabni v biotehnologiji in mikrobiologiji (Fereja, Hymete, Gunasekaran, 2013).

Vse več medicinskih strokovnjakov in kemikov se zanima za omenjene analize tehnike. Njihov razvoj je odvisen od uporabe občutljivih in visokoselektivnih kemiluminiscenčnih sond. Izboljšave v občutljivosti bodo vodile k odkrivanju novih tehnik odkrivanja tumorjev. Tehnični napredek obljublja odkrivanje zelo nizkih koncentracij v serumu z uporabo nanodelcev kot označevalcev in kemiluminiscenčne reakcije (Araujo-Filho, Melo-Junior, Carvalho Jr., 2011).

Kemiluminiscenčni imunski testi so hitra in preprosta metoda brez radioaktivnega onesnaževanja, njihova občutljivost pa je običajno višja od fluorescentnih in encimskih. V današnjih časih je metoda z uporabo nanodelcev, zlasti kovinskih, kot bioloških označevalcev pritegnila že veliko pozornosti (Araujo-Filho, Melo-Junior, Carvalho Jr., 2011).

### 3. Kemiluminiscenca v raziskavah rakavih obolenj in tumorjev

Kljub dolgoletnim raziskavam in stotinam poročil o označevalcih tumorjev v onkologiji je število takih, ki so se pokazali kot klinično koristni, zelo malo. Veliko je tudi imunskih testov na podlagi protiteles, razmeroma malo je še vedno kemiluminiscenčnih in bioloških reakcij, ki bi jih uporabljali v kliničnih laboratorijih. Znani so tudi primeri, ko so kemiluminiscenčne reakcije uporabili za zgodnje odkrivanje raka na materničnem vratu (A Bio-Rad Company: An introduction to ELISA).

Rast tumorja in metastaz kot tudi učinkovitost zdravil so spremljali pri živalih, tako da so v miši vbrizgali luminiscenčne rekombinantne celice tumorja in opazovali proizvedeno svetlobo. Druga možnost je, da neznane metastaze in tumorje odkrijejo *in vivo* z

uporabo celic, ki kot sonde za ugotavljanje mesta tumorja oddajajo svetlobo (Araujo-Filho, Melo-Junior, Carvalho Jr., 2011).

### 4. ELISA (encimski imunski test)

ELISA (*enzyme-linked immunosorbent assay*) je biokemijska metoda v imunologiji, pri kateri uporabljamo protitelesa in barvne spremembe za ugotavljanje snovi, po navadi antigena, v tekočem vzorcu. Uporabljajo jo kot diagnostični pripomoček v medicini (testi HIV, testi za virus zahodnega Nila in tako dalje) in rastlinski patologiji ter v industriji za preverjanje kakovosti in odkrivanje možnih alergenov.

Antigeni iz vzorca so pritrjeni na podlago. Nanjo naneseemo specifično protitelo, tako da se lahko poveže z antigenom. Ta antigen se poveže z encimom in na koncu dodamo še snov, ki vsebuje substrat encima. Pri tej reakciji ponavadi substrat spremeni barvo – to je dokaz za prisotnost iskane snovi v vzorcu.

ELISA vključuje vsaj eno protitelo, ki je specifično za določen antigen. Vzorec z neznano količino antigena vezemo na trdno podlago. Potem dodamo specifično protitelo, ki z antigenom ustvari kompleks. Protitelo se lahko z encimom poveže s kovalentno vezjo ali pa ga zazna sekundarno protitelo, ki je s konjugacijo povezano z encimom. Med vsakim korakom trdno podlago speremo z detergentom, da odstranimo nevezane antigene.

Poznamo neposredno (direktno, sendvič), posredno (indirektno) in tekmovalno ELISA.

#### Neposredna ELISA

Uporabljajo jo za analizo antigena vzorca. Protitelo za antigen, ki ga določamo, je vezano na trdno podlago (slika 4). Dodamo vzorec, ki vsebuje preiskovani antigen, ter podlago speremo, da odstranimo nevezane antigene. Dodamo protitelesa, ki so označena z encimom. Ponovno speremo podlago, da odstranimo nevezana protitelesa, in

dodamo substrat, ki ob prisotnosti encima razvije barvo, ter opazujemo intenzivnost barve.

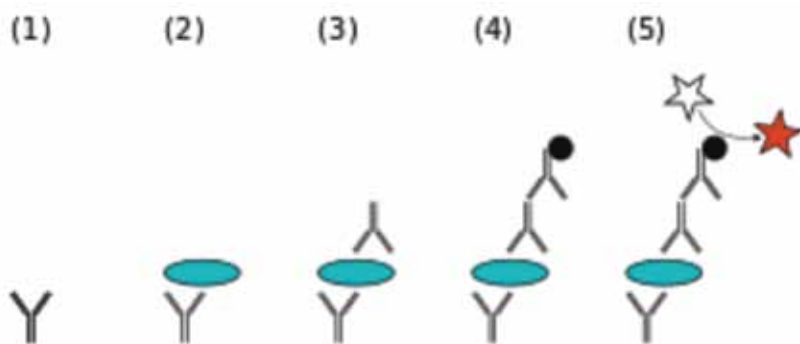
Ta metoda ima dve glavni prednosti:

- je hitrejša od ostalih, saj zahteva manj korakov, in
- manj občutljiva za napake, saj ima manj korakov in sodelujočih reagentov (A Bio-Rad Company: An introduction to ELISA).

spremljanje sprememb barve najpogosteje uporabljamo spektrometer.

Encim deluje kot ojačevalec; četudi je povezanih le nekaj protiteles, označenih z encimom, encimske molekule proizvedejo veliko signalnih molekul.

Glavna pomanjkljivost posredne metode je, da metoda ni specifična. Ko uporabimo katerikoli serum kot vir preiskovanega antigena, se lahko beljakovine prilepijo na steno



*Slika 4: Neposredna (sendvič) ELISA. (1) Na površini plošče so vezana protitelesa; (2) dodamo vzorec in preiskovani antigen, ki se veže na pritrjeno protitelo; (3) dodamo označevalno protitelo, ki se veže na antigen; (4) dodamo encimsko označeno protitelo, ki se veže na označevalno protitelo; (5) dodamo substrat, ki ob prisotnosti encima spremeni barvo.*

## B. Posredna ELISA

Na trdno podlago vežemo preiskovani antigen in dodamo vzorec s primarnimi protitelesi, ki so navadno raztopljeni v serumu druge živalske vrste, da se druga nespecifična protitelesa ne bi vezala. Podlago speremo in tako odstranimo nevezana protitelesa ter dodamo sekundarna protitelesa, označena z encimom, ki se vežejo na že vezana protitelesa. Speremo nevezana označena protitelesa in dodamo substrat, ki ob prisotnosti encima razvije barvo. Spremembo barve pokažejo sekundarna protitelesa, vezana na primarna. Večja kot je koncentracija primarnih protiteles, večja je sprememba barve. Za

naše podlage, tako da morajo zelo majhne koncentracije merjene snovi v serumu tekmovati z ostalimi beljakovinami v njem, da bi se vezale na površino. Prejšnja neposredna oziroma sendvič ELISA pa ima za to rešitev: z uporabo »sprožilnega« protitelesa, specifičnega za testirani antigen, tega potegne iz molekul seruma (A Bio-Rad Company: An introduction to ELISA).

Ima tri glavne prednosti:

povečano občutljivost, ker je več kot eno protitelo vezano na primarno protitelo, varčnost, saj potrebujejo manj protiteles, in večjo specifičnost zaradi uporabe dveh protiteles.

## C. Tekmovalna ELISA

To je najkompleksnejša ELISA. Uporabljajo jo za merjenje koncentracije antigena (ali protitelesa) v vzorcu z opazovanjem motenj v pričakovanem izhodnem signalu. Neoznačeno protitelo izpostavi ustrezni antigenu (vzorec). Ta vezani protitelesni

oziroma antigeni kompleks potem dodamo v posodo (na trdo podlago) z vezanim antigenom. Podlago speremo in s tem odstranimo nevezana protitelesa (več kot je antigena v vzorcu, več kompleksov se tvori in zato manj nevezanih protiteles). Dodamo sekundarno protitelo, ki je povezano z encimom. Dodamo substrat, preostali encimi pa izdajo signal; največkrat pojav opazimo kot spremembo barve.

Za odkrivanje HIV-a je podlaga prekrita z antigeni HIV. Uporabimo dve specifični protitelesi: eno, povezano z encimom s konjugacijo, in drugo, prisotno v serumu (če je ta pozitiven za protitelo). Med protitelesoma se pojavi tekmovanje za isti antigen, kar povzroči močnejši signal. Serum predhodno izpostavimo temperaturi 37 stopinj Celzija in ga speremo. Če so prisotna protitelesa, je potek reakcije med njimi in antigenom uspešen. Tako za specifična protitelesa HIV, označena z encimom, ne ostane nobenega antigena. Ta protitelesa ostanejo nevezana in se s spiranjem odstranijo. Dodamo substrat; ker pa ni encima, na katerega bi lahko deloval, pozitiven rezultat ne pokaže barvne spremembe (A Bio-Rad Company: An introduction to ELISA).

V kemiluminiscenčnih testih ELISA je substrat omejujoči reagent v reakciji: ko se porabi, začne sevanje svetlobe upadati ter polagoma izgine. Dobro pripravljen postopek z uporabo pravilne razredčitve protiteles bo rezultiral v stabilni svetlobi, kar omogoča uspešno zaznavanje proteinov. Če protitelesa niso dovolj razredčena, je prisotnih preveč encimov, zato se bo substrat prehitro porabil ter nikoli ne bo dosežena stabilna svetloba. To je najpomembnejši vzrok za občutljivost kemiluminiscenčnih testov ELISA. Da bi se izognili tem problemom, je ključnega pomena, da dodamo ustrezno količino protiteles. Dobavitelji protiteles navadno predlagajo vrsto razredčitve za uporabo svojih protiteles v ELISA. Območje redčenja je pogosto primerno za poskuse, ki jih zaznavamo z razmeroma neobčutljivim kromogenim

substratom. Veliko večje redčenje pa je potrebno za srednjo učinkovitost z občutljivim kemiluminiscenčnim substratom.

## Zaključek

Svetlobni procesi (luminiscenca) kažejo svojo uporabnost na vsakem koraku. Veliko metod je še v razvojni fazi. Okoli nas je veliko materialov, za katere ne vemo, da se vajo svetlobo, ker nimamo dovolj občutljivih instrumentov, da bi opravili analizo. Velik izziv za raziskovalce so biološki materiali, ki ob reakcijah oddajajo svetlobo. Tovrstna vprašanja rešujejo interdisciplinarno, s povezovanjem in sintezo znanj. Na tem čudovitem področju raziskovalce čaka še veliko trdega dela in zanimivih spoznanj.

## Literatura:

- Mohan, A., Turro, N., 1974: *A facile and effective chemiluminescence demonstrations experiment. Journal of Chemical Education*, 54: 528-529.
- Jeran, M., Cvar, S., Podgoršek, A., 2012: *Uporaba fluorescenčnih barvil kot emisijskih občutljivcev pri kemiluminiscenčnih reakcijah v vodnem mediju. Kemija v šoli in družbi*, 42: 10-16.
- Vrtčanik, M.: *Projekt Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007-2013, Po sledeh zločina – forenziki na delu*, dostopno na: [http://kompetence.uni-mb.si/spletna\\_gradiva/183\\_KEM\\_Vrtcanik\\_gr6\\_PoSledehZločina-forenzikiNaDelu.pdf](http://kompetence.uni-mb.si/spletna_gradiva/183_KEM_Vrtcanik_gr6_PoSledehZločina-forenzikiNaDelu.pdf) (spletni vir, citirano: 17. 2. 2013, 16:00).
- Jeran, M., Drofenik, I., 2010: *Študij uporabe kemiluminiscence luminola in organskih hidrazinov. Kemija v šoli in družbi*, 22 (4): 11-16.
- Homšak, M., 2011: *Uvedba emisijskega občutljivca v kemiluminiscenco hidrazidov aromatskih karboksilnih kislin. Raziskovalno delo, II. gimnazija Maribor (mentorja: Marko Jeran in Sanja Cvar)*.
- Grofelnik, G., Drobnič, K., 2008: *Uporabnost forenzičnega Bluestar® Forensic testa pri latentnih krvnih sledih. Revija za kriminalistiko in kriminologijo*, 59 (2): 166-173.
- Araujo-Filho, J. L. S., Melo-Junior, M. R., Carvalho Jr., L. B., 2011: *Potential applications of the chemiluminescent methods in tumoral diseases investigation. International Journal of pharma and bio sciences*, 2: 392-400.
- Fereja H., T., Hymete, A., Gunasekaran, T., 2013: *A Recent Review on Chemiluminescence Reaction. ISRN Spectroscopy*: 1-12.
- A Bio-Rad Company: An introduction to ELISA*,

dostopno na: <http://www.abdserotec.com/an-introduction-to-elisa.html> (spletni vir, citirano 25. 2. 2014).

Wilson, R., Schifffrin, D. J., 1996: *Chemiluminescence of Luminol Catalyzed by Electrochemically Oxidized Ferrocenes*. *Analytica Chimica Acta*, 68: 1254–1257.

Barni, F., Lewis, W. S., Berti, A., Miskelly, M. G., Lago, G., 2007: *Forensic application of the luminol reaction as a presumptive test for latent blood detection*. *Talanta*, 72: 896–913.



**Marko Jeran** je študent Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani. Za luminiscenčne pojave se je začel zanimati že v srednji šoli, pri študiju pa zanimanje za tovrstne pojave še pogloblja. V službi je na Kemijskem inštitutu v Ljubljani, kjer je raziskovalno dejaven v skupini za organsko kemijo, ki jo vodi dr. Barbara Mohar. Raziskovalno delo nadgrajuje tudi v start-up podjetju PhosPhoenix SARL v Franciji pri dr. Michaelu Stephanu. Vključen je v projektno-raziskovalno delo, ki obsega razvoj kiralnih kovinskih katalizatorjev za pripravo organskih spojin, zanimivih za farmacevtsko industrijo. Dejaven pa je tudi kot mentor dijakin in dijakov Biotehniškega izobraževalnega centra Ljubljana in Tehniške gimnazije v Ljubljani. Slovenska znanstvena fundacija mu je leta 2014 podelila priznanje za večletno odlično promoviranje in populariziranje znanosti.

Iz zgodovine slovenske geologije • Gorski svetovalec Lipold

## Gorski svetovalec Lipold

### Ob dvestoletnici rojstva prvega šolanega slovenskega geologa Marka Vincenca Lipolda

Mihael Brenčič

»Letos sta prišla v preiskavo Krajinskega in Goriškega dva učena gospoda, namreč gorski svetovalec Lipolt, rojen Slovenec iz spodnjega Štajarskega, in D. Stur, rojen Slovak. Prvi bode obhodil loški kanton, idrijske gore, potem celo krajnsko stran na levem bregu Save do koroske in štajarske meje, od Teržica do Zagorja. Priljudna gospoda, s kterima smo se v Ljubljani pomenkovali, sta nam razodela, da ona vsakemu, kateri koli od nju zavoljo posebnega kamnja ali rud, ki se v njegovem kraju nahajajo, kakega razjasnjenja ali nasvetovanja želi, iz serca rada po svoji vednosti in po svoji prepričbi brez plačila postrežeta. Njuni namen ni le zemlj-slovne posebnosti naše dežele nabirati, temuč tudi vse, karkoli nju vednost v povzdigo kmetijstva, gojzdnarstva in rudnarstva svetovati

zamore, vsakemu povedati.« To je besedilo, ki je del krajšega članka z naslovom *Zemlj-znanska preiskava Krajinskega in Goriškega*, objavljenega 31. maja leta 1856 v *Kmetijskih in rokodelskih novicah* v rubriki *Novičar iz austrijskih krajev*. Novinar se je podpisal z začetnico D. Za to kratico se je najverjetneje skrival duhovnik, zgodovinar in ljubiteljski naravoslovec Peter Hicinger. Med drugim je avtor prispevka zapisal tudi »Gотовo bo marsikteremu v korist, v rudništvu zvedena moža za svet poprašati pri kopanji rude, ker se mnogi brez vednosti v to reč zarinejo in dragi dnar in čas tratijo. Oba gospoda sta nas pa tudi naprosila, po »Novicah« na znanje dati, da bi ju možje, ktere ta vednostnika, v težavni preiskavi podpirali in jima posebnosti svojih

*krajev na znanje dajali, n.pr., kje se to ali uno posebno kamenje lomi itd. Močno jima bode vsak ustregel, kdor jima naznani, kje se kake okamnine in kake druge posebnosti nahajajo. Zvediti pa, kje ravno danes in jutri potujeta ta dva gospoda, bo vsakemu lahko, ako le enmalo tam pa tam poprašuje. Naj bi tedaj nihče ne zanemaril lepe priložnosti, kateri želi kaj zvediti, — naj bi pa naši rojaki ljudi po stari lepi navadi prijazno sprejemali verla gospoda, kamor prideta in jima na roko šli kar morejo!»* Sodobni bralec, nevajen stare slovenščine, se kar težko prebije skozi besedilo, v katerem je omenjeno delo dveh za Slovenijo izjemno pomembnih geologov Marka Vincenca Lipolda in Dionizija Štura. To je tudi prvo daljše besedilo v slovenskem jeziku, ki opisuje geološko delo in raziskave. V letu 2016 praznujemo dvesto letnico rojstva prvega šolanega slovenskega geologa Marka Vincenca Lipolda in prav je, da ta pomembni dogodek s kratkim pregledom njegovega življenja in dela obeležimo tudi v *Proteusu*.

Marko Vincenc Lipold se je rodil v Mozirju v Savinjski dolini 19. januarja leta 1816. Na svet je prišel v rodu svobodnjakov, ki so se preživljali z različnimi storitvenimi dejavnostmi in trgovino, v zgodovini pa jih sledimo na širšem območju Črne na Koroškem. Zanimivo je, da je bila v rodbini vrsta pripadnikov, ki so se tako ali drugače ukvarjali z rudarsko dejavnostjo. Nižje šole in gimnazijo je Lipold končal v Celju, kjer je poleg obveznih šolskih predmetov opravil tudi pedagoški tečaj. To mu je omogočilo, da se je v višjih razredih gimnazije preživljal kot domači učitelj. Po dokončani gimnaziji leta 1833 se je odpravil v Gradec na pravne študije, ki jih je nato nadaljeval na Dunaju. Tu je dozorela odločitev, da se po končanem pravu loti še študija rudarstva na rudarski akademiji v današnji Banski Štiavnici, ki ga je z zaključnim izpitom dokončal leta 1842. Kljub temu, da je imel za seboj temeljit študij z dvema fakultetama, ni dobil stalne zaposlitve. Že v času svojih rudarskih študijev

je bil na praksi v solnem rudniku v Hallu na Tirolskem vzhodno od Innsbrucka. Po koncu študija je dobil mesto vodje izmene, a je rudnik kmalu zapustil in se zaposlil na rudarskem sodišču v mestu Steyer na Zgornjem Štajerskem. Od tod so ga premestili, prav tako na rudarsko sodišče, v Pliberk na Koroškem, od koder je odšel na delovno mesto v Dvorno komoro na Dunaju. Julija 1847 se je ponovno vrnil v Hall, kjer je postal rudarski mojster. Kmalu za tem, leta 1849, sledi selitev v Ausee na Zgornjem Štajerskem, kjer je prav tako v službi rudarskega mojstra. To pa je tudi zadnja službena selitev pred odhodom na Dunaj, kamor ga pokličejo v službo na Cesarsko kraljevi geološki zavod Avstrije, ki je bil ustanovljen istega leta.



*Lipoldov portret, ki ga je naslikal Karl Scherak okoli leta 1865 na Dunaju. Hrani ga Pokrajinski muzej v Celju.*

Na Dunaju ostane vse do leta 1867. To obdobje pomeni višek njegove strokovne in znanstvene kariere, to so njegova najbolj ustvarjalna leta, ko napiše skoraj nepregledno množico razprav, člankov in poročil. Raziskoval je po vsej monarhiji, od današnje Italije na zahodu do Galicije v današnji Ukrajini na vzhodu, od Salzburškega na severu, do Dalmacije na jugu. Sprva je bil zaposlen na mestu terenskega geologa, nato je napredoval na mesto drugega geologa in nekaj let pred odhodom v Idrijo dosegel še naziv šefa geologa. Na najvišja vodilna mesta se na geološkem zavodu ni nikoli povzpел.

Drugo, prav tako pomembno obdobje njegovega življenja predstavlja selitev v Idrijo. Kaj so bili vzroki za to, da je zapustil ugledno in znanstveno gledano izredno zanimivo službo, ni povsem jasno, morda je bilo vzrok za to domotožje, morda smrt žene in številna družina, ki jo je bilo treba preživeti, morda želja po družbeni uveljavitvi ali pa preprosto utrujenost zaradi naporenega terenskega dela. V Idriji je prevzel mesto rudniškega direktorja, kar je bil v tistem času nedvomno zelo pomemben strokovni in družbeni položaj. Z družino je živel na rudniškem gradu Gewerkenegg. Tudi na tem delovnem mestu se je z vso svojo natančnostjo zagnal v izzive, ki mu jih je nalagalo upravljanje drugega največjega rudnika živega srebra na svetu. Pri svojem delu je bil znan kot strog in zelo zahteven direktor; o tem so se med idrijskimi rudarji še mnogo let po njegovi smrti ohranile številne zgodbe. S svojim upravljanjem je rudnik pomembno zaznamoval, uvedel je številne tehnične novosti, posegel je v njegovo organizacijo in socialne razmere rudarjev. Deloval je kot šolski nadzornik ter skupaj s svojo drugo ženo spodbujal čipkarstvo kot vir dodatnega zaslužka rudarskih družin. V času njegovega direktorovanja sta se zgodila tudi dva rudarska štrajka, ki pa nista zamajala njegovega mesta. Med napornim vodenjem rudnika je leta 1874 uspel napisati temeljno delo o geologiji Idrije z naslovom *Tolmač geološke karte Idrije in okolice na Kranjskem*. Delo je izšlo ob svetovni razstavi na Dunaju, kjer je Lipold poleg geološke karte razstavil še zbirko mineralov in kamnin iz Idrije in okolice ter za to dobil posebno nagrado. Leta 1881, ob tristoletni obletnici državnega lastništva rudnika, je izšla pomembna monografija o rudniku, ki jo je uredil in v veliki meri napisal prav Lipold. Ob tej priliki je bil povišan v dvornega svetnika, cesar pa mu je podelil plemiški naziv viteza. Ravnatelj rudnika je bil vse do svoje smrti 22. aprila leta 1883.



*Lipold v poznih letih v Idriji.*

Rezultati Lipoldovega geološkega in rudarskega dela so izjemno obsežni in raznoliki. Današnji geologi pri svojem delu ne posegajo več tako na široko in so mnogo bolj specializirani. Njegovo delo je segalo na področja od aplikativne inženirske geologije do paleontologije, torišče njegovega dela pa je bilo področje, ki ga danes imenujemo regionalna geologija s stratigrafijo. V obdobju svojega delovanja na Cesarsko kraljevem geološkemu zavodu na Dunaju je sodeloval pri enem največjih podvigov geologov v devetnajstem stoletju, sistematičnem geološkem kartiranju Avstrijskega imperija. Skupaj z ostalimi geologi tedanjega zavoda je oral ledino in raziskoval predele ogromne države, ki so bili geološko povsem neznani. Stopal je povsem v neznano, kar današnjim geologom ni več dano; skoraj o vsakem kotičku Zemlje nekaj vemo. Skupaj s sodelavci je izrisal prve pregledne geološke karte dana-

šnje Slovenije in sosednjih dežel. V njegovi bibliografiji s tega območja naštejemo kar devet rokopisnih geoloških kart v merilu 1 : 144.000. Te karte pomenijo osnovo za vso nadaljnje geološko delo v Sloveniji, na njih temeljijo vse kasnejše praktične raziskave in izkoriščanje rudnih bogastev. In če velja, da dosežki posamezne generacije znanstvenikov temeljijo na dosežkih predhodnih rodov, kar pogosto pojasnimo z reko »stati na ramenih velikanov«, je Lipold gotovo eden tistih geologov, ki je s svojim obsežnim terenskim delom postavil temelje geološkim raziskavam Slovenije.

Pri geološkem kartiranju, ko je naloga regionalnega geologa izdelati geološko karto, se nestrokovnjaki pogosto sprašujejo, zakaj geologi to delo obravnavajo kot znanstveno? To vendar ni nič drugega, kot da si vztrajen in vzdržljiv, da si pribeležiš tisto, kar si videl. Kaj ima to opraviti z znanostjo? Znanost eksperimentira, meri, računa in modelira; ali je znanost res samo to? Geologija je veda, kjer se znanje gradi s pomočjo opazovanj, a za razliko od večine naravoslovnih ved ne more izvajati eksperimentov. Predmet njenega zanimanja je Zemlja in procesi, ki jo preoblikujejo. Pojavi na Zemlji

*Lipoldova rokopisna karta okolice Idrije.*



so preobsežni in preveč dolgotrajni, da bi bilo z njimi možno izvajati poskuse ali jih posnemati v laboratoriju. Zato geologi do sklepov o porazdelitvi kamnin v prostoru in o dogodkih v geološki preteklosti pridejo le s podrobnimi in številnimi opazovanji. Mednje sodi natančno in potrpežljivo preiskovanje terena. Seveda pri tem ne gre zgolj za vizualno opazovanje, temveč za zelo raznolike meritve in odvzem vzorcev, ki jih nato pregledajo v laboratoriju. Rezultate teh opazovanj se nato med seboj primerja, a ne le na posameznih točkah, temveč s hkratno medsebojno primerjavo vseh točk v prostoru, na katerih so bila izvedena opazovanja. Ker pa opazovanj ni mogoče izvesti v vsaki točki prostora, je razmere tam, kjer ni opazovanj, potrebno interpretirati. In šele takšna množica opazovanj, skupaj z interpretacijo, poda geološko sliko, ki jo geologi izrazijo z geološko karto in geološkimi profili. Celovita geološka karta vsebuje mnogo več informaciji, kot katerikoli znanstveni članek ali monografija. Kdor zna brati geološke karte, pred seboj vidi prostor ne le v širino, temveč tudi v globino in sko-

zi čas. Lipoldove karte z območja današnje Slovenije so prvič omogočile prav odgovore na ta vprašanja. Njegovi tedanji odgovori so povsem ujemajo s takratnim stanjem geološke teorije, in ne le to, s sistematičnim terenskimi delom je pomagal premakniti meje teorije. Razrešil je številna vprašanja o tem, kako so nastale kamnine, kaj je pripeljalo do nastanka pokrajin in rudišč.

Marko Vincenc Lipold je bil kompleksna osebnost, strokovnjak, znanstvenik in menedžer, čeprav slednje besede v njegovem času še niso poznali. Za seboj je pustil veliko del in tudi drugih zapisov, kot so pisma in dnevniki. Ti zapisi predstavljajo izjemno pomemben vir za zgodovino slovenskih meščanskih družin in življenja tehnične inteligence v devetnajstem stoletju. Vse to gradivo še vedno čaka na celovito sistematično, natančno in kritično obdelavo. Ne glede na to pa lahko ugotovimo, da je pomembno vplival na razvoj geološke znanosti na območju današnje Slovenije in tudi širše, na naravoslovje kot celoto.

Medicina • Evgenika. Od dobre zamisli do nacistične zlorabe

## Evgenika. Od dobre zamisli do nacistične zlorabe

Maida Beganović

Želja po izboljšanju lastnih značilnosti pesti rod *homo sapiens* vsaj od časa velikega grškega filozofa Platona, a se je po vsej verjetnosti pojavila veliko prej, morda celo že takrat, ko se je v človeku začela porajati zavest o samem sebi. Poimenovanje te dejavnosti – evgenika – se je pojavilo veliko kasneje. Negativno konotacijo je evgenika

dobila šele po drugi svetovni vojni, a v nje ne ideološke temelje velja podvomiti tudi ne glede na nacistično zlorabo.

V temeljnem delu politične filozofije – *Državi* – Platon predlaga, prosto povzeto, naj se ljudje »boljše kakovosti« razmnožujejo s sebi enakimi. Tako se bo lahko povečalo

število ljudi z zaželenimi in koristnimi lastnostmi, skupnost pa napredovala. Po analogiji s kovinami ljudi razvrsti od najboljših proti najslabšim na tiste z zlato, srebrno in bronasto dušo. Kot pomanjkljivost takega načrtnega razmnoževanja navaja dejstvo, da se staršema »zlatih duš« lahko vsekakor rodi tudi otrok z »bronasto dušo« (Eugenics. Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2014).

V drugih antičnih kulturah so umetni izbor opravljali na različne načine. V Šparti na primer so ubijali dojenčke, ki so bili zaradi telesne okvare ali kake druge pomanjkljivosti razglašeni za nesposobne življenja. V rimskem zakoniku *Leges duodecim tabularum*, *Zakoniku dvanajstih plošč*, se na četrti plošči zapoveduje, da morajo biti prizadeti otroci usmrčeni. Uveljavljena praksa je bila utapljanje nezaželenih dojenčkov v Tiberi. Rimski filozof Seneka (1995) je o tem zapisal:

»Usmrčujemo besne pse, ubijamo divje, neukročene vole, z nožem gremo nad bolne ovce, da bi ne okužile preostanka črede, uničujemo nenormalne potomce ob rojstvu; tudi otroke, če se rodijo šibki ali prizadeti, utopimo. A to ni dejanje jeze, temveč razuma – da bi ločili vredno od nevrednega.«

S pokristjanjevanjem rimskega prebivalstva so se razmere bistveno spremenile in detomor (infanticid) je postopoma izginil iz rimske kulture, zamisli o izboljšanju družbene sestave pa niso nikdar povsem izzevale.

V osemnajstem stoletju je Sir Francis Galton, vsestranski angleški znanstvenik, zbral in uredil obstoječe ideje v skladu z novimi ugotovitvami o evoluciji človeka in živali. Svojo ideologijo je Galton gradil na Darwinovih predstavah o mehanizmi naravnega izbora. Bil je mnenja, da civilizacija te mehanizme ovira, saj skrbi za svoje najšibkejšje člane. Predlagal je spremembo socialne politike, ki bi preprečila povratek družbe k povprečnosti. Seleksijski pritisk pri večini lastnosti ne spodbuja ne pozitivnih in ne negativnih skrajnosti. Svoje početje je v

knjigi *Raziskave človekovih sposobnosti in njihovega razvoja* (*Inquiries into Human Faculty and Its Development*) leta 1883 poimenoval evgenika:

»... tisto, čemur v grščini pravijo *eugenēs*, dobro rojen, dober potomec, dedno obdarjen s plemenitimi lastnostmi, namreč. Uporaba te in sorodnih besed, *eugeneia* in tako naprej, je enako primerna za ljudi, živali in rastline. Zelo si želimo kratke besede, ki bi poimenovala znanost izboljšanja (dednega) zaklada, ki nikakor ni omejena na vprašanje preudarnega parjenja, temveč, posebej v primeru človeka, prepozna vse vplive, ki v še tako majhni stopnji dajejo ustrežnejšim rasam ali sevom krvi boljšo možnost hitre prevlade nad manj ustreznimi, ki bi jih (osebki) sicer (brez zunanjih posegov) imeli. Beseda evgenika bi v dovoljšnji meri izrazila idejo; je vsaj spodobnejša in splošnejša od besede *virikultura*, ki sem jo nekoč poskusil uporabiti.«

Eden od vodilnih evgenikov, ameriški znanstvenik Charles Davenport, je znanstveno idejo o evgeniki udejanil v praksi. Pridobil je finančna sredstva za odpiranje eksperimentalnih ustanov, ki so omogočile politiko prisilne sterilizacije. Na začetku dvajsetega stoletja so evgeniko začeli izvajati v številnih državah po sveta.

Ko je bilo evgenično gibanje v Združenih državah Amerike že uveljavljeno, se je razširilo v Nemčijo. Kalifornijski evgeniki so začeli pisati literaturo, v kateri so propagirali evgeniko, in jo pošiljali nemškimi znanstvenikom in medicinskemu osebju. Hitler, ki je bil goreč zagovornik evgenične miselnosti, je že v začetku druge svetovne vojne, jeseni leta 1939, vpeljal programe evtanazije, kot je bil *Aktion T4*. Uvedel je plinske celice, v katerih so množično pobijali najprej psihično bolne ali kakor koli umsko manj zmožne, kasneje pa še homoseksualce, Jude, Rome in nekatere pripadnike nearijskih etničnih skupin. Alternativni namen koncentracijskih taborišč pa je bilo tudi opravljanje poskusov na ljudeh. Ena izmed najbolj znanih

in hkrati zloglasnih oseb na tem področju je bil Josef Mengele. Mengele je bil zdravnik v Auschwitzu. Posebej rad je preučeval dvojčke. Razložiti je želel predvsem vplive dedne informacije od vplivov okolja. Poskuse, ki so znani po svoji nečlovečnosti, je izvajal na živih osebkih, večinoma otrocih. Dvojčkom bi vsak dan odvezal približno deset kubičnih centimetrov krvi, natančno je meril njihove telesne značilnosti, odvezal kri enemu od dvojčkov in jo vbrizgaval drugemu, izvajal številne operacije brez anestezije, med drugim tudi kastracije, amputacije in odvzeme organov. Da bi ugotovil posledice bolezni, bi z določeno boleznijo namerno okužil le enega izmed dvojčkov. Ko bi eden umrl, bi drugega pogosto dal ubiti za lažjo primerjavo med obdukcijo (<http://www.slideshare.net/haileyamanda/medical-experiments-13332468>).

Po zgledu Kalifornije so po sprejetju zakona o preprečevanju potomcev z dednimi boleznimi (*Das Gesetz zur Verhütung erbkranken Nachwuchses*) začeli prisilno sterilizirati vse državljane, ki naj bi trpeli za domnevno gensko motnjo s seznama. Do končnega poraza nacističnega režima je bilo proti svoji volji sterilizirano več kot 400 tisoč oseb.



Ne preseneča, da se je evgenika, utemeljena na površnih in nepopolnih predstavah o vzorcih dedovanja, od izvirne ideje o izboljšanju lastnosti ljudi, ki prevladujejo v družbi, sprevrgla v monstrozno nacistično orod(ž)je za uresničitev končnega cilja - rasne čistosti nemškega naroda. Z vidika pozitivne evgenike so hkrati spodbujali razmnoževanje pripadnikov arijske rase med seboj.

Po nemškem porazu in koncu druge sve-

*Slika z velike razstave Čudež življenja na bulvarju Kaiserdamm v Berlinu marca leta 1935. Napis na sliki zgoraj: Kakovostni upad prebivalstva ob premajhnem razmnoževanju večvrednih. Kakovostni upad prebivalstva je grafično prikazan na časovni premici: na začetku, po 30 letih, po 60 letih, po 90 letih in po 120 letih. Napis na sliki spodaj: Tako bi se zgodilo, če bi manjvredni imeli 4 otroke in večvredni 2 otroka.*

Vir: Qualitativer Bevölkerungsabstieg.  
[http://www.bild.bundesarchiv.de/archives/harchpic/search/\\_1441057015/?search\[form\]\[SIGNATUR\]=Bild 102-16748](http://www.bild.bundesarchiv.de/archives/harchpic/search/_1441057015/?search[form][SIGNATUR]=Bild 102-16748).



*Nacistična propaganda za evtanazijo. Besedilo se v prevodu glasi: Ta dedno oboleli stane družbo v času svojega življenja 60.000 nemških mark. Sadržavljan, to je tudi tvoj denar! Berite Novo ljudstvo, mesečnik Urada Nacionalsocialistične nemške delavske stranke (NSDAP) za rasno politiko.*

Vir: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:EuthanasiePropaganda.jpg#filelinks>.

tovne vojne je gibanje postalo obrobno in razglašeno za sramotno, delno tudi zaradi nürnberških procesov, kjer so bili razkriti posamezne podrobnosti tega zločina nad človečnostjo. Na dogajanja v drugi svetovni vojni se je Organizacija združenih narodov odzvala s sprejetjem *Splošne deklaracije o človekovih pravicah* in v njej zapisali: »Polnoltni moški in ženske imajo brez kakršnihkoli omejitev glede na raso, državljanstvo ali vero pravico skleniti zakonsko zvezo in ustanoviti družino.« Po vseh grozotah, ki sta jih prinesli svetovni vojni, se je bilo vredno vprašati, kakšna je vrednost razvoja znanosti in tehnologije kot posledica boja svetovnih sil za politično in gospodarsko prevlado, če je ta povzročil le neizmerno žalost, trpljenje in smrt. Kakšna je vrednost napredka, če je ta posledica poraza človečnosti, neupoštevanja svetosti življenja in humanističnih vrednot?

V osemdesetih letih prejšnjega stoletja, ob izjemno hitrem razvoju in novih dognanjih na področju genetike, se je žarišče premaknilo predvsem v smer genskega inženiringa. V nekem smislu tudi ta sodi na področje evgenike, z bistveno razliko v odnosu do integritete človeškega bitja in upoštevanja etičnih zadržkov.

Kar sedaj vemo o človeškem genomu, česar prej nismo vedeli, je, da so pravila dedovanja precej bolj zapletena, kot bi pričakovali, kdaj tudi nepredvidljiva. In ko vsak dan odkrivamo vzroke za genske nepravilnosti in bolezni, se počasi pojavljajo dvomi.

Koliko daleč bomo lahko šli, koliko bi smeli iti? Človeštvo že od nekdaj posega v zakone narave, jih kroti, da si zagotovi preživetje in si hkrati olajša življenje. Že dolgo smo na stopnji, ko naše življenje ni več ogroženo zaradi neugodnih vremenskih razmer, nimamo naravnega plenilca in nam pravzaprav grozi le uničenje našega naravnega življenjskega okolja.

Četudi je bilo v antičnih časih dokaj razumljivo, da prizadeti dojenčki in otroci niso bili zaželeni, bi stanje danes - ob skokovi-

tem razvoju medicine in tehnologije, posledično tudi oskrbe in možnosti polnopravne vključitve takšnih posameznikov v družbo - moralo biti povsem drugačno. V resnici pa so vsi, katerih telesna drugačnost je opazna, precej zaznamovani.

Če bomo kdaj - hipotetično - lahko odpravljali posamezne genske napake s poseganjem v genom zarodka, kje bo treba postaviti mejo in kako dolgo bo trajalo, preden bo zdravljenje prešlo v estetske posege ter v spreminjanje temperamenta ali izhodiščnih intelektualnih sposobnosti zarodka? Mar ne bo to čez čas povzročilo precejšnje uniformnosti osebkov ali morda krasni novi svet? Na tekočem traku bomo proizvajali nove primerke človeške vrste, katerih namen bomo določili pred rojstvom. Verjetno smo za zdaj še daleč od take distopične, razčlovečene resničnosti, ki je sedaj še precej neverjetna, toda ni nemogoča. V precej blažji obliki so v sodobnem času evgenične ideje prisotne pri testiranjih pred rojstvom, s katerimi se določa pravilnost kariotipa zarodka. Downov sindrom je primer dednega obolenja, ki je zelo zaznamovano, statistike o splavih pri odkriti trisomiji 21 povedo, da se zanj v Evropi odloči približno 92 odstotkov nosečnic, v Združenih državah Amerike pa 67 odstotkov (Mansfield, Hopper in Marteau), a vendar obstajajo primeri odraslih oseb s sindromom, ki popolnoma ali vsaj delno samostojno živijo v družbi (Chicoine, McGuire in Rubin). Splav, evtanazija in katero koli drugo vprašanje, ki zadeva življenje in smrt in ki terja zavestno odločitev nosilca za eno ali drugo možnost, je etično sivo območje, v veliki meri povezano z evgeniko. Poseganje v potek evolucije človeka namreč zahteva ravno to: nekoga, ki bo na podlagi ocene o »fitnessu« posameznega osebkov prinesel odločitev o njegovem preživetju kot umetnem naravnem izboru. Pravega naravnega izbora pri človeku ni več. Z razvojem miselnih sposobnosti je človek pridobil veliko več kot bi od katere koli druge lastnosti, ki bi mu pomagala v

boju z drugimi vrstami in naravo. Čeprav se evgenika morda na prvi pogled zdi dobra zamisel, pomislimo le, kaj bi bilo, če bi denimo angleški fizik Stephen Hawking živel v napačnem času in/ali napačnem kraju. Seveda razum ni merilo, po katerem naj bi se določala vrednost človeškega bitja in njegova upravičenost do življenja, tako kot to ne sme biti nobena druga posamezna lastnost, a je vendarle primer znanstvenika z invalidnostjo odlični argument proti evgeniki, saj se zdi, da je koncept, ki ga je vredno zavreči. Posameznik, ki bi bil izločen, lahko prispeva k družbi več kot prenekatera telesno popolnoma zdrava oseba.

Vprašanje, ali je evgenika potrebna človeštvu, je pravzaprav filozofsko vprašanje. Bolj kot to, koliko je potrebna, se je treba vprašati, ali je koristna in kakšno korist bi sistematična evgenična politika prinesla človeški vrsti. Ali bi koristi odtehtale škodo, ki bi jo povzročilo preoblikovanje človeške družbe v še bolj razslojeno skupnost, ki je sama sebi namen. Z odpravo dejavnika naključnosti in sprememb v dednem materialu bi osebkovi vse bolj postajali podobni drug drugemu. Sploh pa, mar ljudje obstajamo le zato, da bi posredovali gene novim bitjem?

Za vso izkazano podporo in usmerjanje se pristočno zahvaljujem mentorici, profesorici dr. Zvonki Zupanič Slavec.

#### Literatura:

- Chicoine, B., McGuire, D. in Rubin, S.: *Adults with Down Syndrome: Specialty Clinic Perspectives*. <http://www.ds-health.com/adults.htm>. (31. 8. 2015.)
- Eugenics. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 2014. Center for the Study of Language and Information (CSLI), Stanford University. <http://plato.stanford.edu/entries/eugenics/>. (31. 8. 2015.)
- Galton, F., 1883: *Inquiries into human faculty and its development*, 17, opomba 1. London: Macmillan. <http://www.mugu.com/galton/books/human-faculty/>. (31. 8. 2015.)
- Mansfield, C., Hopfer, S., in Marteau, T.: *Termination rates after prenatal diagnosis of Down syndrome, spina bifida, anencephaly, and Turner and Klinefelter syndromes: a systematic literature review*. *European*

- Concerted Action: DADA (Decision-making After the Diagnosis of a fetal Abnormality)*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10521836>. (31. 8. 2015.)
2. Seneca, L. A., 1995: *Seneca: Moral and Political Essays*. Cambridge University Press. *Splošna deklaracija človekovih pravic*. [http://www.obcbr.org/EN/UDHR/Documents/UDHR\\_Translations/slv.pdf](http://www.obcbr.org/EN/UDHR/Documents/UDHR_Translations/slv.pdf). (31. 8. 2015.)
- United States Holocaust Memorial Museum. *Holocaust encyclopedia*. <http://www.ushmm.org/wlc/en/article.php?ModuleId=10005168>. (31. 8. 2015.)
- [http://www.bild.bundesarchiv.de/archives/barchpic/search/\\_1441057015/?search\[form\]\[SIGNATUR\]=Bild+102-16748](http://www.bild.bundesarchiv.de/archives/barchpic/search/_1441057015/?search[form][SIGNATUR]=Bild+102-16748). (31.8.2015.)
- <http://www.slideshare.net/haileyamanda/medical-experiments-13332468>. (31.8.2015.)
- <https://en.wikipedia.org/wiki/File:EuthanasiePropaganda.jpg#filelinks>. (31.8.2015.)



Maida Beganović je bila rojena 28. decembra leta 1994 v Cazinu v Bosni in Hercegovini. Je študentka Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani ter ljubiteljica znanosti, filozofije in umetnosti. V prihodnosti bi se rada posvetila klinični genetiki.

# Del neukročene Afrike ujet v fotografski razstavi

Tina Drolc

V decembru leta 2015 je Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani pripravil fotografsko razstavo doc. dr. Mihe Krofla z naslovom *Neukročena Afrika*. Odprta je bila v torek, 11. decembra, po slavnostni podelitvi Pahernikovih štipendij študentom gozdarstva.

Razstavo je odprl prodekan oddelka prof. dr. Janez Krč z besedami: »Naše poslanstvo ni samo širjenje znanja o gozdu, gozdarstvu,

ampak tudi informacij o gozdu in gozdarstvu. Nekatere lažje sprejmemo prek besedil, spet druge se nam približajo s fotografijami. Prav zato smo se tudi v letu 2015 odločili, da v okviru oddelka pripravimo fotografsko razstavo.«

Dr. Kristjan Jarni, član Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, tudi sam fotograf, je predstavil avtorja razstave, raziskovalca in prav tako člana oddelka: »Fotografije nam veliko povedo tudi o samem avtorju, kdo je ta oseba in kaj nam želi s fo-

*Žličarka na Luni. Fotografija, na kateri žličarka prekriva Luno, je nastala v Keniji. Zgodaj zjutraj, ko je Sonce vzhajalo, je bilo narejenih več fotografij in na eni izmed njih je ptica pokrila Luno v ozadju. Fotografija je bila izbrana prav zaradi te zanimive kompozicije.*

*Foto: Miha Krofel.*



Duh v noči. Fotografija z naslovom *Duh v noči* ni ostra, vendar je avtorju še posebej pri srcu. Fotografija namreč dobro prikaže značaj leoparda, ki je kot nočni duh in ga zelo redko vidimo, še posebej na območjih, kjer izvajajo trofejni lov. Leopard na fotografiji je bil opremljen s telemetrično ovratnico in so ga opazovali s pomočjo nočnih luči.

Foto: Miha Krefel.



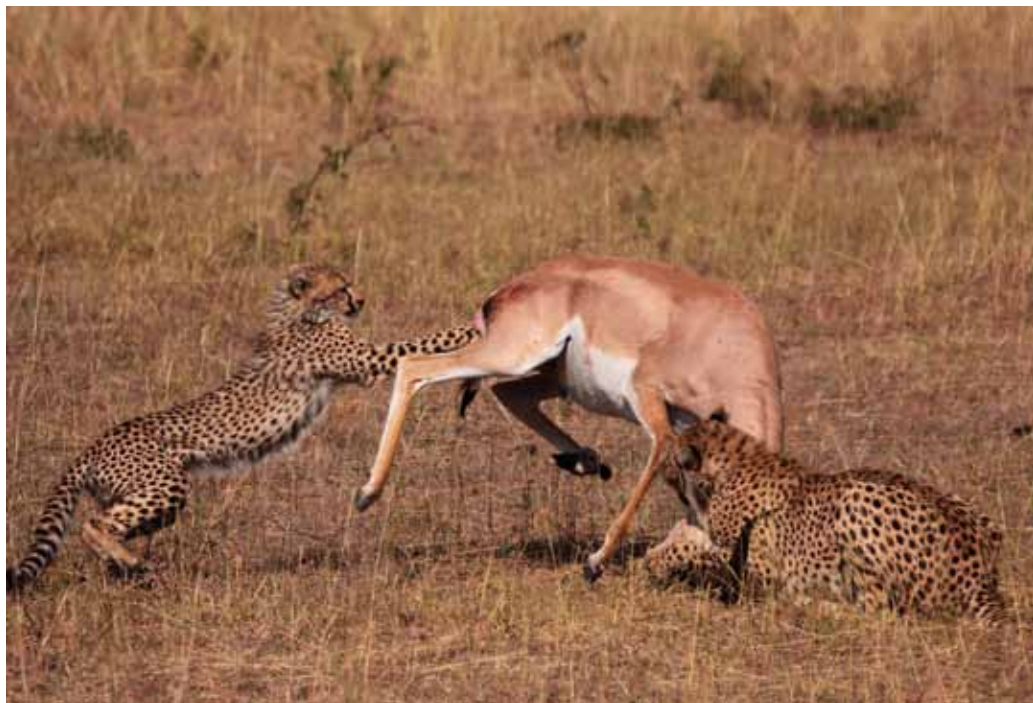


tografijo sporočiti. Fotografije na tej razstavi kažejo, da je Miha velik ljubitelj narave in predan raziskovalec. Njegove fotografije prikazujejo aktivnega naravoslovnega fotografa, ki živali ne čaka v zasedi, ampak ji sledi, jo znanstveno preučuje in s fotografijo ujame njen način življenja, njeno vlogo v okolju in družbi. Raziskovalna radovednost, izvedeti več, ga je peljalo širom po svetu, po Balkanu, po Evropi, v Južno Ameriko, na Grenlandijo in v letu 2015 že petič v Afriko. Fotografije so izjemne, nekatere za-

radi prizorov iz narave, ki jih vidimo redko, na primer lov dveh gepardov, samice in mladiča, ali pa parjenje levov, druge zaradi kompozicije ali pa zaradi izredno zanimivih podrobnosti.»

Doc. dr. Miha Krofel pa je spregovoril o svojih štirinajstih razstavljenih fotografijah: »Afrika je posebna celina, kjer bivajo najbolj karizmatična bitja našega planeta in je tudi zadnja, kjer je ponekod preživela celotna družba megafavne z živalmi, težjimi od tristo kilogramov. Včasih so bile podob-

*Igra življenja in smrti. Fotografija z naslovom Igra življenja in smrti je nastala v Keniji, kjer so raziskovalci opazovali plenjenje v naravi. Dva geparda, samica in mladič, sta lovila Grantovo gazelo, ki je na zgornji meji, kar lahko gepardi ujamejo. Mati je gazelo ujela in jo stisnila za vrat, mladič je pri tem le pomagal. Čeprav se na prvi pogled zdi, da je bil lov uspešen, sta plenilca na koncu ostala »praznih tac«. Gepardi so ustvarjeni za hitrost, tudi do petsto metrov lahko tečejo sto kilometrov na uro, kar je za zveri edinstven način lova. Pri tem je ogromna poraba kisika in temu so prilagojene ostale morfološke značilnosti glave, na primer zelo velike nosnice. Zaradi tega so zobje majhni in so celo manjši kot pri risu, čeprav je gepard dvakrat večji od njega. To je prišlo do izraza tudi pri tem ugrizu, saj je samica ni uspela hitro usmrtiti. Med bojem se je gazeli uspelo otresti in je zbežala. Gepardinja je bila preveč utrujena od lova in je lahko samo ležala. Takrat se je izkazal mladič, ki je skočil na antilopo ter se obdržal na njenem hrbtu še nekaj sto metrov. Avtor je prizadevnost mladiča ob predstavitvi fotografije komentiral: »Vse pobvale mladiču, čeprav ni bil uspešen, bi si zaslužil nagrado. S tem je pokazal potencial, da bo enkrat velik lovec.« Foto: Miha Krofel.*



ne živalske vrste razširjene tudi v Evropi, a smo jih ljudje iztrebili. Fotografije so iz dveh držav, večina jih je iz Namibije, kjer že deset let sodelujem pri projektu z gepardi in leopardi, nekaj pa jih je tudi iz Kenije, kjer smo pred leti priredili ekskurzijo za študente biologije.« S tem je tudi pojasnil, zakaj se ni odločil za razstavo fotografij živalskih vrst, predvsem plenilcev, ki jih raziskuje v Sloveniji in Evropi. Drugi del razstave krajšo fotografije nekoliko bolj skrivnostnih prebivalcev Afrike, plenilcev. Fotografije

plenilcev so večinoma iz Namibije. Posnete so bile zunaj parkov, kjer so te vrste pod velikim lovskim pritiskom, zato so še posebej skrivnostne, dejavne predvsem ponoči in jih je še posebej težko fotografirati.

*Oko umirajoče pasane. Fotografija z naslovom Oko umirajoče pasane prikazuje samico pasane ali oriksa, ki je bila ustreljena v trofejnem lovu v Namibiji. Avtor fotografije je komentiral: »Trofejni lov je v Afriki gospodarsko zelo pomemben. Izvajajo ga predvsem evropski in ameriški lovci, vendar žal pogosto na način, ki je za pravega slovenskega lovca etično sporen. V tem primeru je šlo za brejo samico, ustreljeno iz avtomobila. Pritegnili so me kontrasti med črno obrazno masko, belim krznom, svetlo rdečo krvojo ter svojim odsevom v očesu pasane. Pasana je bila ustreljena v pljuča, zato je kri nekaj prvih minut po strelu, dokler ne oksidira, zelo svetla, kar je ustvarilo močno barvno kombinacijo, ki daje fotografiji še večjo sporočilno vrednost.« Foto: Miba Krefel.*



# Ob osemdesetletnici prof. dr. Andreja Martinčiča

Tinka Bačič in Nejc Jogan

Biolog prof. dr. Andrej Martinčič, dolgoletni profesor na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, je v strokovnih krogih poznan predvsem kot urednik in soavtor vseh štirih izdaj *Male flore Slovenije* - ključa za določanje praprotnic in semenk. Kot znanstvenik deluje na področju botanike in ekologije. Še posebej rad se posveča mahovom, med njegovimi ekološkimi raziskavami pa so na prvem mestu raziskave ekstremnih rastišč, kot so mokrišča, jame in mrazišča. S pričujočim zapisom želimo počastiti njegovo okroglo obletnico in opozoriti na pomembnost že več kot šestdeset let trajajočega raznolikega botaničnega delovanja.

Andrej Martinčič se je rodil 22. maja leta 1935 v Ljubljani. Že v mladih letih je bil navdušen naravoslovec in botanik. Po končani osnovni šoli je obiskoval 10. (»moščansko«) gimnazijo v Ljubljani. Že v dijaških letih je prizadevno deloval v prirodoslovnem krožku. Bralcem se bo morda zdelo zanimi-

vo, če povemo, da je prof. Martinčič svojo strokovno pot začel prav pri reviji *Proteus*. Prva omemba njegove strokovne dejavnosti je zapisana že v letu 1949, ko nas *Proteus* obvešča, da je dijak ljubljanske X. gimnazije Martinčič na predvečer božiča pri biološkem krožku predaval o akvariju. V *Proteusu* je objavil tudi svoj prvi poljudnostrokovni prispevek (Martinčič, 1950) in v naslednjih letih pri tej reviji še večkrat sodeloval, tudi z nekaj zelo tehtnimi članki (zadnji je bil o barjanski vegetaciji Ljubljanskega barja; *Proteus*, 65 (6): 246-256).

Študiral je na tedanji Prirodoslovno-matematični fakulteti Univerze v Ljubljani na Oddelku za biologijo in diplomiral leta 1958 z diplomsko nalogo *Fitogeografske razmere vzhodnega dela Trnovskega gozda* pod mentorstvom prof. dr. Ernesta Mayerja. Na Oddelku za biologijo je vpisal tudi podiplomski študij. V času priprave doktorske disertacije je raziskoval na območju tedanje skupne države Jugoslavije in med drugim obiskal Vranico v Bosni, Šar planino, Pelister, Prokle-



Prof. Andrej Martinčič v mladih letih na terenu v Črni gori. Iz arhiva prof. Mihaela Jožefa Tomana.



Prof. Andrej Martinčič pri terenskem delu. Foto: Branko Vreš.

tije, Korab, Durmitor in Komove. Ob tem je zbiral podatke za seznam mahovnih vrst Jugoslavije. Doktoriral je marca leta 1965 z nalogo *Elementi mahovne flore Jugoslavije ter njihova horološka in ekološka problematika*, prav tako pod mentorstvom prof. dr. Ernesta Mayerja.

Njegova prva zaposlitev je bila v Prirodoslovnem muzeju Slovenije v Ljubljani, kjer je leta 1956 prevzel mesto kustosa za botaniko. Novembra leta 1960 se je zaposlil kot asistent za botaniko na Botaničnem inštitutu (poznejšem Oddelku za biologijo), kjer so takrat ustanovili nova dvopredmetna študija, biologijo-kemijo in biologijo-geografijo. Poučeval je različne predmete v okviru univerzitetnega študija na Biotehniški in tudi Pedagoški fakulteti: geobotaniko, ekologijo rastlin, onesnaževanje in varstvo okolja, fitogeografijo s fitocenologijo, biogeografijo ... Postavil je temelje študija ekologije. Leta 1981 je bil izvoljen v naziv redni profesor. Bil je mentor pri 37 diplomah, 12 magistrskih nalogah in 8 doktorskih nalogah.

V svoji univerzitetni karieri je bil predstojnik Oddelka za biologijo, dekan Biotehni-

ške fakultete in tudi prorektor Univerze v Ljubljani. Dejavno je sodeloval na številnih znanstvenih simpozijih in kongresih doma in v tujini. Bil je sekretar Medakademijskega odbora za floro in favno Jugoslavije, urednik Razprav SAZU (VI. razred - oddelk za prirodoslovne vede) in predsednik združenja Ekoloških društev Jugoslavije. Je dejavni član Društva ekologov Slovenije in tudi prvi predsednik tega društva, član Prirodoslovnega društva in častni član Botaničnega društva Slovenije. Njegov zasluge so bile v družbi večkrat prepoznane: med nagradami in priznanji omenimo Jesenkovo priznanje za življenjsko delo, ki ga je prejel leta 2000.

Prof. dr. Andrej Martinčič je svoje znanstvene prispevke objavlja tako v domačih kot tudi v tujih revijah. Njegova najpomembnejša dela na področju raziskovanja mahov so katalog listnatih mahov Jugoslavije (1968), *Seznam listnatih mahov (Bryopsida) Slovenije* (2003) in *Seznam jetrenjakov (Marchantiophyta) in rogovnjakov (Anthocerotophyta) Slovenije* (2011). Med njegovimi naravovarstvenimi prispevki je zagotovo najpomemb-

nejša objava *Rdeči seznam ogroženih listnatih mahov (Musci) v Sloveniji*, ki ga je objavil v reviji *Varstvo narave* (1992).

Prof. dr. Andrej Martinčič tudi po upokojitvi leta 1997 nadaljuje z raziskovalnim delom: raziskuje, piše znanstvene in strokovne članke ter sodeluje s kolegi botaniki v terminološki komisiji. V zadnjih letih redno objavlja strokovne prispevke k poznavanju razširjenosti vrst mahov, praprotnic in semenk, prispeval pa je tudi več gesel v *Enciklopediji Slovenije*. Glede na njegovo še vedno veliko raziskovalno dejavnost se v nadaljnjih letih veselimo še številnih objav, posebej o mahovih, njegovi ljubi rastlinski skupini. Ob osemdesetletnici mu iskreno čestitamo!

#### Literatura:

Bačič, T., Jogan, N., 2015: *Bibliografija dr. Andreja Martinčiča (ob njegovi 80-letnici)*. *Hladnikia*, 36: 3–30.  
 Martinčič, A., Wraber, T., Jogan, N., Podobnik, A., Ravnik, V., Turk, B., Vreš, B., 1999: *Mala flora*

*Slovenije. Ključ za določanje preprotnic in semenk.*

*Ljubljana: Tehniška založba Slovenije. 845 str.*

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

Martinčič, A., Sušnik, F., 1969: *Mala flora Slovenije. Ljubljana: Cankarjeva založba. 516 str.*

Martinčič, A., Sušnik, F., 1984: *Mala flora Slovenije. Praprotnice in semenke. Ljubljana: Državna založba Slovenije. 793 str.*

Martinčič, A., 1950: *Kako smo pripravili prirodoslovno razstavo. Proteus*, 13 (1): 26–27.

Martinčič, A., 1968: *Bryophyta. Musci (Catalogus florae Jugoslaviae, II-2). Ljubljana: Slovenska akademija znanosti in umetnosti. 102 str.*

Martinčič, A., 2003: *Seznam listnatih mahov (Bryopsida) Slovenije. Hacquetia*, 2 (1): 91–166.

Martinčič, A., 2011: *Seznam jetrenjakov (Marchantiophyta) in rogovnjakov (Anthocerotophyta) Slovenije. Scopolia*, 72: 1–38. *Ljubljana: Prirodoslovni muzej Slovenije.*

Društvene vesti • Glavni urednik revije *Proteus* prejel priznanje Prometej znanosti za odličnost v komuniciranju

## Glavni urednik revije *Proteus* prejel priznanje *Prometej znanosti za odličnost v komuniciranju*

Na slavnostni podelitvi Zahvalnega dne Slovenske znanstvene fundacije, ki je potekala 14. januarja 2016 v Prešernovi dvorani Slovenske akademije znanosti in umetnosti v Ljubljani, je priznanje *Prometej znanosti za odličnost v komuniciranju* prejel tudi glavni urednik revije *Proteus*, dr. Tomaž Sajovic, in sicer »za dolgoletno lektorsko in publicistično delo ter ustvarjalno vlogo urednika poljudnoznanstvene revije *Proteus* v obdobju od leta 2005 do leta 2015«.

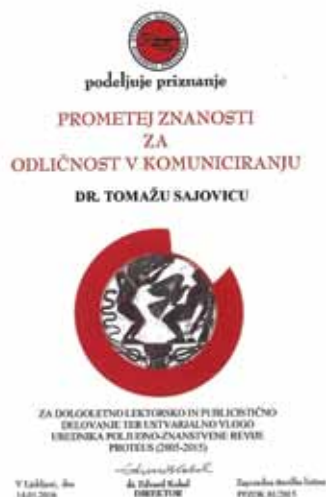
Slovenska znanstvena fundacija priznanja *Prometej znanosti za odličnost v komuniciranju* sicer podeljuje od leta 2003 dalje. Priznanje

je namenjeno raziskovalcem, umetnikom, učiteljem in novinarjem, ki se odlikujejo v komuniciranju znanosti z različnimi javnostmi, še zlasti s splošno (generalno) javnostjo.

Priznanja se podeljujejo posameznikom, ki promovirajo znanost skozi različne medije, na različne načine in različnim populacijam, kot so organizacija dogodkov in prireditve, objavljenih poljudnoznanstvenih sestavkov v revijah in časopisih, spletnega komuniciranja znanosti, uredniških aktivnosti, samostojnih poljudnoznanstvenih ali strokovnih publikacij, filmov ter razstav na izbrane teme, ki so zanimive za širši krog ljudi.



*Direktor Slovenske znanstvene fundacije dr. Edvard Kobal podeljuje glavnemu uredniku revije Proteus dr. Tomažu Sajovicu priznanje Prometej znanosti za odličnost v komuniciranju.*



Dr. Tomaž Sajovic je uredniško delo pri reviji *Proteus* sprejel leta 2005, že prej pa je dolga leta sodeloval kot lektor besedil in si prizadeval za lep slovenski naravoslovni poljudnoznanstveni jezik. Kot urednik veliko pozornosti še vedno namenja jeziku in prav zaradi tega so mnogi prispevki berljivejši in bolj razumljivi tudi strokovno manj podkovanemu bralcu. Vedeti moramo, da je marsikateremu znanstveniku pisanje poljudnoznanstvenih besedil precej težko opravilo in tu je lahko pomoč urednika več kot dobrodošla. S pomočjo članov uredniškega odbora si dr. Tomaž Sajovic tudi zelo prizadeva pridobiti prispevke s čim več naravoslovnih področij in prav njegovi vztrajnosti se moramo zahvaliti, da so posamezne številke revije *Proteus* tako pestre in raznolike. Nena-

zadnje moramo omeniti še urednikov osebni pečat, ki ga v vsaki številki posveti svojemu uvodniku, ki je morda malce nenavaden za tak tip revije, pa kljub temu ali prav zato zelo toplo sprejet med mnogimi bralci. Priznanje, ki ga je za svoje delo prejel glavni urednik dr. Tomaž Sajovic, je seveda tudi priznanje reviji *Proteus*, hkrati pa spodbuda vsem, ki pomagajo soustvarjati revijo v časih, ki so tiskanim medijem, še posebej pa strokovno malce zahtevnejšim, zelo nenaklonjeni.

*Janja Benedik*

# Ima naše Osončje deveti planet?

*Mirko Kokole*

Naznanitve in domneve, da ima naše Osončje še en velik planet, se vrstijo že vse od odkritja Neptuna leta 1846. Njegov obstoj je matematično napovedal Le Verrier. To je bil tedaj velik dosežek matematične astronomije, kar je spodbudilo tudi vse nadaljnje

dinamične analize gibanja planetov. Tako je v začetku dvajsetega stoletja Percival Lowell napovedal obstoj devetega planeta. Leta 1930 je Clyde Tombaugh odkril Plutona. Kasneje se je pokazalo, da so bili matematični računi napačni in da je bilo odkritje

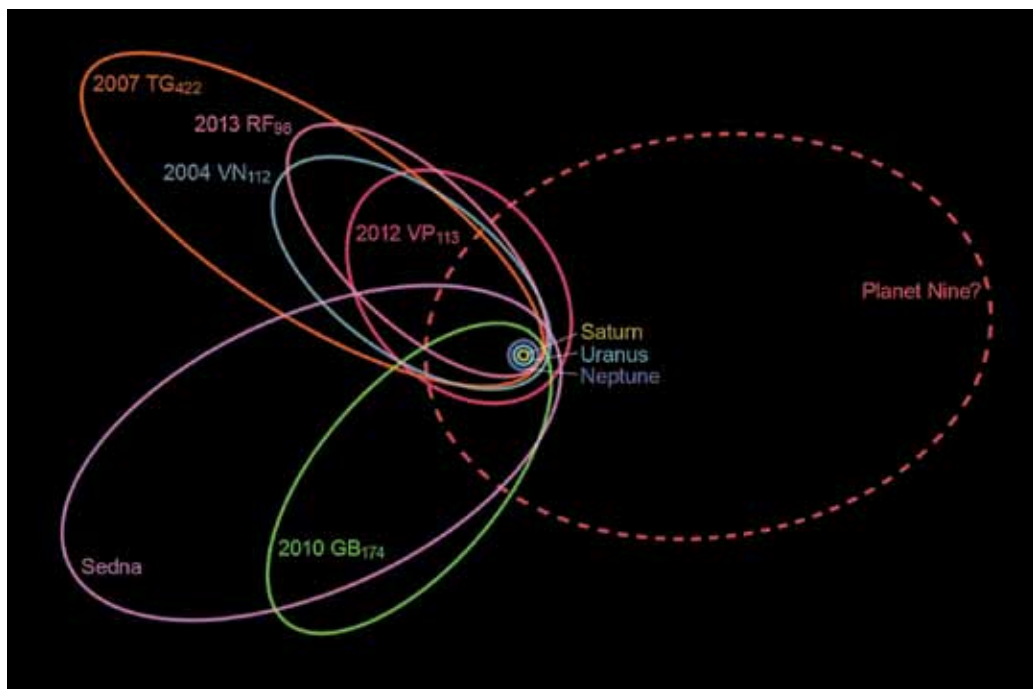


Plutona popolno naključje. Nato so astronomi pred tremi desetletji začeli odkrivati vedno več objektov, ki so bili podobni Plutonu. Pluton je tako postal član nove družine nebesnih objektov, ki jih imenujemo pritlikavi planeti.

Danes poznamo že kar lepo število teh objektov v predelu Osončja, ki ga imenujemo Kuiperjev pas. To je nekakšen pas asteroidov in pritlikavih planetov, ki se nahajajo onkraj orbite Neptuna. Leta 2003 so astronomi odkrili objekt, ki ga danes imenujemo Sedna. Od Sonca je še bolj oddaljena kot

*Umetnikova podoba devetega planeta v najbolj oddaljenih predelih našega Osončja. Planet ima približno deset mas Zemlje in je podoben Neptunu in Uranu. Foto: Prokaryotes/Wikipedia.*





*Orbite šestih preiskovanih objektov ter predvidenega devetega planeta. Vseh šest objektov ima močno eliptične orbite, vsa njihova prisiončja so zelo blizu skupaj. Verjetnost, da je taka ureditev nastala naključno, je le 0,007-odstotna.*

*Foto: nagualdesign/Wikipedia.*

večina objektov Kuiperjevega pasu. Sedna se, ko je v periheliju, dotika zunanega roba Kuiperjevega pasu in je zelo nenavadna, predvsem zaradi močno eliptične in nagnjene orbite. Že ob njenem odkritju so se pojavila prva namigovanja, da morda obstaja v najbolj oddaljenih predelih našega Osončja še en velik planet, ki je Sedno spravil v njeno sedanjo orbito. Takrat so bile to lahko le domneve, saj iz obstoja enega nenavadnega objekta še ne moremo nič sklepati.

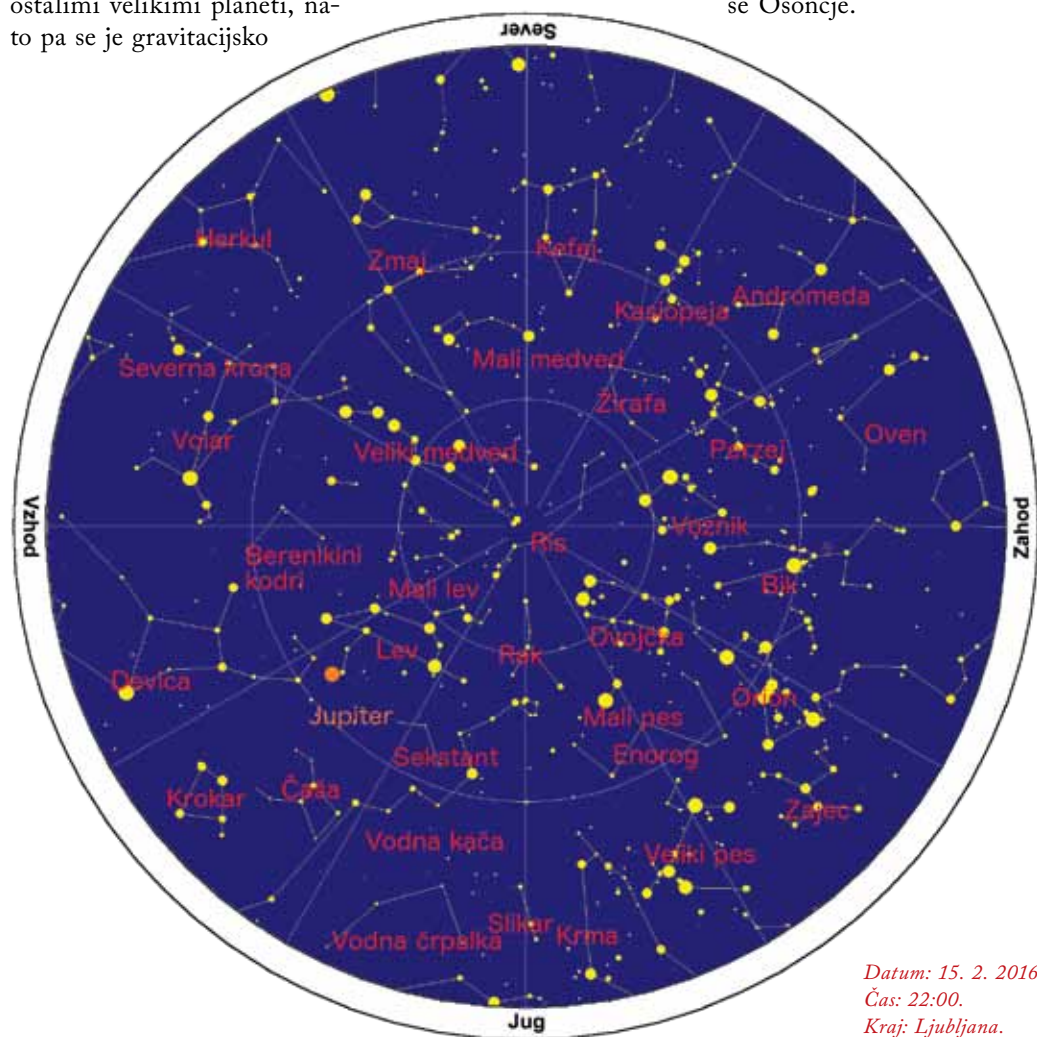
Danes pa poznamo že kar nekaj objektov, ki imajo podobne orbite kot Sedna. Zadnji med njimi je bil odkrit leta 2014 in takrat so astronomi, tudi tisti najbolj skeptični, začeli resno sumiti, da obstaja še en velik planet. Nedavno objavljena raziskava, ki sta jo naredila zelo ugledna astronom Mike Brown in Konstantin Batygin, pa je zelo prepričljivo dokazuje, da tak planet dejansko obstaja, čeprav ga za zdaj še nismo zaznali.

Sedna in še šest drugih objektov, ki se nahajajo na skrajnem robu našega Osončja, imajo zelo nenavadne oblike orbit. Vse so nagnjene na isto stran in imajo perihelije zelo blizu skupaj. Takšna nenavadna ureditev več nebesnih objektov je zelo nenavadna in verjetnost, da je nastala naključno, je le 0.007-odstotna, torej zanemarljivo majhna. Zato so astronomi hitro začeli iskati vzroke za takšno ureditev objektov. Med možnimi vzroki sta bila bližnje srečanje z zvezdo ali pa še nepoznani planet. Bližnje srečanje z zvezdo bi lahko povzročilo nenavadne močno eliptične orbite, vendar so morali astronomi to hipotezo izključiti po ugotovitvi, da po takšnem srečanju vseh šest objektov ne bi ostalo v stabilnih orbitah. Tako je ostala edina možnost do sedaj nepoznani planet. Brown in Batygin sta se na podlagi tega zaključka lotila numeričnih simulacij in po dveh letih računanja prišla do zanimive

ugotovitve. V našem Osončju obstaja še en velik planet, katerega masa znaša približno deset mas Zemlje in kroži okoli Sonca po močno eliptični orbiti s prisončjem (perihelijem) približno 200 astronomskih enot (razdalja med Zemljo in Soncem) ter ima obhodni čas od 10.000 do 15.000 let. Za primerjavo povejmo, da je obhodni čas Neptuna 165 let in Plutona 248 let. Po sestavi je na videz verjetno podoben Neptunu, katerega masa znaša sedemnajst mas Zemlje. Planet 9, kot ga imenujeta Brown in Batygin, je resnično nenavaden in je zelo verjetno nastal v notranjem predelu Osončja, skupaj z ostalimi velikimi planeti, nato pa se je gravitacijsko

izstrelil v zunanje predele Osončja, kjer se je ustalil v svoji dosedanji orbiti.

Seveda moramo vse take napovedi in raziskave še vedno gledati s previdnostjo, vsaj dokler planeta vidno ne opazimo. Zato so astronomi intenzivno začeli preiskovati predel neba, kjer bi se planet lahko nahajal. Trenutno uporabljajo japonski teleskop Subaru, katerega premer je osem metrov in se nahaja na Havajih. Predvidevajo, da bodo z njim deveti planet lahko zaznali v naslednjih petih letih. Če se bo to res zgodilo, bo to eno največjih astronomskih odkritij, ki bo precej spremenilo pogled na naše Osončje.



Datum: 15. 2. 2016.  
Čas: 22:00.  
Kraj: Ljubljana.

## STROKOVNE EKSURZIJE

### CINQUE TERRE

Od 6. aprila do 8. aprila 2016

Območje v Liguriji ob Tirenskem morju, ki združuje pet ribiških vasic: Riomaggiore, Manarolo, Corniglio, Vernazzo in Monterosso al Mare. Območje je zaščiteno kot narodni park, zato je tudi ena izmed večjih italijanskih turističnih zanimivosti. Geološka zgradba tega območja je precej pestra – na razmeroma majhnem ozemlju se pojavljajo različne kamnine: od karbonatov, flišev do ofiolitov, ki jih bomo spoznali od bliže. Na poti domov si bomo južno od Modene ogledali še en zanimiv geološki pojav – sedimentne vulkane (vulcanelli).



### SKRIVNOSTNI EPIR

Od 23. aprila do 2. maja 2016



Severnogrška pokrajina Epir je nekaj posebnega: ostanki antične Grčije se prepletajo z naravnimi lepotami Pindskega gorovja, kjer so zaradi skrivnosti narave že v davnini nastajale bajke in legende, ki še danes navdihujejo redke obiskovalce. Geološke in botanične posebnosti območja zaznamujejo tudi številni samostani, reke pa so v geološki preteklosti izoblikovale slikovite soteske, ki so burile duhove antičnih

prebivalcev in jih vodile v mitološko podzemlje. Vsega po malem za vse tiste, ki vam narava pomeni nekaj več kot le – narava.

Ceno potovanj in podrobnejše programe si lahko ogledate na spletni strani [www.proteus.si](http://www.proteus.si), več informacij dobite v upravi društva na telefonski številki **01 252 19 14** ali na elektronskem naslovu [prirodoslovno.drustvo@gmail.com](mailto:prirodoslovno.drustvo@gmail.com).

# VERONA IN GARDSKO JEZERO

Od 3. do 5. junija 2016



Na Gardsko jezero ljudje pogosto odhajajo na sproščene počitnice. Za naravoslovce pa je jezero z okolico še bolj privlačno, saj v njegovi bližnji in malo bolj oddaljeni okolici najdemo veliko geoloških in botaničnih posebnosti, pa tudi pričevanja nekdanjih prebivalcev teh krajev, ki so svoje sledi pustili v obliki ostankov kolišč ali še pred njimi v obliki petroglifov – risb, vklesanih v skale, ki nas ponesejo v daljno preteklost. S kratkim obiskom teh krajev bomo spoznali le delček izredno bogate naravne in kulturne dediščine.

## GRUZIJA 2016

Od 5. do 19. avgusta 2016

*Malo drugačen program spoznavanja Gruzije: po odmaknjenih gorskih dolinah Kavkaza na severu države, kjer ti ob pogledih na vrhove štiritisočakov zastaja dih, kjer se konji prosto pasejo po pisanih travnikih in se krave mirno sprehajajo vsepovsod, ne da bi bilo komu mar za to, in kjer so vasi ohranile pridih starinskega in te popeljejo v življenje pred nekaj stoletji. Tja ne vozijo avtobusi in elegantni avtomobili, tja zaidejo le najbolj zagnani popotniki in ljubitelji divjine. In številni rastlinski in živalski endemiti kar kličejo po raziskovanju. Pravo nasprotje je jug – ponekod že polpuščavsko območje, kjer so zatočišče nekoč našli menihi v številnih v skale vklesanih samostanih, kjer se je odvijala burna zgodovina in kjer med vso pestrostjo kulture, zgodovine in religije lahko odkriš tudi naravo. Gruzija je tudi domovina vina in odlične hrane, ki jo z vso skrbnostjo za goste pripravljajo izredno prijazni domačini. Bogata zgodovina, močan vpliv gruzijske pravoslavne cerkve, posebna pisava in jezik, stepe, polpuščave, bogati gozdovi in vodnatost Kavkaza – neizmeren bogastvo in pisan mozaik vsega, kar ti poželi srce.*





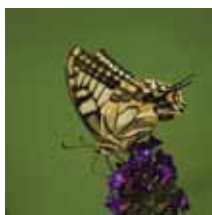




■ *Mineralogija*



■ *Medicina*



■ *Naše nebo*

ISSN 0033-1805

