

# PROTEUS

*mesečnik  
za poljudno  
naravoslovje*

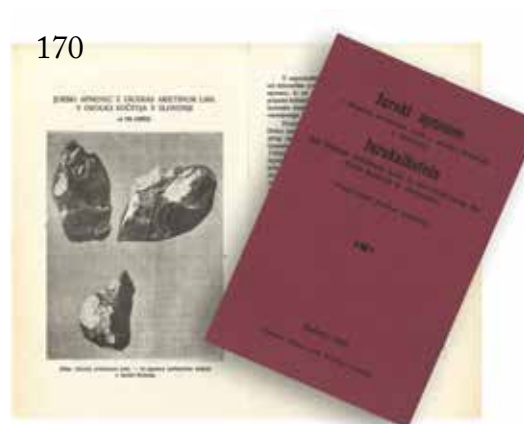


November, december 2023  
3, 4/86. letnik  
cena v redni prodaji 11,00 EUR  
naročniki 8,64 EUR  
upokojnenci 7,10 EUR  
dijaki in študenti 6,72 EUR  
[www.proteus.si](http://www.proteus.si)





139



170



168

- |   |   |
|---|---|
| <p>100 Table of Contents</p> <p>102 Uvodnik<br/><i>Tomaž Sajovic</i></p> <p>105 Nobelove nagrade za leto 2023<br/>Odkritje, ki je omogočilo hiter razvoj cepiv proti COVID-19: ob Nobelovi nagradi za medicino 2023<br/><i>Radovan Komel</i></p> <p>116 Zoologija<br/>Lov na krokodile po Sahari - a le s fotoaparatom<br/><i>Anton Brancelj</i></p> <p>139 Botanika<br/>Rastlinske posebnosti doline Suhorice v osrednjih Brkinih<br/><i>Igor Dakskobler</i></p> | <p>152 Kemija<br/>Svetloba kot vir energije v fotoredoks kataliziranih reakcijah<br/><i>Nejc Petek</i></p> <p>157 Biotehnologija<br/><i>Streptomyces platensis</i> kot naravni vir za biotehnoške aplikacije<br/><i>Vida Lang</i></p> <p>162 Evtanazija<br/>Razmišljanje o življenju in smrti<br/>Poskus vpeljave evtanazije v Slovenijo<br/><i>Zvonka Zupanič Slavec</i></p> <p>168 Ekologija<br/>Hijene na lovu za pticami<br/><i>Miha Krofel</i></p> |
|---|---|



Naslovnica: *Največji krokodil se je sončil na skalni polici.*  
Foto: *Anton Brancelj.*

## 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:

Sebastijan Kovač

prof. dr. Milan Brumen

dr. Igor Dakskobler

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 Draskovič Pelc

<http://www.proteus.si>

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

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2023.

Vse pravice pridržane.

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

Lektor: dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavletič

Angleški prevod: Andreja Šalomon Verbič

Priprava slikovnega gradiva: Marjan Richter

Tisk: Trajanus d.o.o.

Svet revije Proteus:

prof. dr. Nina Gunde - Cimerman

prof. dr. Lučka Kajfež - Bogataj

prof. dr. Tamara Lab - Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

Proteus izdaja Prirodoslovno društvo Slovenije. Na leto izide 10 števil, letnik ima 480 strani. Naklada: 1.200 izvodov.

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

Cena posamezne številke v prosti prodaji je 5,50 EUR, za naročnike 4,32 EUR, za upokojence 3,55 EUR, za dijake in študente 3,36 EUR.

Celoletna naročnina je 43,20 EUR, za upokojence 35,50 EUR, za študente 33,60 EUR. 5 % DDV in poštnina sta vključena v ceno.

Poslovni račun: SI56 6100 0001 3352 882, davčna številka: SI 18379222. Proteus sofinancira: Javna agencija RS za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost. Vsi objavljeni prispevki so recenzirani.

Proteus (tiskana izdaja) ISSN 0033-1805

Proteus (spletna izdaja) ISSN 2630-4147

- |  |  |
|--|--|
| <p>170 Iz zgodovine slovenskega naravoslovja<br/>Franjo (Franc) Uršič – kočevski profesor, geolog in naravoslovec<br/><i>Matija Križnar</i></p> <p>178 Medicina in film<br/>Film <i>Varuhi formule</i><br/>Jedrska nesreča v Vinči leta 1958<br/><i>Zvonka Zupanič Slavec</i></p> <p>182 Nove knjige<br/>Brane Anderle: <i>Pregled razširjenosti praprotnic in semenk na Gorenjskem</i><br/><i>Andrej Seliškar</i></p> | <p>185 Ekologija<br/>Kako so se divje živali odzvale na zmanjšano prisotnost ljudi v okolju v času pandemije covid-19?<br/><i>Miha Krofel</i></p> <p>187 Naše nebo<br/>SKA - največji radijski teleskop na svetu<br/><i>Mirko Kokole</i></p> |
|--|--|

## Contents

## Editorial

Tomaž Sajovic

## Nobel Prizes 2023

**A Discovery That Enabled Rapid Development of Vaccines against COVID-19: Nobel Prize in Medicine 2023**

Radovan Komel

The results published by Hungarian-American biochemist Katalin Karikó and American physician and immunologist Drew Weissman in their seminal paper of 2005 received relatively little attention at the time, but laid the foundation for a critically important scientific and technological breakthrough that enabled the humankind to effectively combat the looming COVID-19 pandemic. They were recognized as such by the Nobel Assembly at the Karolinska Institute and awarded the Nobel Prize in Physiology or Medicine 2023 for their discoveries concerning nucleotide base modifications that enabled the development of effective mRNA vaccines against COVID-19.

## Zoology

**Crocodile Hunting in the Sahara – with a Camera**

Anton Brancelj

The author begins by explaining that the crocodiles in question do not come from the River Nile, which is also surrounded by the Sahara Desert. The crocodiles he was after were seen in a pocket of water in the middle of the Mauritanian desert, which the local people call *guelta*. The *guelta* with crocodiles is located 4,500 km west of the Nile, with endless plains of hot sand and bare sandstone or volcanic rocks (of magma or volcanic ash) between them.

## Botany

**Floristic Curiosities of the Suhorica Valley in Central Brkini Hills**

Igor Dakskobler

Vegetation of the highest nature conservation importance in a 4.5 km long, predominantly forest-covered section of the Suhorica valley between the localities Bibec and Bižaj in the central Brkini Hills (south-western Slovenia), where some years ago the authorities proposed a reservoir for additional water supply for Slovenian Istria (but abandoned the idea for the time being!), is riparian forests of black alder (*Lamio orvalae-Alnetum glutinosae*) and riverine and semi-dry slope meadows (*Anthoxantho-Brometum erecti cariceto-*

*sum pallescentis, Danthonio-Scorzoneretum villosae holcetosum lanati*). We recorded approximately 450 taxa of vascular plants in the valley and its slopes, including 20 protected species. The most threatened are *Gladiolus illyricus* and *Orchis coriophora*.

## Chemistry

**Light as Energy Source in Photoredox-Catalyzed Reactions**

Nejc Petek

For photosynthesis to occur it needs light. But which processes does this simple statement encapsulate? The first part of photosynthesis is the photoredox catalysis, which is used also in organic synthesis for the development of new strategies for the preparation of organic compounds. Photoredox catalytic reactions, which chemists use in the synthesis of new organic compounds, are currently still significantly simpler than the complex sequence of processes involved in the photosynthesis. Nevertheless, they have become crucial in the development of new methods for the synthesis of pharmaceutical ingredients, materials, pesticides, and other value-added compounds.

## Biotechnology

***Streptomyces platensis* as a Natural Source of Biotechnological Applications**

Vida Lang

Nature hides myriad opportunities and possibilities for the development of new biotechnological solutions. *Streptomyces platensis*, a bacterium isolated from soil, offers one such opportunity in the production of enzymes and secondary metabolites. The article describes the role of *S. platensis* and in the first place of its secondary metabolite transglutaminase, which shows great potential for biotechnological applications.

## Euthanasia

**A Reflection on Life and Death**

An Attempt to Legalise Euthanasia in Slovenia

Zvonka Zupanič Slavec

Western society is changing at a rapid pace and one of the changes that the standard society is not inclined to embrace is the question of the legal framework on euthanasia or »good«, intentionally caused death. Its advocates in the West justify it with the unbearable suffering of the elderly and terminally ill, and interpret it as a human right to decide independently about when and how one chooses to die. But we only have one life, unique and irreversible, and therefore so much more precious. This is also one of the reasons

why most countries in the world have abolished the death penalty.

## Ecology

**Hyenas on a Bird Hunt**

Miha Krofel

Spotted hyenas (*Crocuta crocuta*) are the second largest species of carnivores in Africa. Most people know them as scavengers, but they are in fact also highly proficient hunters of antelopes, zebras and other African ungulates. The small pray part of their menu, however, has been more or less unknown – until recently, when we discovered a very unusual and previously unknown hunting behaviour of hyenas in Namibia, which apparently developed a taste for songbirds.

## From the History of Slovenian Natural Science

**Franjo (Franc) Uršič – Professor, Geologist and Natural Scientist from Kočevje**

Matija Križnar

Franjo (Franc) Uršič (1898-1949) was a professor at the Kočevje gymnasium (from 1922 to 1943) and a keen geologist, paleontologist, and naturalist. In addition to teaching geology, mineralogy, chemistry, and physics he also served for many years as a caretaker of the geological collection. He published several paleontological papers on Jurassic and Cretaceous fossils, focusing in particular on clarifying some stratigraphic problems of the Cretaceous beds in the vicinity of Kočevje, and the Tertiary layers of western Slovenia. Some of his fossil specimens and archival documents have also been preserved in the Slovenian Museum of Natural History and the National Museum of Slovenia, which proves his connection with notable experts of the time, such as paleontologist Ivan Rakovec. Despite his very short geological and natural history activity, Franjo Uršič made a contribution with his work that is worth remembering.

## Medicine and film

***Guardians of the Formula***

1958 Nuclear Incident at Vinča

Zvonka Zupanič Slavec

Directed and co-written by Dragan Bjelogrić in 2023, the film *Guardians of the Formula* follows the aftermath of a real-life accident in the nuclear reactor in Vinča, Serbia, that happened on 15 October 1958. It is based on Goran Milašinović's novel *The Vinča Case* (2017). Six researchers, a physics professor and his five students aged 24 to 26, who took part in chain

reaction experiments unaware that they were likely to build an atomic bomb, were exposed to lethal doses of ionizing radiation. The Yugoslav government decided to turn to the French for help. Four victims, the physics professor and three of his students, were taken to *Fondation Curie* clinic in Paris. There, Georges Mathé (1922-2010), professor of oncology and immunology, had been experimenting with radiation and radiation protection. He was asked to help the victims and after some hesitation, Mathé agreed, although he was aware that the results on laboratory animals were far from promising. The most affected patient received a suspension of stem cells obtained from liver and human fetal spleen, which the film does not show. Then, the professor immediately started looking for blood donors. As the patients' recovery did not go as expected, he asked the blood donors to donate bone marrow. The most badly affected of the patients died despite bone marrow transplantation, whereas the other three slowly recovered. The gripping story reveals that the patients were so badly affected by radiation that the doctors believed they were sure to die without help. Despite his fear of the outcome of the unknown experimental treatment, empathy for the patients won and professor Mathé chose life, but took on an enormous risk.

## New books

**Brane Anderle: *Pregled razširjenosti praprotnic in semenk na Gorenjskem (An overview of the distribution of vascular plants in Upper Carniola)***

Andrej Seliškar

## Ecology

**Wildlife During the Covid-19 Pandemic**

»Anthropause«

Miha Krofel

When human mobility was constrained by COVID-19 lockdown measures wildlife took notice and soon we could see (on the Internet) animals come into cities and other areas that they usually stay away from when they are occupied by humans. A kind of an unplanned experiment took place as we watched how animals behave when humans stay indoors. Researchers took this opportunity and collated data from across the world to improve our understanding of how animals react to people in their environment.

## Our sky

**SKA - The World's Largest Radio Telescope**

Mirko Kokole



**Tudi naše interpretacije so zgodovinska dejstva in v njih upodobljeni dogodki nadaljujejo svoje zgodovinsko bivanje in sodelujejo pri oblikovanju zgodovinskega življenja. (Georgij Florovsky.)**

Arhitekt Miloš Kosec je 6. marca letos v *Delu* objavil razmišljanje z naslovom *Dediščina je proces*. Navajam odlomek:

»Na gozdnatem pobočju ob Savi, nedaleč od Litije, obledeli rumenkasti zidovi med krošnjami dreves že od daleč naznanjajo eno tistih številnih grajskih stavb, za katere se najprej zdi, da v enainvajsetem stoletju nimajo prave prihodnosti. V dvajsetem stoletju je bil nekdanji razkošen dvorec s parkom samo še senca samega sebe; med obema vojnama je bila v njem nastanjena gimnazija za ruske emigrante, med drugo svetovno vojno so ga nemški okupatorji spremenili v utrjeno postojanko, nato je prešel v last lokalne kmetijske zadruge, ta pa je v njem naredila zasilna stanovanja za svoje delavce. Do pred nekaj leti, ko je bil končno izpraznjen.

Še tako zasilno stesana kočica lahko preživi stoletja, če v njej kdo živi, jo vzdržuje in zanjo skrbi. Še tako trdno zidan grad pa se lahko enkrat, ko je prazen, ko se vdre streha ter ko stene in stropove načenja vlaga, sesuje v nekaj letih. To je usoda, ki je doletela številne gradove, dvorce in kmečke hiše v Sloveniji. Z njimi so se v pozabo umaknile številne zgodbe o vrhunskih umetniških delih, zgodovinskih dogodkih, bivalnih in socialnih razmerah na slovenskem podeželju. Če zgodbe nimajo več prostorov, v katerih so se dogajale, kmalu izginejo. [...]

Pri nas namreč dediščino navadno uničujemo na dva načina. Običajno s počasnim propadanjem, ki ga v zadnjem stadiju pogosto pospeši odločba o rušenju dediščine, ker je domnevno ni več mogoče obnoviti, ali pa zgori v skrivnostnem požaru, ki investitorju namesto nadležne zaščitene stavbe podari svežo in prazno gradbeno parcelo. Nič manj tragično ni uničevanje z neustrezno prenovo za neustrezne programe. V stoletne stavbe lahko hotel s štirimi ali petimi zvezdicami umestite samo, če ga radikalno spremenite. Nove kopalnice v vsaki sobi [...], pogosto tudi novi, izmišljeni arhitekturni elementi, da bi staro in morda ne dovolj slikovito graščino spremenili

v nekaj bolj ‚pravljničnega‘. Tako nastane izmišljena in kičasta novogradnja, kar je po mojem mnenju enako destruktiven proces kot rušenje, samo da je poleg vsega še precej dražje.

[...] Število in kakovost objektov, ki so bili zaradi počasnega propadanja ali zaradi namernega rušenja uničeni v času samostojne Slovenije, se lahko povsem suvereno meri z izgubo dediščine med drugo svetovno vojno. Kako katastrofalne so razmere na terenu, se lahko prepričate [...] v kompleksu dvorca Dol pri Ljubljani [...]. Nekoč razkošna plemiška rezidenca in še bolj razkošen park baronov Erbergov [...] je zdaj učna knjiga vsega, kar lahko gre pri varovanju dediščine pri nas narobe. Večina dvorca je žalostna ruševina, v katerem še naprej izgubljam kakovostne kamnoseške detajle. Tretjino dvorca pa je zasebni lastnik ‚prenovil‘ v nekakšno tragično karikaturo za betonskim zidom. Park je zaprt in propada že skoraj stoletje.«

Odlomek govori o žalostni usodi arhitekturne dediščine v Sloveniji po osamosvojitvi, zlahka pa ga lahko beremo tudi kot simbol našega klavnega odnosa do svoje zgodovine in še marsičesa, naj omenim le bolečo razprodajo družbene lastnine. Ironični paradoks je, da smo si prizadevali za samostojno državo, potem pa smo jo razprodali. Toda nikoli ni vse črno in brezupno. Kosec v prispevku piše, da se je dvorcu »na gozdnatem pobočju ob Savi, nedaleč od Litije«, imenuje se Ponoviče, le »nasmehnila sreča: kupila ga je družina Podnar in je v štirih mesecih, kar ga ima v lasti, že začela čistiti okolico in s smetmi napolnjene prostore dvorca. Dvojna sreča Ponovič je sestavljena iz tega, da je grad sploh nekdo kupil in začel dela, ter tudi iz dejstva, da kupec ni milijonar, ki bi želel v gradu odpreti elitno kliniko ali butični hotel. Za družino Podnar konci tedna niso čas za počitek in izlete, ampak priložnost za udarniško delo, pri katerem sodelujejo prav vsi člani družine. Prvi rezultati so že vidni, predvsem pa ima grad po stoletju spet nekoga, ki mu daje novo življenje in zanj skrbi, kar je vredno

več kot kubiki betona. Teh nekaj mesecev, kar je družina Podnar začela dela, je dokaz, da pri nas največji problem ni denar, ampak pravočasna in zanesljiva podpora lokalne skupnosti in države, vključno z zavodom za varstvo kulturne dediščine. Če se kljub vsemu na objektu dediščine, ki se ga vsi otepajo, le pojavi entuziastični lastnik ali najemnik, ki se zaveda, da gre pri oživiljanju dediščine za proces, ne pa za hiter gradbeni projekt prenove v luksuzni objekt ‚dodane vrednosti‘, je ključno, da ga javne ustanove podprejo, strokovna javnost pa proces spremlja in usmerja, kjer je treba.«

Niti ni treba biti zelo previden, če rečemo, da se konkretno reševanje dvorca Ponovič »drži« nekaj tistega dobrega iz socializma, na kar smo v kapitalizmu »pozabili«. Kot smo pozabili, kot piše Kosec, na dediščino in, dodajam sam, marsikaj iz svoje zgodovine. O vsem tem kasneje.

V tokratnem uvodniku zato želim razmišljati o zgodovini. Toda najprej si skušajmo odgovoriti na vprašanje: »Kaj je zgodovina?«

*Kaj je zgodovina?* je naslov knjige, ki jo je napisal leta 1961 (v slovenskem prevodu je knjiga izšla leta 2008) britanski zgodovinar, novinar in teoretik mednarodnih odnosov Edward Hallett Carr (1892-1982). Carr posebej omenjam, ker je – družbo mu je delala le peščica enako mislečih zgodovinarjev – zavrgel tradicionalne metode in prakse v zgodovinopisju. »Oče« tradicionalnih, natančneje povedano, pozitivističnih metod in praks v zgodovinopisju je bil nemški zgodovinar Leopold von Ranke (1795-1886), ki je bil prepričan, da je naloga zgodovinopisja pokazati dogodke objektivno – *take, kot so se pravzaprav zgodili* –, pri čemer mora zgodovinar pri svojem raziskovanju izključiti svoja religiozna, politična, filozofska, ekonomska, moralna in estetska prepričanja. Carr je imel Rankejev pozitivizem, ki je v zgodovinopisju prevladoval celo stoletje, za iluzijo: zgodovinskih dogodkov nikakor ni mogoče prikazati objektivno, z drugimi besedami, prikazati jih ni mogoče *take*, kot so se zgodili. Do zgodovinskih dogodkov nimamo nobenega neposrednega dostopa, vedno jih tako ali drugače lahko samo predstavljamo. Carr je v omenjeni knjigi to duhovito ponazoril z zgodbico o go-

spodu Jonesu, ki je povozil gospoda Robinsona: »Po neki zabavi, ko je zvrnil nekaj kozarčkov čez mero, je gospod Jones sedel v svoj avto s pokvarjenimi zavorami in na nekem križišču do smrti povozil gospoda Robinsona, ki je šel v bližnjo trafiko kupit cigarete. *Kaj je povzročilo nesrečo? Vinjenost gospoda Jonesa, pokvarjene zavore, slaba vidljivost ali nikotinska zasvojenost gospoda Robinsona?*« »Vrsto sodobnikov in naslednikov pa je [Carr naravnost] očaral s trditvijo, da se zgodovinarji celo v arhiv podajamo z določeno intelektualno, politično in konceptualno prtljago predznanja, kar nedvoumno vpliva na našo interpretacijo najdenega materiala.« Oba navedka sta iz spremnega besedila Carrove knjige z naslovom *Zapoznala budnica ali resnični začetek konca plemenitih sanj o objektivni zgodovini?*, ki ga je napisal slovenski zgodovinar in univerzitetni profesor Oto Luthar (1959-). Spremno besedilo posebej omenjam zato, ker je v njem Luthar na berljiv in jedrnat način predstavil, kako moderna nepozitivistična zgodovinska véda sploh »razume« zgodovino. Iz spremnega besedila bom povzel glavne ideje o zgodovini, ki morda v najbolj čisti in morda tudi v najradikalnejši obliki predstavljajo moderno zgodovinopisje in ki jih je zagovarjal ruski pravoslavni teolog in zgodovinar ruske pravoslavne cerkve ter med drugim tudi profesor na Univerzi Princeton v Združenih državah Amerike Georgij Florovsky (1893-1979). Glavni problem modernega zgodovinopisja je, kot smo videli že pri Carru, spoznavni. Tudi Florovsky je trdil, da je »preteklost čista rekonstrukcija«, kar z drugimi besedami pomeni, »da zgodovinarjeva interpretacija temelji na sedanosti«. Na podlagi tega je sklepal, »da je lahko vsaka prava interpretacija preteklosti zgolj pristranska, saj dejstva nikoli ne govorijo sama zase« (mimogrede, to nas spominja na trditev nemškega filozofa Hansa-Georga Gadamerja, 1900-2002, da se to, kaj je svet, ne razlikuje od pogledov, v katerih se ponuja). Florovsky je bil tudi prepričan, da »med fizikalnimi in zgodovinarskimi dejstvi ni nikakršne razlike, saj tudi v raziskavah ‚eksperimentalnih ved‘ dejstva ‚spregovorijo‘ samo v kontekstu usmerjenega raziskovanja«. Ta navedek ima v besedilu Florovskega *Težava krščanskega*

zgodovinarja (1959) pomembno pojasnilo: »Nobenega znanstvenega eksperimenta ni mogoče narediti, ne da bi si ga raziskovalec prej zamislil v mislih. Samo opazovanje ni mogoče brez kakšne interpretacije, to je, razumevanja.« Po Florovskem tudi »prepričanje, da viri obstajajo zunaj historiografske obravnave [...], vodi v psevdohistorično lepljenko oziroma ,zgodovino brez zgodovinskega problema'. Rezultat, ki ga v tem primeru dobimo, je v najboljšem primeru suhoparna kronika, ki pa ni nič drugega kakor ,truplo zgodovine«. »Najbolj brezkompromisen je pri opredelitvi vloge interpreta in predmeta zgodovine. Prepričan je namreč, da zgodovinarja ni mogoče misliti zunaj procesa rekonstrukcije preteklosti. Še več, vsak poskus izključevanja zgodovinarjevih siceršnjih predstav, predsodkov in prepričanj vodi v ,umski samomor oziroma popolno mentalno sterilnost.« Podobno je s predmetom obravnave, ki po Florovskem nima nič skupnega z določenimi objektivnimi dejstvi, pač pa predstavlja svojevrstno »srečanje z živimi bitji«. »Pri tem [...] verjame, da v zgodovini pravzaprav ni pravih ,dogodkov', ampak dogajanje, ki izraža določene misli in namene vsakokratnega akterja, tako da bi zgodovinar moral težiti predvsem k rekonstrukciji akterjevega mišljenja.« Za Florovskega je zgodovina zgodovina človeka v vsej njegovi dvoumni in večplastni eksistenci. Zato je svaril zgodovinarje pred nevarnostjo, da bi svoje konceptualne predstave zamenjevali za empirično resničnost in govorili o njih – konceptualnih predstavah –, kot da so same dejavniki in akterji, medtem ko so dejansko le razumske okrajšave za raznolikost resničnih, dejavnih ljudi. Florovsky svojo misel razvija naprej takole: »Tako [zgodovinarji] opisujejo razvoj ,fevdalizma' ali ,kapitalistične družbe', pozabljajoč, da ti izrazi le povzemajo zapleteni skupek različnih pojavov, ki jih imamo za celoto le, če se jih ,lotimo' z razumom. ,Družbe', ,kategorije« in ,tipi, vrste' niso organizmi – ti edini se lahko »razvijajo« –, ampak zapleteni skupki med seboj delujočih posameznikov, to medsebojno delovanje pa je vedno dinamično, fleksibilno in nestabilno.« Misel Florovskega pa je najbolj pronicljiva in v tej pronicljivosti tudi najbolj presunljiva v zaključku: »Lahko bi celo

rekli, da bi ,dokončna' interpretacija dogodkov odpravila ,zgodovinskost' zgodovine, njeno nalključnost in ,nenujnost', ter jo nadomestila z racionalnim ,zemljevidom zgodovine', ki je lahko bleščeč in berljiv, vendar bivanjsko neresničen. Tudi naše interpretacije so zgodovinska dejstva in v njih upodobljeni dogodki nadaljujejo svoje zgodovinsko bivanje in sodelujejo pri oblikovanju zgodovinskega življenja. Lahko razpravljamo, ali je ,Platonov Sokrat' bil ,resnični' Sokrat, vendar ni dvoma, da je ta Platonov Sokrat zgodovinsko obstajal kot močan dejavnik pri oblikovanju našega sodobnega pojmovanja ,filozofa'. Zdi se, da naše interpretacije na neki skrivnostni način razkrivajo skrite možnosti dejanske preteklosti. Na ta način se oblikujejo in rastejo tradicije, največja od vseh človeških tradicij pa je ,kultura'. V njej se vsi delni in posebni prispevki zaporednih dob stopijo skupaj, v tem procesu taljenja sintetično preoblikujejo in se končno združijo v celoto. Ta proces oblikovanja človeške kulture še ni dokončan in verjetno v zgodovini nikoli ne bo dokončan. To je dodaten razlog, zakaj bi morale biti vse zgodovinske interpretacije začasne in približne: prihodnost, ki še ni prišla, lahko osvetli preteklost.«

Razmišljanje Florovskega o zgodovini je sijajno in skrajno pomenljivo – zelo stenografsko povedano: pomenljivo in predvsem za naš čas izredno poučno je, ker problematizira vsako ideološko branje zgodovine. Bralkam in bralcem priporočam, da ga preberejo večkrat in o njem tudi razmišljajo. Florovsky »govori« vsem nam. In tudi meni. Pomagal mi bo pri nadaljevanju razmišljanja o odnosu do naše zgodovine v prihodnjem uvodniku.

*Tomaž Sajovic*

## Odkritje, ki je omogočilo hiter razvoj cepiv proti COVID-19: ob Nobelovi nagradi za medicino 2023

*Radovan Komel*

V današnji globalno povezani družbi je tveganje novih pandemij večje kot kadarkoli prej. Pandemije, hitro širjenje nalezljivih bolezni po več celinah oziroma po vsem svetu, običajno povzročajo patogeni dejavniki, kot so glivice, bakterije, virusi, paraziti, ki prečkajo vrstno oviro iz prenašalca živali v človeka in se širijo kapljično, z aerosolom, kar povzroča okužbe dihalnih poti, z uživanjem okuženih živil ali z neposrednim dotikom. Razvijanje in uvajanje cepiv, dovolj hitro za ublažitev pandemije, ki bi lahko povzročila zastoj svetovnega gospodarstva in velike družbene spremembe, sta bili ogromen izziv, s katerim se pred pandemijo COVID-19 še nismo srečali. Ko se je konec leta 2019 pojavil virus SARS-CoV-2 in se hitro razširil po vsem svetu, si je le malokdo mislil, da bi lahko pravočasno razvili cepiva, s katerimi bi bilo mogoče bolezen zaustaviti in omejiti njene posledice.



**Katalin Karikó,** rojena 17. januarja leta 1955 v mestu Szolnok na Madžarskem, je madžarsko-ameriška biokemičarka, specializirana za preučevanje molekularnih mehanizmov, posredovanih z ribonukleinsko kislino, zlasti z in vitro prepisano sporočilno RNA, za uporabo v proteinskem nadomestnem zdravljenju. Je članica Univerze Szeged v Szegedu na Madžarskem in hkrati tudi Univerze Pensilvanije v Filadelfiji v Združenih državah Amerike.

**Drew Weissman,** rojen 7. septembra leta 1959 v mestu Lexington v zvezni državi Massachusetts v Združenih državah Amerike, je ameriški zdravnik in imunolog, znan po svojih prispevkih v molekularni biologiji RNA. Je nosilni raziskovalec za raziskave cepiv in direktor Inštituta za inovacije RNA in hkrati tudi profesor na Medicinski fakulteti Perelman na Univerzi v Pensilvaniji v Združenih državah Amerike.

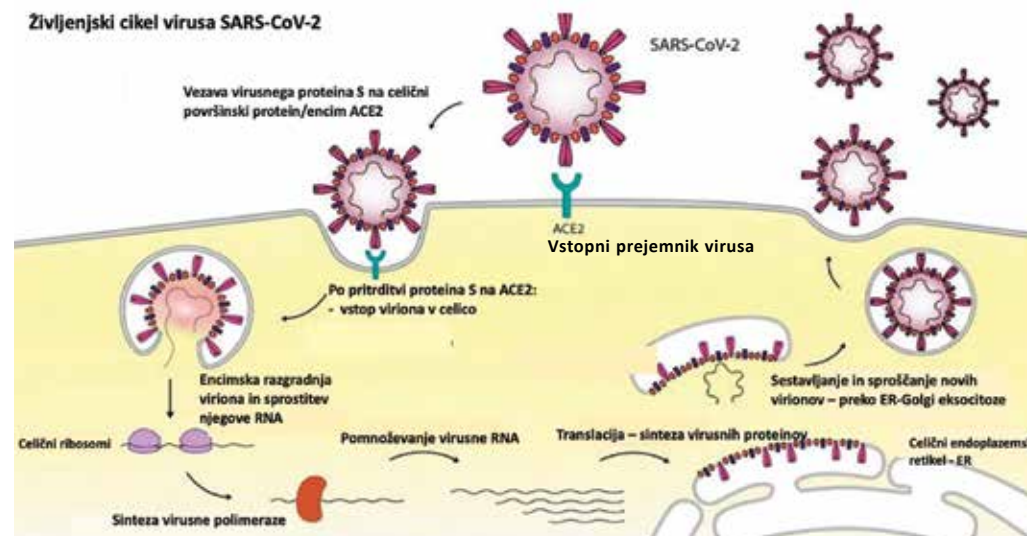
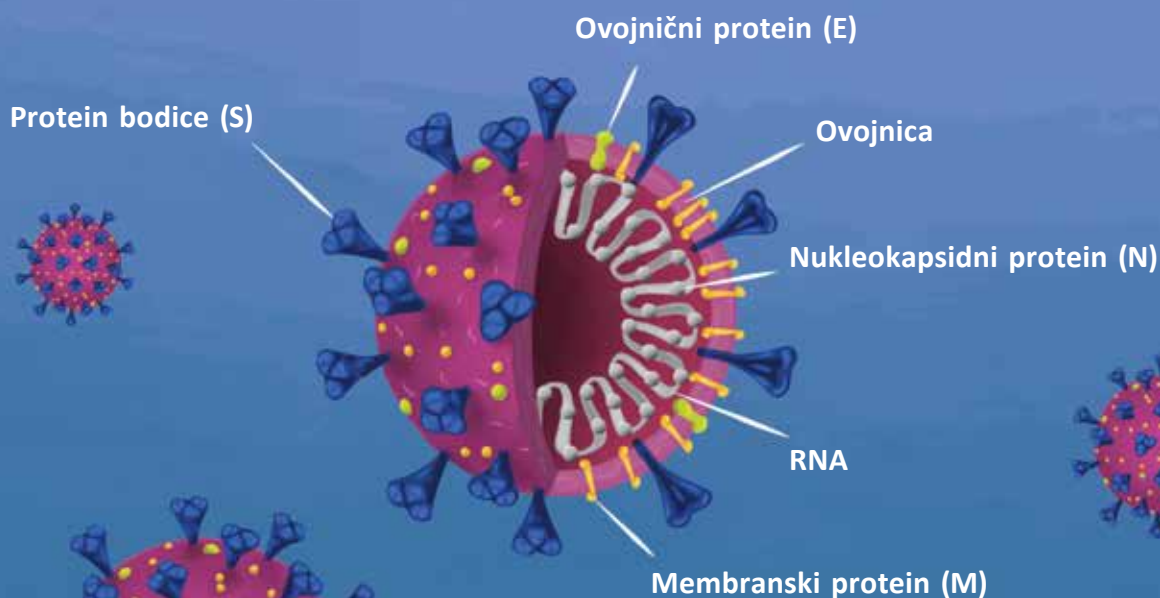


Virus SARS-CoV-2, poimenovan »koronavirus sindroma akutne respiratorne stiske 2« ali kratko kar »koronavirus«, je bil prvič odkrit v izbruhu v kitajskem mestu Wuhan decembra leta 2019 in se je v začetku leta 2020 razširil na druga območja Azije in nato po vsem svetu. Virus, ki povzroča koronavirusno bolezen, COVID-2019 oziroma COVID-19, se najpogosteje širi po zraku v drobnih kapljicah med ljudmi v tesnem stiku in povzroča bolj ali manj resne okužbe dihal, pri starejših odraslih in ljudeh z določenimi zdravstvenimi težavami pa lahko povzroči potrebo po bolnišnični oskrbi ali celo smrt. Zaradi širjenja bolezni je Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) 30. januarja leta 2020 virusni izbruh razglasila za javnozdravstveno nevarnost mednarodnega pomena in, v nadaljevanju, samo bolezen za javnozdravstveno krizo mednarodnih razsežnosti. Do preklica te izjave je prišlo šele 5. maja leta 2023, vendar je pandemija do konca februarja leta 2024 povzročila več kot

sedem milijonov potrjenih smrti, kar jo uvršča na peto mesto na seznamu najbolj smrtonosnih epidemij oziroma pandemij v zgodovini. Na seznamu epidemij in pandemij z najmanj enim milijonom smrti si tako deli neslavno mesto z boleznimi, kot so bubonska kuga, črne koze, (španska, hongkonška) gripa, kolera, tifus in AIDS.

Tako kot drugi koronavirusi ima tudi virusni delec (virion) SARS-CoV-2 štiri strukturne beljakovine, poznane kot S (protein bodice oziroma konice, angleško *spike* - S), E (protein ovojnice, angleško *envelope* - E), M (protein membrane - M) in N (protein nukleokapside - N). Protein N obdaja in vzdržuje zgradbo/obliko virusnega RNA-genoma, proteini S, E in M pa skupaj tvorijo virusno ovojnico. Koničasti izrastek oziroma bodica je odgovorna za to, da se virus lahko pritrudi na membrano gostiteljeve celice. Potem ko se virion SARS-CoV-2 pritrudi na ciljno celico, celični encim razgradi protein bodice in virion nato v celico sprosti svojo

Prirjeno po: J. Tseng: Adgene Blog, 12. 7. 2021.



Prirjeno po: J. Fu, 2020: *Molecular Biology Reports*, 47 (6): 4383-4392.

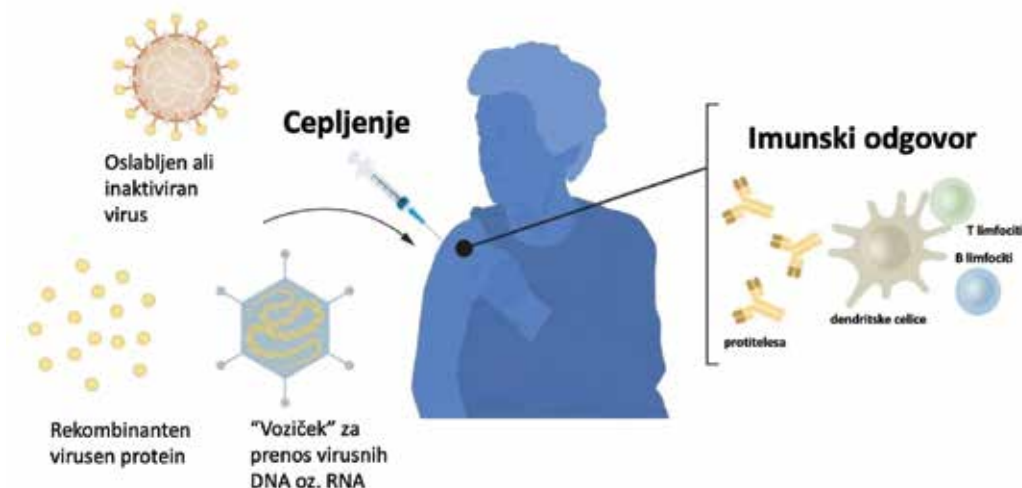
RNA in jo prisili, da ustvarja kopije virusa, ki se potem širijo v sosednje celice. Neomejeno širjenje porajajočega se virusa v novem gostitelju ima navadno za posledico nabiranje mutacij v virusnem genomu, to pa pojav novih virusnih različic. Poseben problem so podaljšane, dolgotrajne okužbe s SARS-CoV-2 pri bolnikih z oslabilim imunskim sistemom. Te lahko povzročijo nastanek virusnih različic z mutacijami, ki virusom omogočajo, da se izognejo imunosti gostitelja. Virus SARS-CoV-2 mutira v povprečju enkrat ali dvakrat na mesec, kar je sicer manj kot virus gripe, vendar če je hkrati okuženih zelo veliko ljudi, to pomeni veliko naključnih mutacij, med katerimi se, sicer redko, lahko pojavijo tudi takšne, ki so za virus koristne. Najbolj skrb vzbujajoče so mutacije, ki povzročijo aminokislinske spremembe v zgradbi in s tem v obliki bodičastega proteina S. Že malenkostno spremenjena oblika tega proteina virusu lahko omogoči, da se bolj učinkovito veže na sprejemno mesto na človeških celicah in tako lažje oziroma pogosteje vstopa v celice. To pomeni, da je ta različica bolj kužna

kot virusi, ki take mutacije nimajo. Dodatna težava je, da sprememba v zgradbi proteina S lahko oteži tudi vezavo že obstoječih protiteles, ki jih je imunski sistem razvil med okužbo s starejšimi različicami virusa in ki sicer virus inaktivirajo s tem, da se vežejo na mesto, s katerim se virus pritrudi na celico.

### S cepivi in cepljenjem pomagamo ljudem, da se obranijo pred okužbo

Obrambo telesa na virusno okužbo v glavnem delimo v tri dele: (A) izločanje citokinov, sporočevalnih molekul, ki v napadenih celicah sprožijo procese proti pomnoževanju virusne RNA in razmnoževanju virusa ter spodbudijo imunski odziv; (B) ubijanje z virusom okuženih celic z naravnimi celicami ubijalkami (vrste belih krvničk, NK – angleško *natural killer cells*) in citotoksičnimi levkociti (CTL); (C) preprečevanje sposobnosti virusa, da okuži (nove) celice, z nevtralizirajočimi protitelesi. Te tri dele lahko povzamemo kot prirojeno in prilagoditveno imunost.

Pri virusnih okužbah naj bi *prirojeni imunski sistem* gostitelja deloval kot prva obrambna



Prirjeno po: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2023>.

črta za preprečevanje virusne invazije ali podvojevanja, preden prilagoditveni imunski sistem ne ustvari bolj posebne zaščite. V prirojenem imunskem odzivu se prirojene receptorji imunskih celic za prepoznavanje vzorcev molekul vključijo v zaznavanje značilnih virusnih sestavin, kot so virusna RNA ali DNA ali vmesni produkti v sestavljanju novih enot virusa, ter v spodbujanje interferonov in drugih protivnetnih citokinov v okuženih in v imunskih celicah.

**Prilagoditveni (adaptivni) imunski odziv** pa je za tujek (antigen) poseben imunski odziv, ki se razvije v nekaj dneh ali tednih. Začetni dogodek pri vzbuditvi adaptivnega imunskega odziva je aktivacija še nespecifičnih, »naivnih« T-celic (T-limfocitov) s predstavitvijo antigena. Specifično usposobljene celice T so neposredni borci proti tujim napadalcem (celična imunost), hkrati pa tudi proizvajajo citokine, ki pomagajo aktivirati druge dele imunskega sistema, predvsem B-limfocite, proizvajalce proti tujku usmerjenih, specifičnih protiteles (humoralna, s protitelesi posredovana imunost).

**Cepljenje** je dajanje cepiva, ki pomaga imunskemu sistemu razviti odpornost proti

bolezni. Cepiva vsebujejo mikroorganizem oziroma virus v živem, oslABLJENEM ali mrtvem stanju ali beljakovine ali toksine iz patogenih organizmov. Z dodajanjem izbrane oblike omenjenih imunogenov umetno spodbudimo prilagoditveno telesno imunost (imunizacija) in pomagamo preprečiti zbolevanje zaradi nalezljive bolezni. Ko je cepljen dovolj velik odstotek populacije, pride do tako imenovane *čredne imunosti*. Čredna imunost varuje tiste, ki so lahko imunsko oslABLJENI in ne morejo dobiti cepiva, ker bi jim lahko celo oslABLJENA različica škodovala. Večina **protivirusnih cepiv**, ki so danes na voljo, se proizvajajo s tradicionalnimi tehnikami, ki temeljijo na oslABLJENIH ali inaktiviranih celih virusih. OslABLJENE virusne seve pridobimo z dolgotrajnim gojenjem v razmerah, ki postopoma oslABLJajo oziroma onemogočijo njihove virulentne lastnosti, v novejšem času pa tudi z laboratorijskim odstranjevanjem virulentnih genov oziroma njihovih delov. V nekaterih primerih so živa cepiva razvili tudi z uporabo sorodnih, tesno povezanih, vendar manj nevarnih virusov, ki tudi lahko ustvarijo širok imunski odziv. Nekatera cepiva pa vsebujejo inakti-

## Trije glavni pristopi za izdelavo cepiva



virane virulentne viruse, ki so bili uničeni s kemikalijami, toploto ali sevanjem in pri katerih se je zato ohranila samo ovojnica z izpostavljenimi prepoznavnimi proteini.

Zaradi napredka molekularne biologije v zadnjih desetletjih so bila razvita tako imenovana *podenotna cepiva*, ki temeljijo na posameznih virusnih sestavnih delih namesto na celih virusih. Za razvoj cepiv pomembni sestavni deli virusa, ki izzovejo naš imunski odziv in spodbujajo tvorbo protiteles, ki onemogočajo virus, so prepoznavni proteini na površini virusa. Površinske beljakovine so v začetku pridobivali iz krvnega seruma kronično okuženih bolnikov. Da bi zagotovili dovolj velike količine in čistost, za njihovo proizvodnjo danes večinoma uporabljamo postopke genske tehnologije (gensko inženirstvo): takim proteinom rečemo »rekombinantni proteini«. Sestavne dele virusne genetske kode (gene), ki kodirajo virusne površinske proteine, vnesemo v proizvodne organizme, kot so bakterije, kvasovke ali celice celičnih kultur, jih v novem okolju pomnožimo in spodbudimo, da se izrazijo v obliki proizvodnje velikih količin želenih proteinov. Po zahtevnih postopkih čiščenja te, za primerno dostavo oblikovane proteine uporabimo kot cepiva.

Proizvodnja cepiv na podlagi celih virusov ali njihovih sestavnih proteinov pa zahteva obsežne celične kulture in dolgotrajne postopke. Proces, ki je finančno, infrastrukturno in časovno zahteven, omejuje možnosti za hitro proizvodnjo cepiva kot odgovor na izbruh in pandemijo. Zato so raziskovalci poskušali razviti tehnologije za razvoj cepiv, ki so neodvisne od celičnih kultur. Pojavila se je zamisel, da bi kot cepivo lahko uporabili kar genetski material (nukleinske kisline) virusov, ki bi jih neposredno vnesli v organizem cepljene osebe in izkoristili njegovo zmožnost, da sam na licu mesta proizvede virusne proteine in »sam v sebi« izzove ustrezen protivirusen imunski odziv.

### Nastopilo je obdobje tako imenovanih »genetskih cepiv«

V naših celicah se genetske informacije, kodirane v DNA, prepisejo v sporočilno RNA (angleško *messenger RNA, mRNA*), ki se uporablja kot predloga za proizvodnjo beljakovin. Pri virusih, katerih genom je dvovertična molekula DNA, se za prepis izrablja gostiteljcev encim RNA-polimeraza in v nadaljevanju njegov celični sistem za prevod tega prepisa v ustrezne (virusne) proteine. Pri virusih, katerih genom je enoverična



molekula DNA, pa sta v začetni proces vključena dva gostiteljeva encima, DNA-polimeraza, ki ustvari dvovertično DNA, in nato še že omenjena RNA-polimeraza. V nasprotju z DNA-virusi pa je genom RNA-virusov sestavljen iz ribonukleinske kisline, enoveržne ali dvovertične RNA. Ti virusi so povzročitelji pomembnih bolezni pri ljudeh, kot so prehlad, gripa, SARS, MERS, virus denge, hepatitis C, hepatitis E, mrzlica Zahodnega Nila, bolezen virusa ebola, steklina, otroška paraliza, mumps, ošpice in tudi COVID-19.

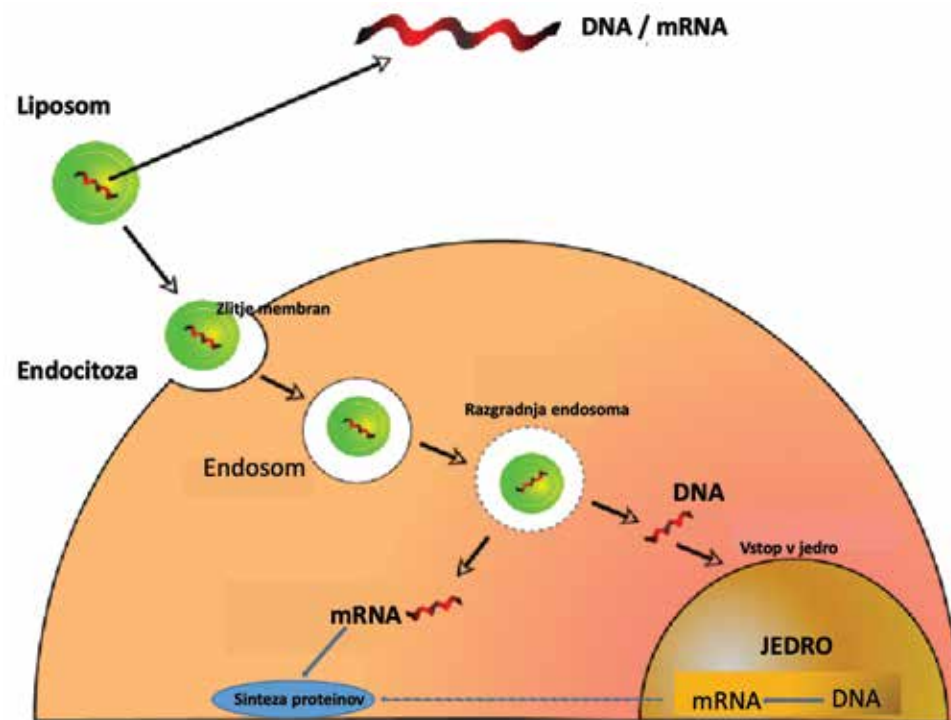
Skupina genetskih cepiv zajema virusna vektorska cepiva, DNA-cepiva in RNA-cepiva. Pri njihovem sestavljanju dele virusne genetske kode premaknemo v neškodljiv prenašalec, »voziček« ali »vektor«. Pri **virusnih vektorskih cepivih** je tak vektor nek razmeroma varen virus, na primer inaktiviran virus prehlada, ki zlahka vstopa v naše ciljne celice in je tako učinkovit prenašalec zelenega antigena, sam pa se ne more razmnoževati ali povzročati prehladno bolezen. Ko vbrizgamo vektorsko cepivo, se v naših celicah s pomočjo celične mašinerije za sintezo proteinov iz njegove sestave proizvaja samo izbrani protein patogenega virusa, ki v nadaljevanju v telesu spodbudi proti njemu usmerjen imunski odziv. Za razliko od tega **DNA-cepivo** kot »voziček« uporablja plazmid, umetno sestavljeno majhno molekulo DNA, ki jo običajno v genskem inženirstvu uporabljajo za prenos delcev DNA oziroma genov med izvornimi in proizvodnimi organizmi, v tem primeru pa vanj vnesemo DNA (gen), ki kodira antigenski protein, ki izvira iz patogenega virusa, na katerega bo cepivo usmerjeno. Plazmidna DNA je poceni, obstojna in razmeroma varna, zaradi česar je odlična možnost za dostavo DNA-cepiva, DNA-cepivo je v taki obliki zelo obstojno in ga odlikujeta odsotnost kakršnega koli povzročitelja okužbe in razmeroma enostavna proizvodnja v velikem obsegu. DNA-cepiva imajo še eno odliko: so zelo prilagodljiva, saj je gensko zaporedje mo-

goče enostavno spreminjati in s tem dovolj hitro ustvarjati še bolj učinkovite različice cepiv. Povsem novo in neposredno obliko cepiv pa predstavljajo **RNA-cepiva** (mRNA-cepiva), ki so sestavljena iz ribonukleinske kisline, RNA, zapakirane v posebne »vozičke«, kot so lipidne kapljice, umetno sestavljeni lipidni nanodelci, imenovani liposomi.

### Od prepričanja o neobstoju RNA do uspešnih RNA-cepiv

Sprva so kot bolj oboje obravnavali cepiva, izdelana na osnovi DNA, saj je DNA mnogo bolj obstojna kot RNA. V telo vnesena DNA sicer mora prestopiti dve pregradi, celično in jedrno membrano, da doseže celični predel, kjer poteka prepis DNA v sporočilno mRNA, kar pa zahteva razvoj razmeroma zapletenih dostavnih sistemov. Dodatna skrb je mogoča, sicer majhna možnost, da se dostavljena nukleinska kislina obstojno integrira v genom gostitelja, kar je pomemben varnostni vidik pri razvoju teh cepiv. Nasprotno bi mRNA-cepiva potrebovala le dostop do celične citoplazme, kjer neposredno pride do prevoda sporočila, zaporedja nukleotidov, v zaporedje aminokislinskih proteinov. Dodatna prednost mRNA-cepiv bi bila, da se dostavljena nukleinska kislina ne more integrirati v genom gostitelja. Kljub vsem tem prednostim pa so pomisleki glede uporabnosti RNA za razvoj cepiv ostali veliki, predvsem zaradi njene (pre)velike neobstoynosti.

Odkritje laboratorijskega prepisovanja zaporedja nukleotidov DNA v zaporedje mRNA, imenovano *prepisovanje* in vitro, je v osemdesetih letih preteklega stoletja omogočilo proizvodnjo velikih količin mRNA brez potrebe po obsežnih celičnih kulturah. S tem je RNA postala dostopna za neposredno uporabo v klinične namene. Vendar, kot rečeno, je *in vitro* prepisana mRNA veljala za neobstoynno in zahtevno za dostavo, kar je zahtevalo razvoj zelo izpopolnjenih/sofisticiranih nosilnih lipidnih sistemov. Poleg tega se je pokazalo, da je *in vitro* proizvedena



mRNA po neposrednem vnosu v telo v številnih primerih povzročila neželene vnetne reakcije. Do pomembnega preloma je prišlo z odkritjem majhnih, celičnim membranam podobnih veziklov, umetnih liposomov, sestavljenih iz različnih fosfolipidov in holesterola. S sintetiziranimi kationskimi lipidi so uspeli sestaviti obstojne liposome in vanje vgraditi negativno nabite nukleinske kisline, jih tako zaščititi pred prezgodnjo razgradnjo in jih prenesti do celične membrane, s katero so se zlili in sprostili RNA v celično citoplazmo.

Približno v tem času je **Katalin Karikó**, raziskovalka madžarskega rodu, na Univerzi Pensilvanije v Združenih državah Amerike izvajala poskuse z različnimi oblikami RNA, da bi v poskusih genskega zdravljenja izboljšala izražanje terapevtskih proteinov. Dokazala je, da se izražanje vnesene mRNA lahko močno izboljša, če ji na njen konec dodamo daljši »rep«, sestavljen iz adenozinskih nukleotidov (rep poli-A), kar je bil

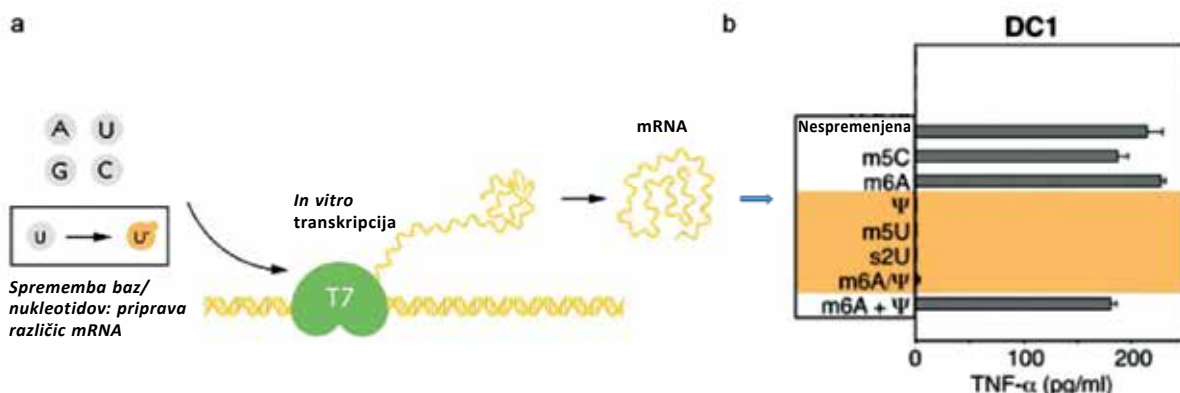
spodbuden dosežek v prizadevanjih za načrtovanje in izdelovanje za klinično uporabo primernih oblik mRNA. V poznih devetdesetih letih se je Karikó združila z **Drewom Weissmanom**, zdravnikom raziskovalcem, ki se je Univerzi Pensilvanije pridružil leta 1997, zanimala pa sta ga osnovna imunologija in razvoj cepiv, predvsem uporaba dendritičnih celic za pripravo imunskega odziva. Dendritične celice so antigen predstavljene celice imunskega sistema sesalcev. Njihova naloga je prepoznavanje antigenskega materiala in njegova izpostavitve (»predstavitev«) na celični površini celicam T imunskega sistema. Delujejo kot posredniki med prirojenim in prilagoditvenim imunskim sistemom. Karikó in Weissman sta opazila, da dendritične celice prepoznajo *in vitro* prepisano mRNA kot tujo snov, kar vodi do njihove aktivacije in sproščanja vnetnih signalnih molekul (citokinov). Spraševala sta se, zakaj je bila *in vitro* prepisana mRNA prepoznana kot tuja, medtem ko



mRNA iz naših celic oziroma celic sesalcev ne povzroča enake reakcije. Ugotovila sta, da se morajo nekatere kritične lastnosti razlikovati med različnimi vrstami mRNA. Molekula RNA vsebuje štiri baze, okrajšane A, U, G in C, ki ustrezajo A, T, G in C v DNA, črkam genetske kode. Karikó in Weissman sta vedela, da se baze v RNA iz celic sesalcev v procesu prepisovanja iz zaporedij DNA pogosto kemično spremenijo (»posttranskripcijska modifikacija«), medtem ko *in vitro* prepisana mRNA tega pojava ne pozna. Ali bi lahko odsotnost spremenjenih baz v *in vitro* prepisani RNA pojasnila njeno prepoznavo kot tujko in posledično neželjeno vnetno reakcijo? Da bi to raziskali, sta izdelala številne različice mRNA, od katerih je vsaka imela edinstvene kemične spremembe v svojih bazah, ki sta jih nato dostavila dendritičnim celicam. Rezultati so bili presenetljivi: vnetni odziv je bil praktično odpravljen, ko so bile v mRNA vključene modifikacije/spremembe baz, hkrati pa se je tudi močno povečala učinkovitost translacije - prevedbe njenega nukleotidnega zaporedja v procesu sinteze ustreznega proteina.

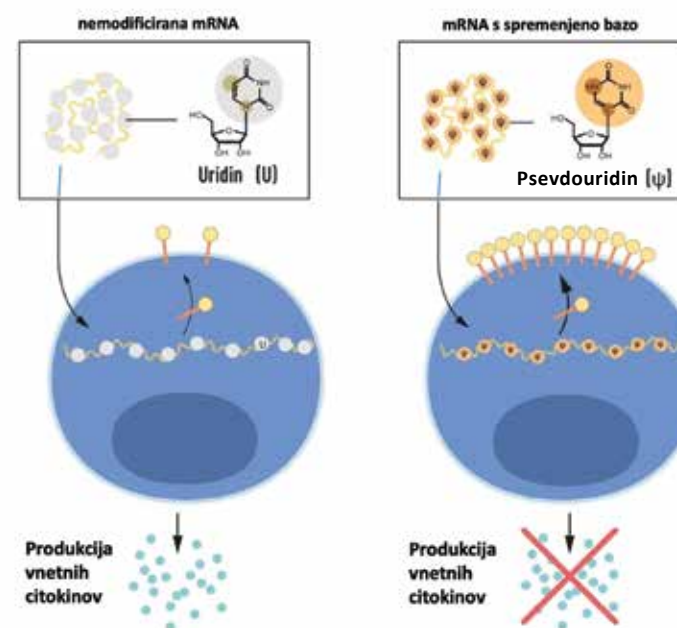
Šlo je za prelomno odkritje, ki pove, da se z vključitvijo spremenjenih nukleotidov izognemo neželeni obliki imunske aktivacije, to je preveliki proizvodnji vnetnih citokinov, in hkrati povečamo proizvodnjo proteinov v celicah, ki so prevzele mRNA. To je seveda močno spremenilo naše razumevanje, kako celice prepoznajo in se odzivajo na različne oblike mRNA in je imelo velik pomen za medicinsko uporabo mRNA. Zanimanje za tehnologijo mRNA se je začelo krepiti. V letih od 2000 do 2010 so bila ustanovljena tri podjetja, CureVac, BioNTech in Moderna. Njihova izhodišča so bile temeljne raziskave in ugotovitve Katalin Karikó, Drewa Weissmana in njenih sodelavcev, namen pa je bil razvoj terapevtskih proteinov in cepiv proti virusnim boleznim in cepiv proti raku. Vsa tri podjetja so tesno sodelovala z akademskimi raziskovalci, da bi izboljšala tehnologijo in vzpostavila raziskovalno-proizvodne zmogljivosti za bolezni, ki so predmet njihovega zanimanja. Prvo cepivo mRNA za ljudi se je pojavilo približno osem let po ustanovitvi družbe CureVac. Genetski material iz tumorjev

*Prikaz prepisovanja in vitro prepisanih mRNA s spremenjenimi ali nespremenjenimi nukleozidnimi bazami po uvedbi v primarne dendritične celice DC1: (a) prepisovalni sistem T7 so uporabili za in vitro proizvodnjo mRNA z ustaljenimi bazami RNA (A, U, G in C) oziroma različic s spremenjenimi bazami, m5C (5-metilcitolin), m6A (N6-metiladenozin), Ψ (pseudouridin), m5U (5-metiluridin), s2U (2-tiouridin), m6A/Ψ in m6A + Ψ. (b) Različice z bazami oziroma nukleotidi, ki niso povzročile biosinteze in izločanja vnetnega citokina TNF-alfa, so označene z oranžnim senčenjem. Prerejeno iz: Karikó in sod., 2005: Immunity.*



melanoma so odvzeli za ustvarjanje mRNA. Uporabili so jo kot cepivo, ki je po njihovih ugotovitvah pri nekaterih bolnikih izboljšalo protitumorski imunski odziv. Leta 2012 je ekipa CureVac poročala o zaščitnih imunskih odzivih na poskusnih živalih med razvojem cepiva proti gripi, že leta 2017 pa so poročali o uspešnih kliničnih testih novih cepiv mRNA proti steklini. Obetavni začetni uspehi na področju cepiv mRNA so bili velika spodbuda za odločnejši vstop na področje ogrožujočih epidemskih bolezni. V letu 2017 so poročali o dobrih rezultatih predkliničnega testiranja novo razvitega cepiva mRNA proti virusu Zika, pri katerem so uporabili mRNA s spremenjenimi nukleozidnimi bazami. Ta študija, pri kateri so cepili breje samice poskusnih živali, je dokazala uspešno zaščito pred prenosom virusa na plod, zato je še istega leta družba Moderna napovedala začetek kliničnega preizkušanja s cepivom proti virusu Zika na osnovi mRNA, skoraj hkrati z njihovimi kandidatnimi cepivi mRNA proti virusom gripe in ptičje gripe. Približno v času preskušanja cepiva Zika je družba Moderna v

sodelovanju z raziskovalci iz akademskih krogov začela preizkušati tudi možnosti za razvoj cepiva mRNA proti koronavirusu bližnjevzhodnega respiratornega sindroma, MERS-CoV. Pomembna odkritja iz vseh omenjenih raziskav so bila odlična podlaga za učinkovit in hiter raziskovalni odziv v prihajajoči pandemiji COVID-2019. Do danes so raziskovalci odkrili več kot sto različnih posttranskripcijskih modifikacij (poprepisovalnih sprememb) v RNA in dokazali, da so te bolj pogoste pri evkariontih kot prokariontih, pri čemer izstopa pseudouridin (Ψ), rotacijski izomer nukleozidne baze uridin (U), kot ena izmed najpogostejših sprememb RNA. Encimsko vodena biokemijska sprememba, posledica zasuka uridina okrog osi med njegovima atomoma N3 (dušikov atom na mestu 3 v uridinskem obroču) in C6 (ogljikov atom na mestu 6 v uridinskem obroču), povzroči spremembo nukleotidne povezave uridina s sladkorjem riboza, ki je pri uridinu N-C, v bolj gibljivo povezavo C-C pri pseudouridinu. Ta molekuli mRNA podeli večjo oblikovno prilagodljivost in boljšo umestitev na ribo-



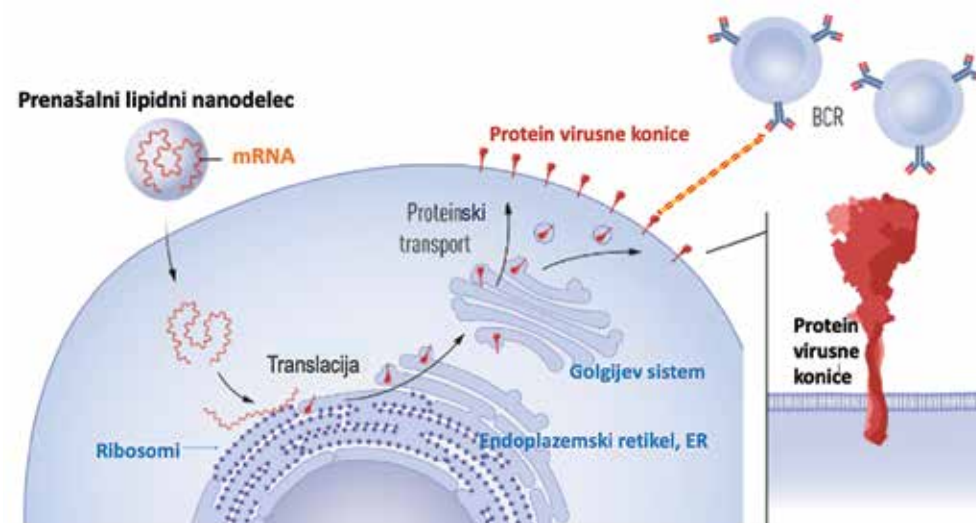
*Karikó in Weissman sta v primerjavi z matično, nespremenjeno obliko mRNA pokazala višje ravni izražanja bazno spremenjene mRNA, v katero so namesto uridina vstavili pseudouridin. V isti študiji so potrdili, da je dostava spremenjene mRNA v vranico miši povzročila povečano proizvodnjo proteinov in zmanjšanje imunske aktivacije. To je imelo za posledico izostanek vnetnega odziva organizma, v katerega so vnesli spremenjeno mRNA. Objava teh ugotovitev je imela velik pomen za prihodnje medicinske namene. Prerejeno po: <https://www.nobelprize.org/uploads/2023/10/advanced-medicinprize2023-3.pdf>.*

somih, kjer se odvija njen prevod v zgradbo ustreznega proteina. Učinek psevdouridina so v nadaljnjih raziskavah še povečali s kemijskim dodatkom metilne skupine na njegov dušikov atom N1, tako da je danes N1-metil-psevdouridin (m1Ψ) najpogosteje spremenjena baza, ki se uporablja pri proizvodnji cepiv mRNA. Vnos takega cepiva mRNA ima za posledico slabše prepoznavanje zaradi Ni-metil-psevdouridina spremenjene molekule mRNA s strani receptorjev T-celic prirojenega imunskega odziva, zato tudi manjšo proizvodnjo vnetnih citokinov in s tem tudi bistveno slabši vnetni odziv. Po drugi strani pa boljše prilaganje spremenjene mRNA ribosomom na mestu biosinteze v telesnih celicah pomeni tudi boljše prevajanje njenega koda v ustrezen protein in s tem bistveno bogatejšo proizvodnjo želenega antigena v telesu samem in njegovo izpostavljenost prilagoditvenemu imunskemu odzivu oziroma razpoložljivost za tvorbo ustreznih protiteles.

### Trenutek je bil zrel za sestavo mRNA cepiva proti COVID-19

Ko je v začetku leta 2020 izbruhnila pandemija COVID-19, so podjetja, ki so raziskovala cepiva na osnovi mRNA, lahko hitro ukrepala. Pomagale so ugotovitve iz raziskav MERS-CoV, da ta virus za vstop v celice gostitelja uporablja površinske proteine svoje bodičaste zgradbe in da so virusi iz različnih družin razvili podobne rešitve za svoje zlivanje s ciljnim celicami. V rekordno hitrem času so (McLellan s sodelavci, 2020) razvozlati in objavili tudi natančno aminokislinsko zgradbo ter prostorsko obliko konice virusa SARS-CoV-2 in njenega sestavnega proteina, kar je imelo neprecenljivo vrednost za razvoj uspešnih cepiv proti COVID-19, predvsem za opredelitev tistih delov proteinske konice virusa (epitopov), ki jih prepoznavajo celice imunskega sistema (T-celice, B-celice) in kamor se končno vežejo tudi nevtralizirajoča protitelesa. Znanje o tem je bilo zelo pomembno tudi pri ka-

snejšem pojavu »ubežnih mutacij« v tem delu virusne konice, ki so povzročile nastanek virusnih različic, proti katerim je bilo treba najti rešitve v najkrajšem možnem času. Pandemija SARS-CoV-2 je bila odločilen dogodek, ki je pripeljal do obsežnih naložb v tehnologijo cepiv mRNA in oblikovanje kliničnih preizkušanj, ki so zaradi znanja, nakopičenega v pravem trenutku, v nasprotju s predhodno prakso lahko potekala vzporedno z razvojem cepiv. Kolektivno financiranje in podpora vlad, mednarodnih organizacij in industrije sta povzročila dokončanje preizkušanj varnosti in učinkovitosti cepiv mRNA družb Pfizer/BioNTech in Moderna v rekordnem času, v enem letu po izbruhu epidemije SARS-CoV-2. Odobritev dveh učinkovitih in varnih cepiv mRNA proti COVID-19 je konec leta 2020 pognala področje cepiv mRNA v novo dobo. Tak razvoj, petnajst let po objavi temeljnih ugotovitev Katalin Karikó in Drewa Weissmana, je bil mogoč zaradi desetletja temeljnih raziskav in izboljšane tehnologije mRNA. Njujno odkritje, da se z uporabo spremenjenih baz v *in vitro* prepisanih mRNA po dostavi v celice izognemo neželenemu vnetnemu odzivu organizma in hkrati v njem povečamo proizvodnjo želenih proteinov – antigenov, dokazuje vrednost temeljnih raziskav. Rezultati, ki sta jih objavila Karikó in Weissman v svojem temeljnem članku iz leta 2005, so bili takrat deležni razmeroma malo pozornosti, vendar so ustvarili osnovo za kritično pomemben znanstveni in tehnološki preboj, ki je omogočil človeštvu uspešen spopad z grozečo pandemijo COVID-19. Kot take jih je tudi prepoznal Nobelov odbor na švedskem Karolinskem inštitutu in se zato odločil, da obema znanstvenikoma podeli Nobelovo nagrado za fiziologijo ali medicino za leto 2023 za njuna odkritja, povezana s spremembami nukleozidnih baz, ki so omogočila razvoj učinkovitih cepiv mRNA proti COVID-19.



Prikaz proizvodnje virusnih konic po cepljenju z mRNA in prepoznavanje konic s strani celic B. Po prevzemu mRNA v celice, ki ga olajšajo lipidni nanodelci, mRNA deluje kot matrica za proizvodnjo proteina virusne konice. Ta se začasno izrazi na površini celic, v katere smo vnesli cepilno mRNA, kjer ga celice B prepoznajo prek svojega B-receptorja (angleško B-Cell Receptor, BCR), kar spodbudi njihovo izločanje za konico specifičnih protiteles. Priručje po: Scientific background 2023; <https://www.nobelprize.org/uploads/2023/10/advanced-medicinprize2023-3.pdf>.

#### Viri:

The Nobel Assembly at Karolinska Institutet: Press release 2023-10-02; <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2023/press-release/>.  
The Nobel Assembly at Karolinska Institutet: Scientific background 2023 - Discoveries concerning nucleoside base modifications that enabled the development of effective mRNA vaccines against COVID-19; <https://www.nobelprize.org/uploads/2023/10/advanced-medicinprize2023-3.pdf>.  
SARS-CoV-2, Wikipedia: <https://sl.wikipedia.org/wiki/SARS-CoV-2>.

Dolenc, S., 2021: Nove različice virusa SARS-CoV-2. Kvarkadabra, 20. 3. 2021: <https://kvarkadabra.net/2021/03/razlicice-sars-cov-2/>.  
Immune System, Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/Immune\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Immune_system).  
Vaccine, Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Vaccine>.



# Lov na krokodile po Sahari - a le s fotoaparatom

Anton Brancelj

Naj takoj pojasnim, da to niso krokodili, ki živijo v reki Nil, ki jo prav tako obdaja saharska puščava. Krokodile, o katerih bom pisal v nadaljevanju, smo opazovali v majhni vodni kotanji sredi mavretanske puščave (domačini take kotanje imenujejo guelta). Guelta s krokodili se nahaja okoli 4.500 kilometrov zahodno od reke Nil, vmes pa so neskončne planjave vročega peska in golih skal iz peščenjaka ali vulkanskih kamnin, bodisi magme ali pa sprijetega vulkanskega prahu.

Splošno prepričanje je, da je Sahara med najbolj suhimi predeli sveta. Manj znano je, da je bila še pred nekaj tisočletji, vsekakor pa še po zadnji ledeni dobi, to zelena in z vodo bogata pokrajina, ki je omogočala obstoj tudi bogate živinorejske skupnosti. To

**Slika 1:** Stenske poslikave na planoti Muydir v Alžiriji prikazujejo življenje prebivalcev pred nastankom Sahare, torej pred več kot 5.000 leti. Ocenjujejo, da so slike nastajale na številnih krajih na tej planoti v obdobju od leta 10.000 do leta 6.000 pred našim štetjem. Foto: Anton Brancelj.



dokazujejo številne stenske poslikave v zelo odmaknjenih goratih predelih Alžirije in Čada (slika 1). Na slikah so prikazani ljudje, govedo, divje živali, hišna opravila ter lovski prizori.

Po zadnjih podatkih se je Sahara v sedanji obliki izoblikovala šele pred okoli 5.000 leti, začetki nastajanja puščave pa naj bi segali nekaj tisoč let nazaj. V stalnih gueltah, ki so se obdržale vse od zgodnjih začetkov nastajanja puščave, so se obdržale številne vodne rastline in živali, ki bi sicer že po nekaj urah izsušitve propadle. Doslej je bilo v njih najdenih več kot šest vrst rib, med katerimi so najpogostejši predstavniki skupine, ki jo na splošno označujemo kot *Tilapia* (družina *Cichlidae*). Gojene vrste tilapij so danes pogoste na krožnikih v restavracijah po svetu. Bogato vodno življenje privablja in omogoča preživetje kopenskim živalim, ki vodo potrebujejo za pitje, pa tudi pticam, ki se hranijo z ribami (več o vodi v Sahari in vodnem življenju lahko preberete v *Proteusu*, 77 (2015), (7): 302-312).

Naslednji kandidati za prebivalce guelt so krokodili. Raziskovalci Sahare so še na začetku dvajsetega stoletja poročali o krokodilih, ki so (oziroma naj bi) živeli v nekaterih gueltah. Enemu takemu poročilu smo sledili tudi na naši poti po planoti Muydir (oziroma Hoggar) v Alžiriji leta 2007. V njem je namreč avtor zapisal, da v guelti na začetku globoke doline (vadija oziroma kanjona) s prepadnimi stenami živijo krokodili. Ko smo ob prihodu zvečer pogledali preko previsnih skal, smo približno sto petdeset metrov globoko res videli majhne rjave podolgovate oblike, ki so spominjale na počivajoče krokodile ob bregu. Naslednjega dne smo bili po šestih urah naporenega spuščanja in potem vzpenjanja nazaj na planoto razočarani, saj so bile podolgovate oblike, ki naj bi bili krokodili, le peščene sipine in skale ob robu guelte. Smo pa nabrali zanimive vzorce zooplanktona in nekaj kačjih pastirjev in celo vodnega škorpiljona (*Nepa rubra*,

ena od vodnih stenic). Tudi ob obisku guelt na planoti Tibesti in jezer Ounianga v Čadu leta 2014 nismo imeli sreče. Smo pa imeli več sreče na ekspediciji po Mavretaniji leta 2016, ko smo jih imeli priložnost opazovati sredi brezmejnne puščave v živo.

## Kratka predstavitev krokodilov

Prvi predstavniki krokodilov (*Protosuchia*) so živeli v triasu, v obdobju od pred 252 milijonov let do pred 201 milijona let. V juri (obdobje od pred 201 milijona let do pred 145 milijonov let) so se že pojavili predniki sodobnih krokodilov (*Eusuchia*). Sodobni krokodili (red *Crocodylia*) spadajo v razred plazilcev (*Reptilia*). Red sestavljajo tri družine: aligatorji (*Alligatoridae*), krokodili (*Crocodylidae*) in gaviali (*Gavialidae*). V preteklih geoloških obdobjih jih je po močvirjih in rekah čofotalo znatno večje število vrst kot danes. Danes strokovnjaki priznavajo šestindvajset oziroma osemindvajset živčih vrst. Aligatorji so omejeni na območje Severne, Srednje in Južne Amerike, kjer je v štirih rodovih (*Caiman*, *Melanosuchus*, *Paleosuchus* in *Alligator*) znanih osem vrst. Gaviali so omejeni na velike reke v Aziji (porečja Gangesa, Rumene reke), kjer sta v dveh rodovih (*Gavialis* in *Tomistoma*) znani dve vrsti. Krokodili (imenovani tudi pravi krokodili) poseljuje daleč najbolj obsežno območje in z osemnajstimi vrstami živijo v porečju srednjega in zgornjega toka Nila in v podsaharski Afriki, Srednji Ameriki, Indiji in jugovzhodni Aziji ter v Avstraliji in njenih bližnjih otokih. Razvrščeni so v tri rodove: *Crocodylus*, *Mecistops* in *Osteolaemus*. Zadnja dva sta vsak s po dvema vrstama omejena le na Zahodno in Srednjo Afriko. Večina krokodilov iz vseh treh družin živi v stoječih ali počasi tekočih sladkovodnih okoljih, kot so reke, jezera in močvirja, v sušnih obdobjih pa se gnetejo v večjih ali manjših vodnih kotanjah. Nekateri prenesejo tudi polslano ali povsem slano okolje, tako da so pogosti tudi v mangrovah ali ce-



lo v morju v bližini obal. Ena vrsta prenese tudi zelo slano okolje v celinskem slanem jezeru v Dominikanski republiki.

Pogosto se zadržujejo tudi na kopnem, kjer se sončijo, samice pa odlagajo jajca in jih potem nekaj tednov varujejo, dokler se mladiči ne izvalijo. Štiri vrste v območju mangrov so sposobne plezanja po nizkem grmičevju ali drevesih. Nekaj vrst je tudi na kopnem zelo hitrih, tako da lahko celo ujamejo plen, največkrat sicer s presenečenjem oziroma iz zasede. Večinoma pa se hranijo v vodi, kjer so na jedilniku večjih krokodilov zlasti kopenski sesalci ali ptiči, ki jih največ lovijo iz zasede izpod vode, ko se živali napajajo ali ob selitvah prečkajo reke. Večini manjših krokodilov pa so glavni vir hrane ribe, drugi plazilci ter vodni in obvodni ptiči. Vrsta hrane je pogosto odvisna ne samo od vrste krokodila, ampak tudi od starosti živali. Mladiči se hranijo zlasti z nevretenčarji, kot so polži, raki ali večje žuželke. V sili se starejši zadovoljijo tudi z mrhovino. Ob pomanjkanju hrane ali ko varujejo gnezda, lahko stradajo tudi po več mesecev.

Samice odložijo jajca s trdo lupino, večinoma od deset do petdeset jajc, kar je odvisno od vrste, v jamo, ki jo izkopljejo v vlažni obalni pesek in napolnijo s trohnečim listjem in travo, ali pa v kupe trohnečega listja, pomešanega s peskom. Mladiči se izvalijo po petdesetih do stotih dneh. Pred izleganjem se čivkajoče oglašajo, s čimer opozarjajo samico, ki se zadržuje v bližini gnezda, da prihaja čas izvalitve. Samica jim pri izvalitvi pomaga tako, da odstrani listje in pesek ter pogosto tudi previdno stre jajčno lupino. Zatem jih pobere v gobec, kjer so nekaj časa na varnem, da si opomorejo po valjenju. Samica jih nato pred plenilci varuje še nekaj mesecev, da dovolj zrastejo in se začnejo osamosvajati. Pri krokodilih temperatura okolja v prvi polovici valjenja določa spol. Pri temperaturah, nižjih ali višjih od 31 stopinj Celzija, se izvali več samic, medtem ko je pri omenjeni temperaturi število izvaljenih samcev in samic podobno.

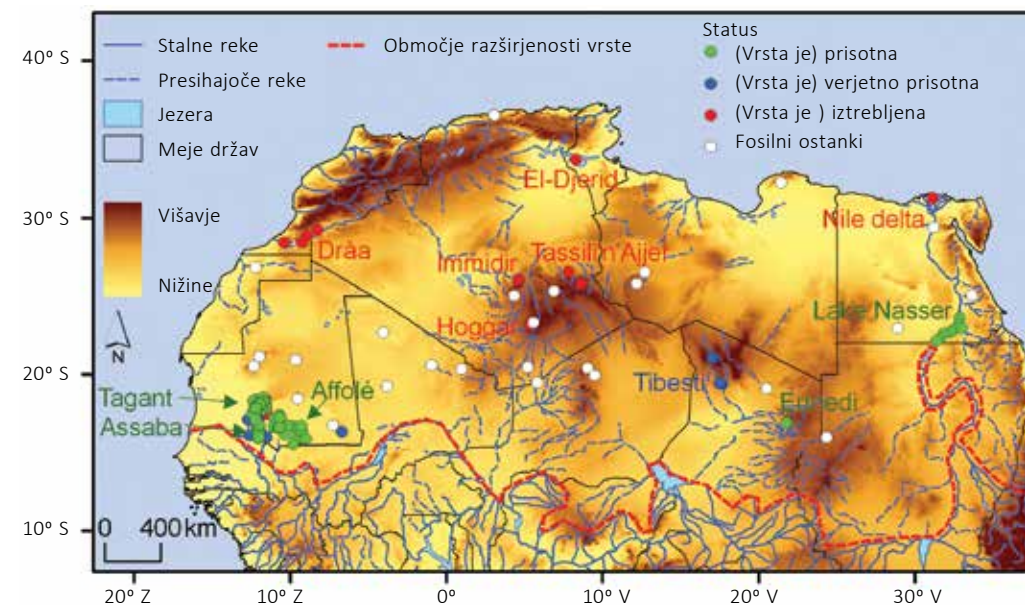
Slab sloves so si krokodili pridobili, ker nekatere večje vrste pogosto napadejo tudi človeka. Velikost odraslih osebkov niha od 1,5 do 1,9 metra pri pritlikavem krokodilu (rod *Osteolaemus*) do spoštljivih šest metrov dolžine in mase okoli ene tone pri morskem krokodilu (*Crocodylus porosus* Schneider, 1801). Prav ta in sorodni nilski krokodil (*C. niloticus* Laurenti, 1768), ki lahko zraste do 4,4 metra dolžine in mase nekaj več kot štiriisto kilogramov, imata na vesti največ človeških žrtev.

### Zahodnoafriški oziroma sveti oziroma puščavski krokodil – razširjenost in ekologija

V nadaljevanju se bom omejil na vrsto *Crocodylus suchus* Geoffroy, 1807, ki se v (angleški) literaturi po imenu pojavlja kot zahodnoafriški oziroma sveti oziroma puščavski krokodil. Tega so kmalu po opisu sicer navajali kot podvrsto nilskega krokodila, saj sta se (oziroma se ponekod še) pojavljata skupaj. Od leta 2003 zahodnoafriškega krokodila ponovno priznavajo kot samostojno vrsto, kar so potrdili tudi z genetskimi analizami mumificiranih osebkov iz egiptčanskih grobnic. Zahodnoafriški krokodil je nekoliko manjši od nilskega in je tudi manj napadalen.

Ime **zahodnoafriški krokodil** izvira iz tega, da je (bila) vrsta razširjena po večjem delu zahodne in srednje Afrike (slika 2).

Še na začetku dvajsetega stoletja so zahodnoafriški krokodili živeli tudi v južnem, povrhnem delu reke Nil, a so tam sedaj zaradi pretiranega lova iztrebljeni. Območji razširjenosti zahodnoafriškega in nilskega krokodila se na nekaterih delih delno prekrivata, zato tam obstaja ločevanje po življenjskih prostorih. Medtem ko se zahodnoafriški krokodili raje zadržujejo v okoljih z mlakami in močvirji v gozdnem okolju, imajo nilski krokodili raje večje presihajoče reke v bolj odprtih, travnatih pokrajinah. Vendar občasni stiki med obema vrstama obstajajo.



Slika 2: Razširjenost puščavskega krokodila (*Crocodylus suchus* Geoffroy, 1807) v Sahari in porečju reke Nil. Zelene pike pomenijo potrjeno prisotnost sedaj, modre verjetno prisotnost, rdeče izumrle populacije v bližnji preteklosti (od začetka dvajsetega stoletja), bele izumrtje v daljnji preteklosti (fosilni ostanki). Vir: Wikipedia.

Ime **sveti krokodil** izvira iz tega, da je veliko število mumificiranih krokodilov iz starega Egipta pripadalo vrsti *C. suchus* in ne *C. niloticus*. Vrsti se ločita ne samo po genskem zapisu, kar je bilo dokazano pred kratkim, ampak tudi po podrobnostih na lobanji, kar je bil tudi razlog za opis nove vrste.

Ime **puščavski krokodil** pa izvira iz tega, da je, oziroma je bil vsaj na začetku dvajsetega stoletja, razširjen tudi po številnih gueltah po Sahari. Danes je večinoma iztrebljen v večjem delu Sahare, razen na njenem skrajnem vzhodnem in zahodnem delu. Najnovejši podatki namreč kažejo zelo razdrobljeno prisotnost vrste (slika 2).

Po najnovejših podatkih naj bi jih nekaj preživel le v jezeru Nasser (največja zajezitev na reki Nil), v Guelti d'Archei (Čad; okoli tisoč kilometrov zahodno od Nila) ter na skrajnem zahodnem robu Sahare, v Mavretaniji. Najbolj znana turistična »destinacija« je verjetno Guelta d'Archei, ki

pa je tudi za sodobne turiste nekoliko težje dostopna, saj zahteva od lokalnega letališča Faya terenska vozila s pogonom na vsa štiri kolesa za več kot petsto kilometrov dolg prevoz v eno smer po puščavskem brezpotju in brez udobnih hotelskih namestitev. Zaradi trenutnih vojaško/političnih razmer pa je obisk Guelte d'Archei tudi nekoliko tvegan.

### Današnje stanje in opazovanja »v živo«

Nazaj k dogodkom iz Mavretanije. Bila je to tretja odprava po »puščavskih vodah Afrike«. Sestavljali so jo le trije udeleženci: Henri Dumont, dolgoletni raziskovalec vod v Sahari, specialist za zooplankton in kačje pastirje, Jean-François Trape, specialist za ribe in plazilce v Sahari, ki je bil tudi voznik na odpravi, in jaz, ki se zanimam za podzemne vrste vodnih živali. Na pot smo se odpravili z enim avtomobilom, veliko optimizma in doživeli tudi nekaj zanimivih dogodkov. Kot običajno je bil cilj odprave nabiranje vodnih živali, tako nadzemnih kot



podzemnih, ter zbiranje podatkov o plazilcih.

Začelo se je s prihodom v Dakar, glavno mesto Senegala. Sledil je prestop meje v Mavretanijo v mestu Rosso, kjer smo bili na meji vključeni v rutinski postopek izsiljevanja za nekaj dodatnih dolarjev pri urejanju vstopnih dokumentov, poleg plačila za vizo. Po kar dolgem čakanju smo uredili prestop meje brez plačila »dodatnih stroškov«. Nadaljevali smo do glavnega mesta Noaukchott, kjer smo obiskali univerzitetno središče in dobili nekaj koristnih nasvetov o zanimivih mestih za nabiranje vzorcev. Sledila je štiristo kilometrov dolga pot proti vzhodu po udobni asfaltni poti proti mestu Moud-

jéria (17° 52' 42" severne zemljepisne širine, 12° 19' 53" zahodne zemljepisne širine). Mesto se nahaja na nadmorski višini okoli 150 metrov, in sicer tik pod planoto Tagant, ki je sestavljena iz peščenjaka in magmatskih kamnin in se dviga do 300 metrov nad morjem. Mesto je obdano z obsežnimi sipinami, njene barve segajo od snežno bele do oranžne. Peščine segajo v višino deset do dvajset metrov (slika 3).

Še pred prihodom do mesta Moudjéria smo pod vznožjem planote obiskali nekaj guelt, ki bi bile lahko prebivališče krokodilov, vendar smo jih zapustili le z nekaj vzorci zooplanktona, kačjih pastirjev in tudi rib (slika 4).

*Slika 3: Mesto Moudjéria je obdano z obsežnimi sipinami, katerih barva sega od snežno bele do oranžne. Peščine dosegajo višino deset do dvajset metrov. Foto: Anton Brancelj.*

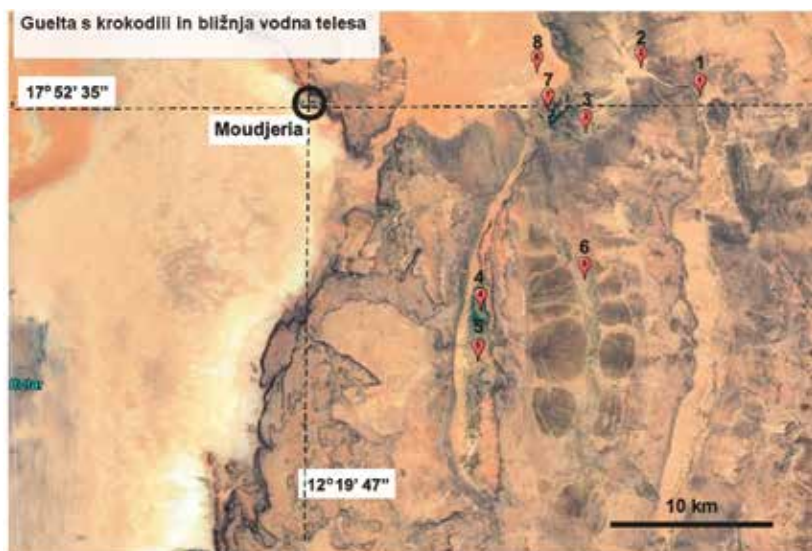


*Slika 4: V nekaterih gueltab smo ujeli tudi ribe. Na fotografiji Jean-François Trape fotografira »ulov«. Foto: Anton Brancelj.*

Na bregu presušenih hudournikov smo na nekaj mestih opazili v breg izkopane luknje s premerom od dvajset do trideset centimetrov, ki bi jih lahko pripisali krokodilom (več o tem kasneje). Hkrati smo ugotovili, da guelte domačini uporabljajo kot plavalne bazene, kratke iztoke iz njih, predno poniknejo v puščavski pesek, pa kot mesta za pranje perila, kar se je tudi kazalo na kakovosti vode – voda je bila izrazito modro obarvana zaradi indiga, ki je tradicionalno barvilo v tem delu Afrike (Tuarege so zaradi nošenja teh oblačil imenovali tudi »modri ljudje«). Posledica pranja je bila tudi obilica pen na površini. In prav tukaj smo prvič nasedli v sipkem pesku, kar smo kasneje na poti še nekajkrat ponovili, ko smo morali prečkati sipine.

Takoj za mestom Moudjéria smo se po ovinkasti cesti povzpeli na planoto, ki je v povprečju okoli sto petdeset metrov višje nad mestom. Nekaj časa smo še sledili razmeroma dobro urejeni asfaltni cesti, potem pa smo se podali na stranske poti in tudi brezpotja. Naš glavni cilj so bile tako guelta z znano populacijo krokodilov (kraj 1; slika 5) kot tudi velika plitva jezera jugozahodno od guelte (kraja 4, 5) (slika 6). Posnetki iz vesolja pa kažejo še druga obsežna poplavna območja v predelu jezer kot možna nahajališča krokodilov (Google Earth; 28. 10. 2020). Po teh posnetkih je življenjski prostor krokodilov pravzaprav velik, po oceni okoli tristo kvadratnih kilometrov, in verjetno ni omejen le na majhno guelto. Nekatera jezera, ki so sicer globoka





*Slika 5: Vodna telesa nad mestom Moudjéria v Mavretaniji, kjer se nabajajo guelte, mlake in jezera, ki jih lahko, vsaj občasno, naseljujejo puščavski krokodili (kraji 1–8). Karta: Google Earth; dodatne informacije: Anton Brancelj.*

*Slika 6: Med svojim raziskovanjem smo obiskali tudi dve plitvi, a zelo veliki jezери, kjer so bile pogoste vodne rastline. Foto: Anton Brancelj.*



le meter ali dva, dosejajo celo kilometrske razsežnosti. Da se ne presušijo popolnoma, skrbi podzemna voda, ki se skozi pesek pretaka vanje in izvira iz redkih nalivov.

Jezeri (kraja 4 in 5) sta bogato obrasli z grmovjem in drevjem; prevladujejo akacije in palme. Breg je poraščen z močvirskimi in tudi vodnimi rastlinami (celo sorodnike lokvanjev smo lahko opazovali) (slika 7).

Med živalmi so ob obisku prevladovali ptiči, ki so vezani na vodno okolje. Njim je delala družbo množica kačjih pastirjev in nekaj komarjev. Med bolj zanimive najdbe vsekakor sodijo mahovnjaki (Bryozoa). Najdba pa ni bila presenetljiva, saj se njihova trajna jajca (statoblasti) prilepijo na noge ali per-

je ptičev, ki jih nato prenašajo od počivališča do počivališča. Najbližja stalna reka je Senegal z mokrišči ob njej, ki je oddaljena »le« okoli dvesto petdeset kilometrov. Žal pa nismo nikjer zasledili sledov krokodilov. Smo pa v neki kotanji ob jezeru ulovili srednjeafriškega pitona (*Python sebae* (Gmelin 1788)), ki se ga je Jean-François zelo razveselil.

Zato smo se odpravili v okoli dvajset kilometrov oddaljeno guelto (kraj 1), kjer je bila njihova prisotnost večkrat potrjena. Da smo prišli do nje, je bila pot podobna »rally« tekmovanju Camel Trophy preko velikih skal, a sta voznik in vozilo nalogo dobro opravila (slika 8).

*Slika 7: Sorodnik lokvanja je takole razkazoval svoj cvet. Smo pa v okolici opazili tudi druge vodne rastline, kot so vodne praproti (rod Marsilea) ali pa dristavci (rod Myriophyllum). Foto: Anton Brancelj.*







*Slika 8: Pot po brezpotjih je bila včasih »pretresljiva«, zlasti v skalnih predelih, včasih pa smo nasedli v mehkem pesku in je bilo treba najprej raztovoriti avto, ga izkopati, odpeljati na varno mesto in na koncu prenesti vso opremo do njega. To smo ponovili najmanj štirikrat. Foto: Anton Brancelj.*

Zaradi varnosti smo si tabor postavili okoli sto metrov nad guelto, nad prepadnimi stenami (slike 9a-c).

Ko smo kasneje pogledali navzdol, nas je dvajset metrov nižje čakal veličasten prizor. Dva krokodila, dolga po oceni približno tri metre, sta plavala po blatni vodi, še naslednjih pet ali šest, po oceni podobne velikosti, jih je počivalo na oddaljeni peščeni sipini, največji, verjetno blizu štiri metre dolg, pa se je sončil tik pod nami na skalni polici. Sledilo je fotografiranje, ampak zelo previdno (slike 10a-c).

Krokodili živijo v guelti, ki je ob obisku merila okoli 200 x 150 metrov. Koordinate mlake so 17° 52' 53,50" severne zemljepisne širine in 12° 5' 36,50" zahodne zemljepisne dolžine. Ob nalivih voda odteka iz guelte po okoli 3,5 kilometra dolgemu in od dvesto do tristo metrov širokem vadiju/kanjonu, ki je globok okoli trideset metrov in se konča z obširnimi vršajem iz zelo drobnega peska,

pomešanega z drobnimi kamni (kraj 2), preko katerega vodijo večino časa suhi kanali do okoli pet kilometrov oddaljenega plitvega jezera s površino okoli en kvadratni kilometer (kraj 3).

V sosednji dolini, ki je prav tako vrezana v vulkanske kamnine in peščenjake, sta okoli petnajst kilometrov daleč še dve podobno veliki jezera (že opisani zgoraj). Voda iz vseh treh jezer se steka v plitvo kotanjo s površino več kvadratnih kilometrov (kraj 7), od koder voda nima površinskega odtoka,

*Sosednja stran zgoraj, slika 9a: Spali smo v hotelu s »tisoč zvezdicami«. Foto: Anton Brancelj.*

*Sosednja stran spodaj, slika 9b: Družbo so nam pogosto delali škorpijoni in ne presenetljivo komarji. Ogrožen škorpion labko z repom (telsonom), ki se končuje v ostrem želu, udari nekaj desetkrat v sekundi.*

*Foto: Anton Brancelj.*







*Slika 9c: V eni od guelt so nam vso noč motile spanec berberske krastače (Bufo mauritanicus Schlegel, 1841), ki so se oglašale presenetljivo glasno. Foto: Anton Brancelj.*



*Slika 10b: Krokodilja plaža, na kateri se je sončilo pet ali šest krokodilov (na sliki samo štirje). Foto: Anton Brancelj.*



*Slika 10a: Pogled na guelto s prepadno steno in strmim pobočjem v daljavi. Foto: Anton Brancelj.*

ampak jo del ponikne v peščene sipine (kraj 8), del pa jo izhlapi, a je manjši del večino časa napolnjen z vodo. Na planoti nad temi tremi naravnimi jezeri se nahaja še četrto jezero (kraj 6), od koder voda prav tako odteka v plitvo kotanjo na koncu obeh dolin (kraj 7).

Vprašanje je, kako lahko toliko in tako velikih živali preživi v razmeroma majhni kotanji, kjer ni ravno veliko hrane zanje. Najbolj verjetno je, da se ob visokih vodah odpravijo v bližnja jezera, kjer lahko najdejo večje živali, kot so vodne ptice, ali pa domače živali, kot so krave, osli ali koze. V okolici teh jezer namreč živi kar veliko prebivalcev, ki se ukvarjajo z živinorejo ali gojenjem zelenjave. Ko pa začne voda upadati, se krokodili vrnejo v guelto, kjer brez hrane čakajo na naslednjo povodenj. Druga možnost je, da prihajajo živali pit vodo v guelto, kjer jih krokodili lahko ulovijo. Okoli našega tabora

se je namreč potikalo veliko oslov in koz, ki potrebujejo vodo za preživetje (slika 11). Na poti do vode preko strmih krušljivih bregov lahko komu tudi spodrsne in pristane blizu krokodilov. Tudi hudournik, blizu katerega smo taborili, lahko ob naluvi odplavi kakšno žival v guelto. Vsekakor krokodili niso bili videti shirani oziroma majhni. Drugo zanimivost smo odkrili nekaj sto metrov od tabora po hudourniku gorvodno, ko smo prišli do skoraj navpične blatne stene. V njej je bilo okoli dvajset lukenj različnega premera, največje pa podobne tistim, ki smo jih opazili že prej ob bregovih drugih hudournikov. Vendar so bile tam luknje blizu dna struge, tukaj pa so bile celo do tri metre visoko v steni - in to en kilometer od guelte ter okoli petdeset metrov višje. V steni so se jasno videli številni sledovi štirih močnih krempljev, ki so vodili do teh lukenj (slika 12).





*Slika 10c: Največji krokodil se je sončil na skalni polici tik pod nami.  
Foto: Anton Brancelj.*



*Slika 11: Okoli guelte s krokodili se potika veliko oslov in koz, ki lahko postanejo hrana za krokodile. Foto: Anton Brancelj.*





*Slika 12: Strma ilovnata stena je polna lukenj različnih velikosti, a nobena ni imela odprtine vhoda, večjega od trideset centimetrov. Na steni se jasno vidijo številni sledovi štirih krempljev, kot jih imajo krokodili na zadnjih nogah.*  
Foto: Anton Brancelj.

No, malo smo pogledali vanje, nismo pa z roko raziskovali, kaj je v njih. Glede na velikost odprtin smo sklepali, da so to zatočišča mladih krokodilov v sušnem obdobju, bodisi pred čeljustmi večjih bratrancev ali pa kot mesto estivacije. Ena od prilagoditev puščavskih krokodilov (pa tudi nilskih) je namreč prav to, da v sušnem obdobju preidejo v stanje mirovanja, kjer negibno čakajo na boljše razmere, v tem času pa se jim tudi močno zniža metabolizem. Rovi v blatnem ali peščenem bregu so zato idealno mesto, saj je v njih hladneje in bolj vlažno kot na površju. Morajo pa iz guelte do blatne stene premagati okoli petdeset metrov strmega krušljivega pobočja, pokritega s skalami in peskom (slika 10a).

Še zanimivost o odnosu med ljudmi in krokodili v Mavretaniji. Ljudje, ki živijo v bližini puščavskih krokodilov, jih spoštujejo in

varujejo. Verjamejo, da je voda potrebna za krokodile, hkrati pa se bojijo, da bo voda izginila, če krokodilov ne bo več. Verjetno je prav zaradi tega odnosa populacija krokodilov v guelti in tudi v ostalem delu južne Mavretanije tako velika.

Na povratku smo se vračali mimo spodnjega toka Senegala, kjer smo obiskali Djudj National Bird Sanctuary (Nacionalni rezervat za ptice Djudj), ki je v Unescovem seznamu svetovne naravne dediščine. Pri vstopu v park smo ponovno imeli nekaj težav z izsiljevanjem plačila za vstop. Vstop je brezplačen, zato kljub grožnjam varnostnika zahtevane vsote nismo plačali. Smo pa bili zato kasneje nagrajeni z veličastnimi pogledi na velike jate pelikanov, rožnatih plamencev, kormoranov ... Območje je namreč pomembno postajališče tudi za ptice selivke. Tudi svinje bradavičarke (*Phacocho-*



*Slika 13a: Na poti nazaj smo presenetili tudi dva trnorepa. Foto: Anton Brancelj.*

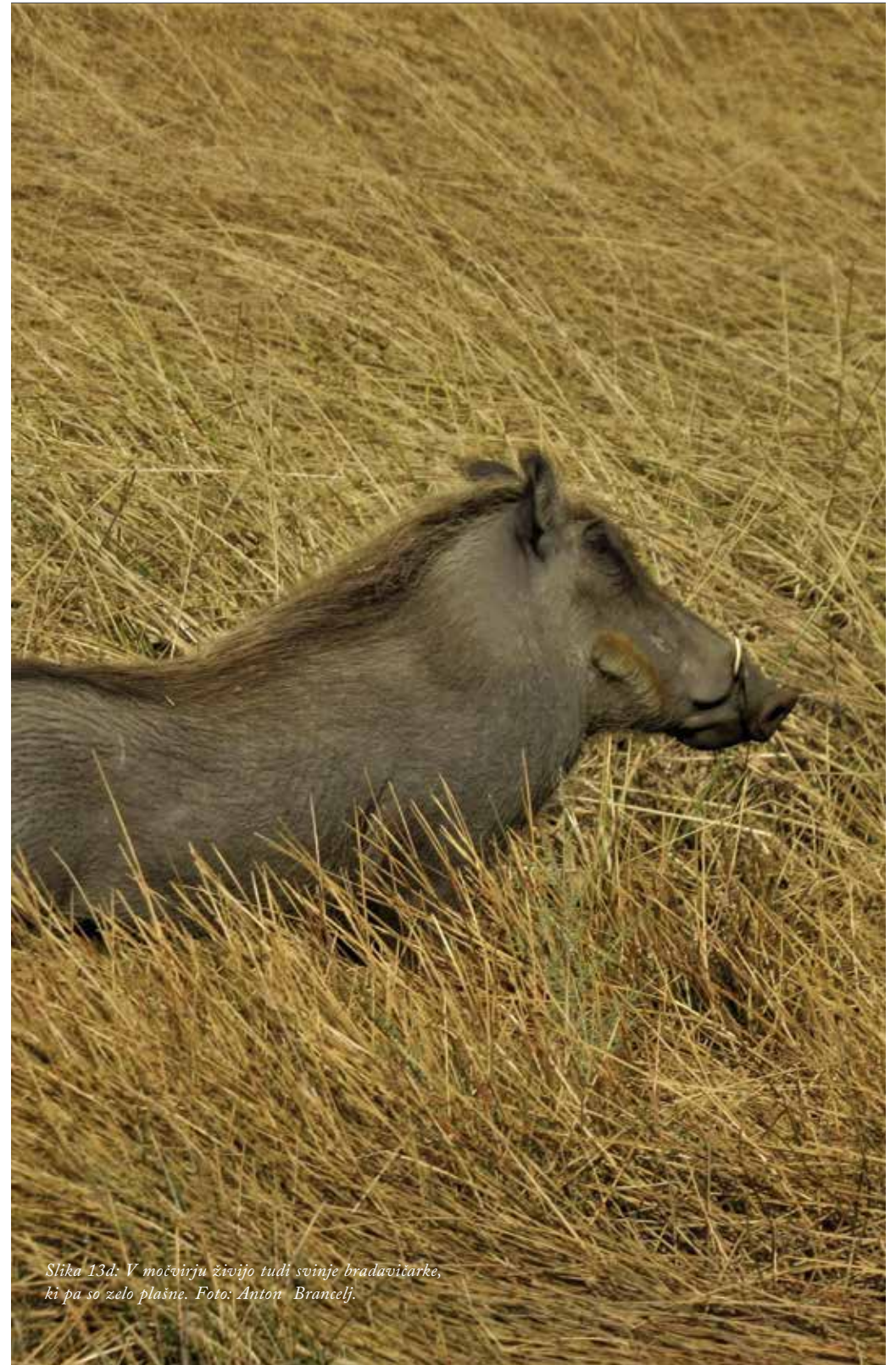
*Slika 13b: V parku se nabajajo številni vodni ptiči, kot so pelikani, rožnati plamenci, kormorani, čaplje ...*  
Foto: Anton Brancelj.







*Slika 13c: Nekatere čaplje so bele, druge črne, a jih očitno ne moti, da se ne bi družile. Foto: Anton Brancelj.*



*Slika 13d: V močvirju živijo tudi svinje bradavičarke, ki pa so zelo plašne. Foto: Anton Brancelj.*





*Slika 13e: Antilopa sabljarka v obori, namenjeni razmnoževanju te v naravi že skoraj izumrle vrste. Foto: Anton Brancelj.*



*erus africanus* (Gmelin, 1788)) so se pokazale iz trstičja. Imeli smo tudi srečo, da smo opazovali antilopo sabljarko (*Oryx dammah* Cretzschmar, 1827), kjer v obori poteka projekt za njeno ponovno naseljevanje v naravi (slike 13a-e).

Mejo smo prečkali v mestu Saint-Louis, ki je znano po slikovitih ribiških čolnih. Ob prihodu domov nas je na vratih pričakal napis: »Ne plavajte v bazenu – krokodili v bližini.« In res je bil v sosednjem manjšem bazenu tudi krokodilček, za katerega je skrbel Jean-François.

Na tej odpravi nisem uspel nabrati podzemnih živali, kot mi je to uspelo na prejšnjih dveh (in tudi kasneje v Maroku). Vzrok je zelo droben pesek v strugah hudournikov. Med zrnici peska ni dovolj prostora za podzemne živali. Sem pa domov prinesel veliko lepih fotografij in spominov.

#### Literatura:

Brito, J. C., Martínez-Freiría, F., Sierra, P., Sillero, N., Tarroso, P., 2011: *Crocodiles in the Sahara Desert: An Update of Distribution, Habitats and Population Status for Conservation Planning in Mauritania*. *PLoS ONE*, 6 (2): e14734. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014734>.

de Smet, K., 1998: *Status of the Nile crocodile in the Sahara desert*. *Hydrobiologia*, 391 (1–3): 81–86. [doi:10.1023/A:1003592123079](https://doi.org/10.1023/A:1003592123079).

Davies, B., Gavies, F., (ur.), 1988: *African wetlands and shallow water bodies. Bibliography. Region 2: Sahara-Sabel (co-ordinators: H.J. Dumont, J. Pensaert)*. Éditions l'ORSTOM; Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération. *Collection Travaux et Documents n°211, Paris, 52–100*.

Dumont, H. J., 1979: *Limnologie van Sahara en Sabel*. DSc. thesis, Université du Gbent, Belgique; 511 pp.

Wikipedia – različni naslovi, povezani z izrazom *Crocodile/Crocodylus* oziroma *krokodil*.

#### Dopolnilna literatura:

Tone Pavček: *Juri Muri v Afriki* ([https://sl.wikipedia.org/wiki/Juri\\_Muri\\_v\\_Afriki](https://sl.wikipedia.org/wiki/Juri_Muri_v_Afriki)).

#### Slovarček:

**Guelta.** Manjša občasna ali stalna luža vode v hudourniških kanalih (vadijih) v Sahari. V Zahodni Sahari je povezana s pojmom oaza. Velikost in trajanje guelt je odvisno od krajevnih razmer. V stalnih gueltah živijo številne vodne rastline in živali, vključno z ribami. To so predstavniki prebivalcev obsežnega rečnega ekosistema, ki je bil oblikovan še pred okoli 10.000 leti, nakar se je pokrajina začela spreminjati v puščavo. V kamnitih predelih Sahare se na Google Earth razločno vidijo struge starodavnih rek, ki so oblikovale globoke kanjone (vadije). Sedaj del vode v gueltah izvira iz občasnih skopih padavin, ki napolnijo hudourniške struge, del pa iz podzemnih vod. Kot se je prepričal avtor tega članka, je v okolici nekaterih guelt prisotna tudi bogata favna podzemnih živali.

**Mangrove.** Močvirni gozd ali grmičevje v pretežno tropskih predelih, ki uspeva vzdolž morskih obal, kjer se izmenjujeta plima in oseka.

**Estivacija.** Obdobje mirovanja živali v vročih poletnih mesecih, ko so visoke temperature in je pomanjkanje hrane. Živali v tem času zapadejo v stanje neaktivnosti, njihov metabolizem pa se zmanjša. V zmernem podnebjju je podoben pojav hibernacija, ki jo uporabljajo številne žuželke, plazilci in sesalci (polhi, netopirji, jazbeci ...).

## Rastlinske posebnosti doline Suhorice v osrednjih Brkinih

Igor Dakskobler

Brkine, v glavnem flišno hribovito pokrajino v jugozahodni Sloveniji, sem prvič obiskal pozno jeseni leta 1981, ko sem si z idrijskimi gozdarji ogledal tamkajšnje od žleda močno poškodovane gozdove. Poslej sem v njene različne dele hodil z nekaterimi botaničnimi kolegi predvsem zaradi kartiranja in popisovanja rastlinskih združb. Nekajkrat so me tja pripeljali tudi kraški gozdarji, a večinoma bolj v njegove obrobne dele. Naključje pa je pripomoglo, da sem se rastlinstvu koščka tega svojkega dela naše države, doline Suhorice (skupaj s Padežem je levi pritok Velike vode ali Reke), nekoliko bolj posvetil in nekaj svojih opažanj bom povzel v tem zapisu.

*Gozdna cesta nad desnim bregom Suhorice, kjer je Domen Stanič opazil kranjski volčič (Scopolia carniolica).*  
Foto: Igor Dakskobler.





Od primorskih (koprskih) botanikov sem izvedel za najdbo kranjskega volčiča (*Scopolia carniolica*) ob enem izmed njenih desnih pritokov (Stanič, 2022). Ker je to nahajališče za zdaj edino v jugozahodni Sloveniji, sem ga želel fitocenološko raziskati. To mi je uspelo ob pomoči navodil najditelja, Domna Staniča, in ob tem priti tudi v samo dolino.

Prehodil in nekoliko pregledal sem jo le ob njenem okoli štiri in pol kilometra dolgem spodnjem in srednjem teku, od sotočja z reko Padež (ta se kmalu nato izliva v Reko) pri nekdanjem mlinu Bibec (nadmorska višina okoli 375 metrov) do zaselka Šmagorje (tudi Šmagurje ali Šmagurka), ki pripada vasi Ostrožno Brdo, vse do nekdanje do-

mačije Bižaj (nadmorska višina je tam okoli 450 metrov). Pri Bižaju je sotočje dveh povirnih krakov Suhorice – desnega, ki se imenuje Suhorica in ima zelo razvejeno povodje z najbolj južnimi izviri pod vasjo Prelože -, in levega, ki se imenuje Šmagurka, s še precej večjim povodjem in z izviro pod hribom Karlovica (772 metrov) zahodno od vasi Pregarje. Pred nekaj leti sem na radiju večkrat poslušal, da naj bi dolino Suhorice zajezili in z njeno vodo pomagali zagotoviti trajnejšo oskrbo Slovenske Istre s to življenjsko potrebno dobrino. Pozneje sem izvedel, da so domačini in uprava Regijskega parka Škocjanske jame dosegli, da sta se vodno gospodarstvo in pristojno ministrstvo za zdaj tej nameri odrekli.

*Reka Suborica. Foto: Igor Dakskobler.*

Kaj bi izginilo, če bi svojo namero uresničili? Predvsem logi, sestoji črne jelše (*Alnus glutinosa*) in drugih listavcev, ki poraščajo nanose tik ob reki (to zame je Suhorica, geografi jo večinoma zapisujejo kot potok!). Nekateri so očitno nastali na opuščeni kmetijskih površinah in v njih je ponekod tudi precej belega gabra (*Carpinus betulus*). Sploh se po ostankih nekdanjih teras vidi, da so predvsem na levem bregu reke nekoč prevladovali kmetijske površine, ki pa jih je že povsem prerasel pionirski gozd različnih listavcev. Ponekod so sadili smreko (*Picea abies*) in gladki bor (*Pinus strobus*). V bolj mokrotnih delih pa so logi starejšega izvora, z lepimi, debelimi in visokimi črnimi jelšami, tudi posamično bukvijo (*Fagus syl-*

*vatica*), krhko vrbo (*Salix fragilis*), gorskim brestom (*Ulmus glabra*), velikim jesenom (*Fraxinus excelsior*), gorskim in poljskim javorjem (*Acer pseudoplatanus*, *Acer campestre*), cerom (*Quercus cerris*), lesniko (*Malus sylvestris*), tu in tam tudi s kakšno smreko, ki ji v tem delu Brkinov rastišča ustrezajo in se pomlajuje in subspontano širi v naravne gozdove.

Najbolj barviti so logi zgodaj spomladi, ko je vodostaj reke običajno visok in jo je pogosto treba prebrestiti. Takrat cvetijo dvolistna morska čebulica (*Scilla bifolia*), podlesna in zlatična vetrnica (*Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*), spomladanski žafran (*Crocus vernus* subsp. *vernus*, sin. *C. napolitanus*, *C. heuffellianus*, *C. exiguus*), spomladanska lopa-

*Log črne jelše (Lamio orvalae-Alnetum glutinosae) v dolini Suborice. Foto: Igor Dakskobler.*





Zgodnja pomlad ob Suhorici, dvoлистовna morska čebulica  
(*Scilla bifolia*). Foto: Igor Dakskobler.



tica (*Ficaria verna*, sin. *Ranunculus ficaria*), rumena pasja čebula (*Gagea lutea*), navadni pljučnik (*Pulmonaria officinalis*) in navadni lusnec (*Lathraea squamaria*), poganjati pa začenja tudi čemaž (*Allium ursinum*). Kasneje zacvetijo velecvetna mrtva kopriva (*Lamium orvala*), gorska rumenka (*Galeobdolon montanum*), bela čmerika (*Veratrum album* subsp. *album*), brstična konopnica (*Cardamine bulbifera*), kosmata zlatica (*Ranunculus lanuginosus*), kolenčasta krvomočnica (*Geranium nodosum*), gomoljasti gabez (*Symphytum tuberosum*), kljukastosemenska zvezdica (*Stellaria montana*) in avstrijski divjakovec (*Doronicum austriacum*) ter tu redki vrsti, pisani grahor (*Lathyrus venetus*) in modrikasti repuš (*Phyteuma spicatum* subsp. *coeruleum*). Loge v dolini Suhorice kot drugod v povodju Velike vode (Reke) uvrščamo v združbo črne jelše in velecvetne mrtve

koprive (*Lamio orvalae-Alnetum glutinosae*). Kranjskega volčiča v njih nisem opazil. Kaže, da so za zdaj njegova rastišča le v ozkem obrežnem pasu strmega stranskega pritoka, ki ga tudi večinoma porašča črna jelša. Domnevamo celo, da je ta znamenita rastlina v Brkine in na pobočja doline Suhorice prišla s posredno človekovo pomočjo, z od drugod pripeljanim gradivom ob izgradnji prečne pobočne gozdne ceste.

Ni pa še ves obrežni prostor prerasel gozd. Tu in tam so majhne površine prodišč z zelo raznovrstnim rastjem, v katerem pa je največ mladih poganjkov črne jelše. Med zelišči pa so pogosti navadni repuh (*Petasites hybridus*), gozdna smiljka (*Cerastium sylvaticum*), penuša nedotika (*Cardamine impatiens*), gozdni repinec (*Arctium nemorosum*), kolenčasta krvomočnica in velecvetna mrtva kopriva.

Z gozdom porasel prodnati otok v Suhorici. Foto: Igor Dakskobler.







*Prodišče ob Suborici. Foto: Igor Dakskobler.*

*Veliki travnik ob Suborici. Foto: Igor Dakskobler.*



Precej več kot prodišč je ob Suhorici obrečnih travnikov. Zgodaj spomladi je težko oceniti, kako vrstno bogati so. Talne in vlažnostne razmere so za rast trave ugodne.

Večja travnata površina je ohranjena tudi na terasah nad desnim bregom reke, pod vasjo Suhorje (krajevno ime so Podsela), in v zadnjih dneh maja sem prav tam naredil



*Steničja kukavica (Orchis coriophora) na travniku ob Suborici. Foto: Igor Dakskobler.*



prve popise travišč. Vsaj v bolj strmih delih nekdanjih teras so cvetele tudi nekatere kukavičevke, navadna (*Orchis morio*), trizoba (*Orchis tridentata*, sin. *Neotinea tridentata*) in redkeje tudi pikastocvetna kukavica (*Orchis ustulata*, sin. *Neotinea ustulata*) in navadni kukovičnik (*Gymnadenia conopsea*). Ponekod sta bili prisotni tudi trava navadna oklasnica (*Danthonia alpina*) in dlakavi gadnjak (*Scorzonera villosa*). Kljub temu, da sem na teh travnikih popisal le malo submediteranskih vrst, jih je vsaj deloma mogoče uvrstiti še v submediteransko travniško združbo, ki se imenuje po oklasnici in gadnjaku (*Danthonio-Scorzoneretum villosae*). Zaradi precej globokih evtričnih rjavih tal so v njej pogo-

ste tudi vrste gojenih travnikov, med njimi posebej volnata medena trava (*Holcus lanatus*), po kateri imenujemo tukajšnjo podzdržbo (subasociacijo) – *Danthonio-Scorzoneretum villosae holcetosum lanati*.

Precej podobno travniško rastje sem popisal na nekoliko nagnjenem velikem obrečnem travniku (imenujem ga Veliki travnik pod Ločnim brdom) na levem bregu Suhorice, a sem na njem poleg prej napisanih kukavičevk (treh kukavic in kukavičnika) našel tudi redkejšo in bolj ranljivo steničjo kukavico (*Orchis coriophora*, sin. *Anacamptis coriophora*), zgolj en sam primerek, drugega sem opazil na drugem travniku na istem bregu reke, a bližje zaselku Šmagorje.

Poletni videz travišča ob Suhorici s cvetočim ilirskim mečkom (*Gladilous illyricus*). Foto: Igor Dakskobler.



Ilirski meček (*Gladilous illyricus*) na travniku ob Suhorici. Foto: Igor Dakskobler.



Veliki travnik pa je vseboval še eno posebnost, ki sem jo konec maja le zaslutil na podlagi mečastih listov, pri junijskem popisovanju pa je bila ta posebnost očitna, namreč ilirski meček (*Gladiolus illyricus*). Ta lepa, zavarovana in ranljiva rastlina v Brkinih sicer ni tako redka, a se tu in tudi drugod po Sloveniji razveselim vsakega travnika, kjer jo še najdem. Ni rasla le na tem, temveč v manjšem številu še na nekaj drugih travnikih na istem bregu reke po njenem teku navzgor proti Šmagorju in na le enem travniku na desnem bregu reke pod Ostroškimi borštom, prav tako že blizu tega zaselku.

Podobno razmeroma pogost kot ilirski me-

ček naj bi bil v Brkinih tudi srhki nageljček (*Dianthus armeria*), a sam sem ga v dolini Suhorice opazil le na robu Velikega travnika z mečkom.

Šele ko sem primerjal popise obrečnih travnikov s popisi pobočnih travnikov nad dolino, sem ugotovil, da najbrž ne pripadajo isti travniški združbi. Obrečni travniki uspevajo na nekoliko bolj vlažnih tleh, v njih so vrste gojenih travnikov po številu in zastiranjju skoraj enakovredne vrstam suhih travišč. Prvi, ki je v Sloveniji, predvsem na Kasu, opazil taka travišča, je bil nedavno preminuli znameniti tržaški profesor Livio Polidini. Združbo je imenoval po dišeči boljki (*Anthoxanthum odoratum*) in pokončni sto-

klasi (*Bromus erectus*) – *Anthoxantho-Brometum erecti*. Ob Suhorici in nad njo so v njej pogosti tudi volnata medena trava, blede šaš (*Carex pallescens*), trizoba oklasnica (*Danthonia decumbens*), pirenejsko ptičje mleko (*Ornithogalum pyrenacum*), srčna moč (*Potentilla erecta*) in navadni pasji rep (*Cynosurus cristatus*). Podzdružbo (subasociacijo) sem imenoval po bledem šašu (*Anthoxantho-Brometum erecti caricetosum pallescentis*).

Ob jesenskem obisku Suhorice sem se razveselil, ker so bili vsi obrečni travniki sveže pokošeni, čeprav so razmeroma oddaljeni od naselij. Pozno poletna košnja zagotavlja, da se bodo napisane in še druge zavarovane in ranljive rastline ohranile tudi v prihodnje.

Podobni vrstno bogati travniki so še v bližini zadnje domačije zaselka Šmagorje (pri pristavi Šmagurka), višje ob reki navzgor jih nisem več opazil.

Pač pa je zelo lep travnik na nekdanjih terasah pri Ostrožnem Brdu, na Berišču, prav tako nad desnim bregom Suhorice, a ne več v tistem delu, ki bi ga načrtovana zajezitev uničila. Na tem travniku, kjer je pogosta navadna oklasnica in se tudi združba imenuje po njej (*Danthonio-Scorzoneretum villosae*), je v otavi v septembru v velikem številu primerkov, več kot sto petdeset, cvetela zavita škrbica (*Spiranthes spiralis*), še ena zavarovana kukavičevka. Na obrečnih travnikih ob Suhorici in v Podselu pod Suhor-

Srhki nageljček (*Dianthus armeria*) na travniku ob Suborici. Foto: Igor Dakskobler.

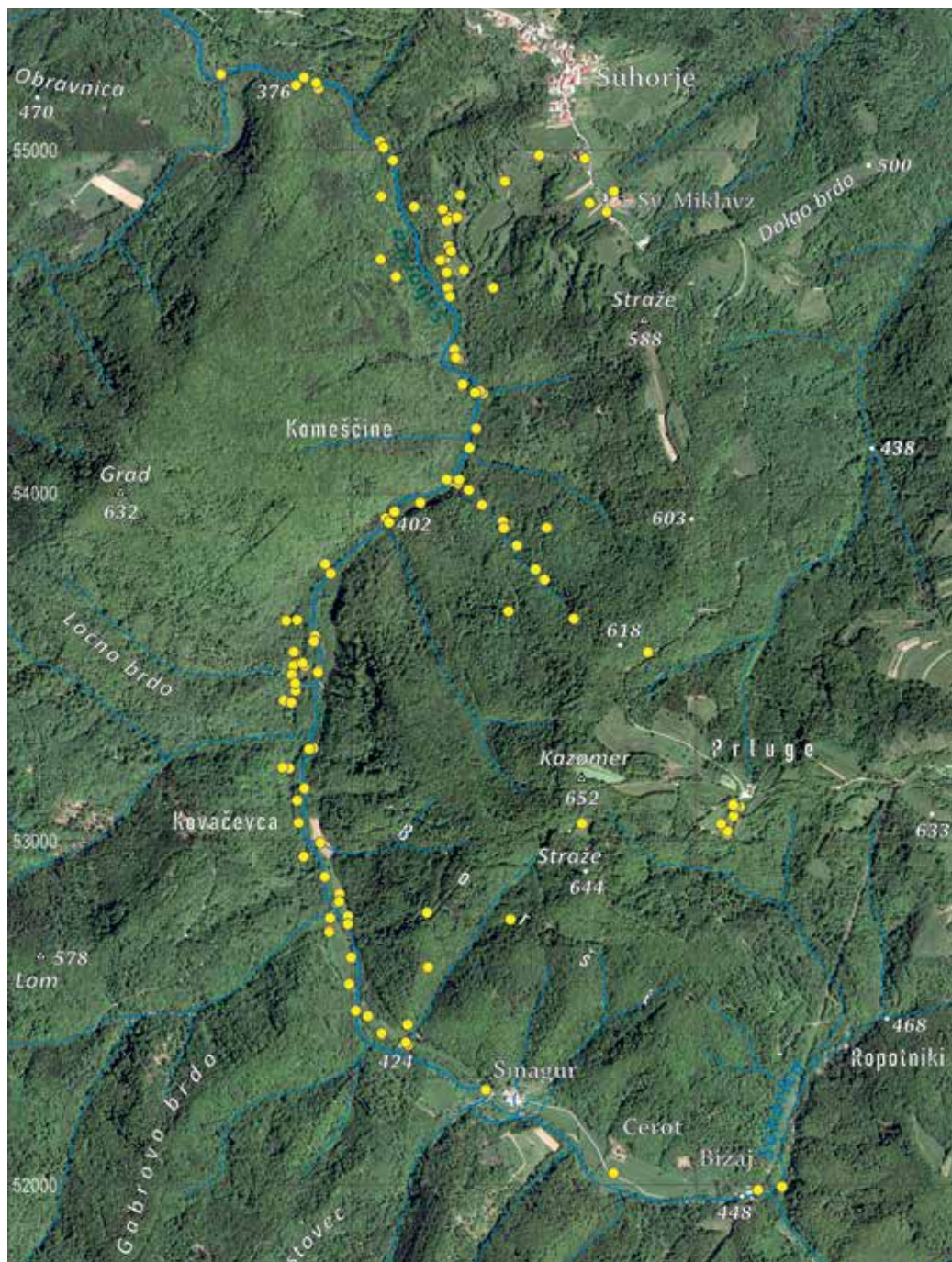


Zaselek Šmagorje ob Suborici. Foto: Igor Dakskobler.





*Zemljevid raziskanega dela doline Suhorice z označenimi nahajališči botaničnih popisov.*  
Zemljevid je izdelal Iztok Sajko.



jem je istega dne nisem opazil. Je pa tako na Berišču kot na mokrotnem delu manjšega travniku na levem bregu Suhorice tudi

nahajališče zanimive praprotnice, navadnega kačjega jezika (*Ophioglossum vulgatum*). Tudi ta ranljiva vrsta je pokazatelj razmeroma naravnih rastišč.

V povodju Suhorice, zahodno od Ostrožnega Brda, pod hribom Vrhek (658 metrov) je tik ob cesti proti Suhorju (in tudi Šmagorju) kal, v katerem rastejo zanimive vodne rastline, med njimi tudi navadni rogolist (*Ceratophyllum demersum*) in ostnati biček (*Schoenoplectus mucronatus*), dve ranljivi vrsti iz našega rdečega seznama.

Gozdov nad dolino nisem podrobneje raziskal, a vseeno v njih našel zanimivost, spominska obeležja in obnovljene barake nekdanje partizanske bolnišnic Zalesje, ki je tesno povezana z vojaškim zdravnikom Rdeče armade dr. Magomedom Gadžijevim. Po moji izkušnji so nahajališča skrivnih partizanskih objektov (bolnišnic, tehnik ali tiskarn) običajno tudi botanično zelo zanimiva in tudi Zalesje oziroma Ostroški boršt je tak kraj, ki ga bo treba še podrobneje pregledati. Vsekakor v tem delu Suhorice prevladuje bukov oziroma bukovo-hrastov gozd (*Castaneo-Fagetum sylvaticae*, *Ornithogalo pyrenaici-Fagetum*), ki je bil nekoč najbrž prevladujoči tip gozdnega rastja Brkinov.

Pokazatelj dobre ohranjenosti naravnega okolja ob Suhorici je tudi razmeroma majhno število popisanih tujerodnih vrst, skupno le štirinajst. Med drevesnimi vrstami je bolj pogosta le robinija (*Robinia pseudoacacia*). Gladki bor so večinoma sadili in se le ponekod pojavlja tudi subspontano. Med zelišči imata večje število nahajališč le enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*) in drobnocvetna nedotika (*Impatiens parviflora*), ostale se pojavljajo večinoma le na ruderalnih rastiščih blizu zaselka Šmagorje. Tujerodne rastline Suhorice še niso preoblikovale na način, kot so recimo ponekod spremenile obrežja Velike vode (Reke).

Seznam popisanih vrst ob Suhorici obsega okoli štiristo petdeset taksonov, med njimi jih je dvajset zavarovanih in na rdečem seznamu. Popisane rastlinske združbe sodijo v

več evropsko varstveno pomembnih habitatskih tipov, pri čemer bi morebitna zajezitev najbrž uničila vsaj tri med njimi, obrečna jelševja, vzhodnomediterska suha travnišča in nižinske ekstenzivno gojene travnike, prav tako verjetno vsa nahajališča ilirskega mečka in steničje kukavice.

Ne vem, ali so tehniki in inženirji, ki so si zamislili jez na Suhorici, obhodili njene loge in travnike in ali so jim ti sploh zbudili kakšno pomisel, češ, to bo pa zdaj nepovratno uničeno. V *Planinskem vestniku* sem prebral zapis o znamenitem tehniku, inženirju in profesorju Francetu Avčinu. Že v začetku sedemdesetih let dvajsetega stoletja svojih študentov ni spraševal le o njihovih tehničnih in matematičnih znanjih in spretnostih, pač pa tudi o varstvu narave. Na izpitnem listku pri predmetu statistika je študent dobil vprašanje: »Verjetnost, da bo Narava premagala naravo človeka, je vse manjša. Kakšen bo svet, ko bo verjetnost nična?« Narava človeka je za zdaj dolino Suhorice pustila v razmeroma ohranjeni podobi, kjer imajo rastline in živali še primerno okolje za svoje življenje in ohranjanje vrst in združb. Da bi bilo med slovenskimi tehničnimi razumniki čim več podobno razmišljujočih, kot je bil nekoč prof. France Avčin.

### Zahvala

Nekatere v dolini Suhorici popisane rastline so mi prijazno določili dr. Branko Vreš, dr. Filip Kuzmič in Sanja Behrič.

### Literatura:

- Dakskobler, I., 2024: *Nekatere značilnosti rastja in rastlinstva v dolini Suhorice v Brkinih (jugozahodna Slovenija)*. *Folia biologica et geologica (Ljubljana)*, 65 (2), v pripravi za objavo.
- Ikanović, J., 2024: *Bo Narava premagala človeka? Spomini na profesorja Franceta Avčina*. *Planinski vestnik (Ljubljana)*, 124 (1): 20–22.
- Stanič, D., 2022: *Scopolia carniolica (0350/4)*. V: *Strgulce Krajske, S., Dakskobler, I., (ur.): Nova nahajališča vrst. Hladnikia (Ljubljana)*, 49: 72.



# Svetloba kot vir energije v fotoredoks kataliziranih reakcijah

Nejc Petek

Za potek fotosinteze je potrebna svetloba. Kateri procesi pa se dejansko skrivajo za to preprosto izjavo? V prvem delu fotosinteze poteka fotoredoks kataliza, ki jo uporabljamo tudi v organski sintezi za razvoj novih načinov priprave organskih spojin (slika 1).

V vseh zvrsteh kemije reakcijo največkrat povzročijo trki med molekulami. Za uspešen potek kemijske reakcije med organskimi molekulami in tvorbo novih vezi je potrebna dovolj visoka energija. Ta energija izvira iz hitrosti molekul pred trkom. Iz tega sledi, da je večja verjetnost, da bo do reakcije prišlo pri višji temperaturi, saj se takrat molekule gibljejo hitreje. Trki med molekulami so pri višji temperaturi tudi pogostejši, zato s temperaturo hitrost reakcije narašča. Pri izvajanju reakcij v laboratoriju to običajno pomeni, da lahko reakcijo sprožimo ter pospešimo s segrevanjem reakcijske zmesi, saj s tem zvišamo toplotno energijo udeleženih molekul. V opisanih procesih lahko nastopajo tudi druge kemijske zvrsti, kot so atomi, ioni ter radikali (Atkins, De Paula, 2010).

Redoks reakcije so reakcije, pri katerih pride do izmenjave elektrona med dvema kemijskima zvrstema, s čimer se spremeni število njunih elektronov oziroma oksidacijsko stanje. Za večino organskih molekul velja, da potrebujemo precej močan oksidant (prejemnik elektronov) ali reducent (vir elektronov), da pride do izmenjave elektronov. Sposobnost molekul, da sprejmejo ali oddajo elektron, vrednotimo z redoks potencialom. Ko je redoks potencial reducenta nižji od redoks potenciala oksidanta, si lahko izmenjata elektron, medtem ko v nasprotnem primeru do reakcije ne pride. Za fotoredoks reakcije je značilno, da se molekulam spremeni redoks potencial ob absorpciji svetlobe tako, da veliko lažje sprejmejo ali oddajo elektron. To pomeni, da lahko molekule, ki so svetlobo absorbirale, reagirajo z drugimi molekulami, s katerimi prej izmenjava elektrona ni bila možna (Romero, Nicewicz, 2016).

Ko molekule absorbirajo svetlobo, preidejo iz osnovnega v vzbujeno stanje. V vzbujenem stanju vsebujejo več energije, ki so jo pridobile z absorpcijo svetlobe. Ta energija je neposredno povezana z energijo elektro-



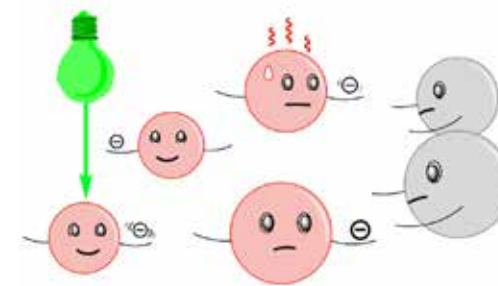
Slika 1: Tako kot pri fotosintezi svetloba iz vode in ogljikovega dioksida omogoči nastanek glukoze, lahko kemik s pomočjo svetlobe iz preprostih gradnikov sintetizira uporabne spojine. Elementi slike povzeti po: ©[@trendify, @sketchify, @katrina-normans-images, @pixabay, @amethyststudio, @equipe-de-guto-reiz, @drawcee, @natalieosipova, @f-soyas-team] prek Canva.com.

nov v molekuli. Molekule pa ne absorbirajo katere koli svetlobe, ampak le določen del, ki je odvisen od strukture molekule. Različne barve svetlobe se namreč razlikujejo po svoji energiji. Tako ima nam nevidna ultravijolična svetloba zelo visoko energijo, sledi ji vijolična, modra, zelena, rumena, oranžna ter rdeča svetloba z vsemi odtenki vmes. Svetlobo z nižjo energijo od rdeče svetlobe imenujemo infrardeče sevanje. Molekule lahko absorbirajo vidno svetlobo ali pa nam nevidno ultravijolično. Mnogo preprostih organskih molekul je brezbarvnih oziroma so bele barve, kar pomeni, da ne absorbirajo vidne svetlobe, temveč ultravijolično. Poleg tega večina molekul v vzbujenem stanju zelo hitro odda energijo, ki jo je prejela z absorpcijo svetlobe, v obliki toplote (slika 2, a). S tem se vrnejo v osnovno stanje ter izgubijo energijo, potrebno za izmenjavo elektronov. Težavi se lahko izognemo z uporabo fotoredoks katalizatorjev. Za tovrstne katalizatorje je na splošno značilno, da se med reakcijo vedno znova vračajo v svoje prvotno stanje in ostanejo po končani reakciji nespremenjeni. Za fotokatalizator si običajno izberemo spojine, ki po absorpciji svetlobe ostanejo v vzbujenem stanju dovolj časa, da izmenjajo elektron z eno izmed drugih molekul v naši reakcijski zmesi. Fotokatalizator pri tem pridobi dodatni elektron ali pa izgubi enega izmed svojih, medtem ko se z molekulo, s katero je reagiral, zgodi ravno nasprotno (slika 2, b). Pri tem nastanejo ustrezni reaktivni intermediji (vmesni produkti) (Romero, Nicewicz, 2016).

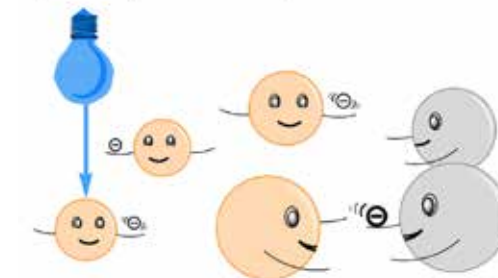
Slika 2: Prikaz molekul, ki lahko absorbirajo svetlobo določene valovne dolžine oziroma barve. Mnogo molekul odda pridobljeno energijo v obliki toplote, preden lahko pride do reakcije (a). Molekule, ki so primerne za uporabo kot fotoredoks katalizator, lahko uspešno izmenjajo elektron z drugo molekulo (b).

Elektroni se v molekulah nahajajo v molekularnih orbitalah, kjer jih običajno najdemo v parih. Molekule, v katerih se v eni izmed orbital nahaja zgolj en elektron, imenujemo radikali. Običajno so bolj reaktivni od neradikalnih zvrsti ter lažje tvorijo vezi ali izmenjujejo elektrone z drugimi molekulami. Radikali, ki smo jih tvorili s fotoredoks katalizatorjem, lahko tako reagirajo z drugimi reagenti v reakcijski zmesi vse do končnega produkta. Kaj pa se zgodi s katalizatorjem? Kot smo že omenili, se katalizator vrne v prvotno stanje, in sicer s ponovno izmenjavo elektrona, pri tem katalizator pridobi izgubljeni elektron oziroma odda odvečnega. Molekula katalizatorja je tako pripravljena na ponovno absorpcijo svetlobe in reakcijo z novo molekulo reagenta. Ko se eden izmed reagentov popolnoma porabi, je reakcija končana. Ker je vsaka molekula katalizatorja zmožna pretvoriti več molekul reagenta, je katalizator lahko v reakcijski zmesi prisoten v manjših količinah. Za uspešen potek reakcije običajno zadošča že stokrat manjša ko-

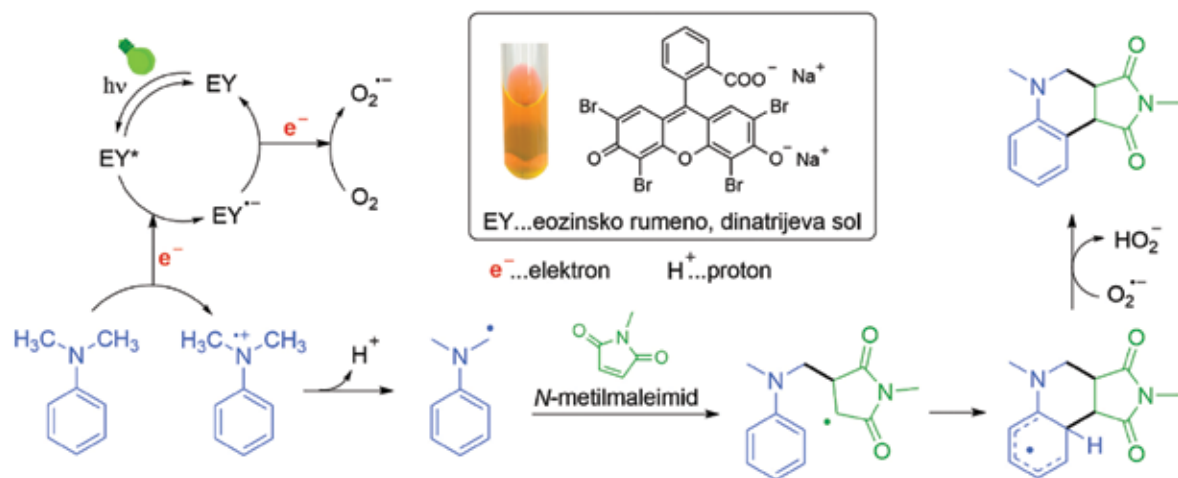
a) Barvilo, ki ne more delovati kot fotokatalizator



b) Delovanje fotokatalizatorja





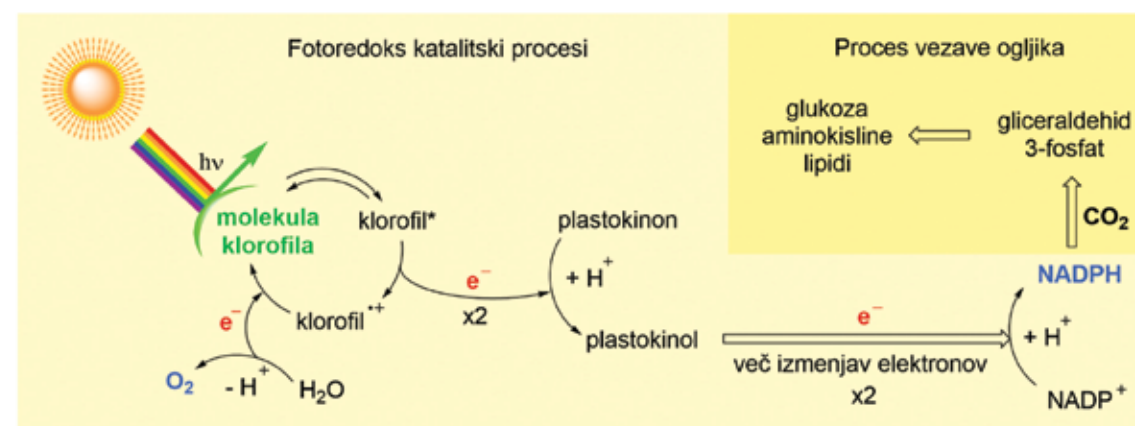


Shema 1: Primer fotoredoks katalizirane reakcije v organski sintezi.  $N,N$ -dimetilnilin je označen z modro,  $N$ -metilmaleimid pa z zeleno.

ličina molekul fotoredoks katalizatorja (Romero, Nicewicz, 2016). Primer enostavne fotoredoks katalitske reakcije je reakcija med  $N,N$ -dimetilnilinom ter  $N$ -metilmaleimidom v prisotnosti kisika. Reakcijo katalizira fotoredoks katalizator, organsko barvilo z imenom eozinsko rumeno (shema 1). Najprej eozinsko rumeno absorbira svetlobo ter sprejme enega od elektronov iz neveznega elektronskega para v molekuli  $N,N$ -dimetilnilina. Pri tem nastane radikalni kation. Ta se ob odcepu protona ( $H^+$ ) pretvori v obstojnejši radikal. Obstojnejši radikal reagira z  $N$ -metilmaleimidom, pri čemer po nekaj korakih tvorbe novih vezi in prenosu še enega elektrona ter protona nastane ustrezna heterociklična spojina. Eozinsko rumeno se vrne v začetno stanje tako, da odda odvečni elektron molekuli kisika (Romero, Nicewicz, 2016). Opisana reakcija je le ena izmed mnogih različnih fotoredoks katalizacij, ki jo lahko v enem koraku izvedemo zgolj s pomočjo svetlobe.

Izvrsten primer fotoredoks katalize v naravi je prva stopnja fotosinteze. Fotosinteza je proces, s katerim mnogi organizmi, kot so alge, večina rastlin ter celo nekatere živali (Rumpho in sod., 2001), proizvajajo organ-

ske molekule s pomočjo sončne svetlobe v prisotnosti klorofila ali drugega barvila. Če se vam zdi, da se ta opis ujema z zgoraj predstavljenim procesom fotoredoks katalize, imate prav! Proces fotosinteze se namreč običajno odvija po enakem vrstnem redu (shema 2). Najprej molekule klorofila ali drugega barvila absorbirajo del sončne svetlobe. Klorofil absorbira pretežno modro in rdečo svetlobo, zeleno pa odbije, zaradi česar naše oko zaznava liste večine rastlin kot zelene. Ob absorpciji svetlobe molekula klorofila preide v vzbujeno stanje, pri čemer lahko odda enega izmed svojih elektronov molekuli plastokinona. Plastokinon mora preko več posrednikov prejeti skupno dva elektrona ter dva protona, pri čemer se spremeni v plastokinol. Procesu sledi kaskada izmenjav elektronov in protonov, pri katerih sodeluje več proteinov, manjših organskih molekul ter kovinskih kompleksov. Končni produkt teh izmenjav je molekula NADPH. V drugem delu procesa fotosinteze prav tako sodeluje več proteinov in manjših organskih molekul, pa tudi ogljikov dioksid, ki ga rastlina absorbira iz ozračja. Ogljikov dioksid najprej reagira z molekulo ribuloze 1,5-bisfosfata, končni produkt naslednje reakcije pa



Shema 2: Del kompleksnega mehanizma fotosinteze, ki prikazuje tok elektronov med molekulami. Vir elektronov je voda, ki se pretvori v molekularni kisik, končni prejemnik pa je NADPH, ki se porabi za sintezo organskih snovi.

je molekula glicerinaldehida 3-fosfata. Za ta proces je med drugim ključen NADPH, ki je nastal s pomočjo svetlobe. Glicerinaldehid 3-fosfat se lahko nato porabi za sintezo snovi, potrebnih za delovanje rastline, kot so glukoza, aminokisliline in lipidi. Kakšna pa je usoda klorofila? Ker je na začetku celotnega procesa oddal elektrone, ga mora za svojo regeneracijo ponovno prejeti. Prejme ga od molekule vode. Vsaka molekula vode lahko odda kar dva elektrona. Pri tem nastanejo še protoni ter molekula kisika, ki se kot stranski produkt fotosinteze sprosti v ozračje. Molekule klorofila lahko na ta način neprestano črpajo elektrone od molekul vode do plastokinona (Johnson, 2016). Fotoredoks katalitske reakcije, ki jih kemiki izvajamo pri sintezi novih organskih spojin, so trenutno še bistveno preprostejše od kompleksnega zaporedja procesov pri fotosintezi (Reisner, 2019). Kljub temu so postale ključne za razvoj novih metod za sintezo farmacevtskih učinkovin, materialov, pesticidov ter drugih snovi z uporabno vrednostjo. Ena prvih metod, ki je uporabljala fotoredoks katalizo, je bila opisana že leta 1978. Predvsem zaradi mišljenja, da so radikalne zvrsti, ki nastanejo pri fotoredoks katalizi, preveč reaktivne za potek nadzoro-

Slika 3: Prikaz izvajanja fotoredoks katalizirane reakcije.





vanih reakcij, se je področje razcvetelo šele po letu 2008, ko je več raziskovalnih skupin skoraj hkrati objavilo svoje rezultate študij treh različnih fotoredoks katalitskih reakcij (Stephenson in sod., 2018). V naslednjih petnajstih letih je število znanstvenih objav na to tematiko začelo strmo naraščati, dokler ni fotoredoks kataliza postala eno izmed pomembnih področij v organski sintezi (Shaw in sod., 2016). Svetloba je namreč razmeroma dostopen, nenevaren, okolju prijazen in predvsem obnovljiv vir energije (Crisenza, Melchiorre, 2020). Čeprav kemiki pri izvajanju reakcij v laboratoriju še vedno uporabljamo svetleče diode in žarnice (slika 3) ter se z razvitimi sintetskimi metodami še nismo približali procesu, kot je fotosinteza, pa še vedno iščemo v naravi navdih za okolju prijaznejšo in svetlejšo prihodnost.

#### Slovarček:

**Molekulska orbitala.** Matematična funkcija, ki opisuje mesto in obnašanje elektronov v molekuli.

**NADPH.** Reducirana oblika nikotinamid adenin dinukleotid fosfata, ki je pomemben donor (dajalec) elektronov v vseh organizmih.

**Organska spojina.** Spojina, ki je sestavljena pretežno iz atomov ogljika, običajno pa vsebuje tudi atome drugih elementov, predvsem vodika, kisika in dušika.

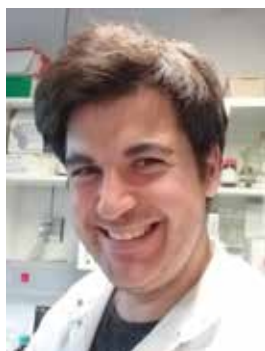
**Plastokinon.** Organska molekula, podobna kinonu. Sodeluje pri prenosu elektronov v fotosintezi.

**Radikal.** Kemijska zvrst, ki vsebuje nesparjeni elektron v orbitali, kjer se elektroni običajno nahajajo v parih.

**Redoks potencial.** Merilo, s katerim določimo težnjo kemijske zvrsti, da sprejme ali odda elektron.

#### Literatura:

- Atkins, P., De Paula, J., 2010: *Atkins' physical chemistry. 9th ed. Oxford, England: Oxford University Press.*
- Crisenza, G. E. M., Melchiorre, P., 2020: *Chemistry glows green with photoredox catalysis. Nature Communications, 11 (803).*
- Johnson, M. P., 2016: *Photosynthesis. Essays in Biochemistry, 60: 255–273.*
- Reisner, E., 2019: *When Does Organic Photoredox Catalysis Meet Artificial Photosynthesis? Angewandte Chemie International Edition, 58: 3656–3657.*
- Romero, N. A., Nicewicz, D. A., 2016: *Organic Photoredox Catalysis. Chemical Reviews, 116: 10075–10166.*
- Rumpfo, M. E., Summer, E. J., Green, B. J., Fox, T. C., Manhart, J. R., 2001: *Mollusc/algal chloroplast symbiosis: how can isolated chloroplasts continue to function for months in the cytosol of a sea slug in the absence of an algal nucleus? Zoology, 104: 303–312.*
- Shaw, M. H., Twilton, J., MacMillan, D. W. C., 2016: *Photoredox Catalysis in Organic Chemistry. Journal of Organic Chemistry, 81: 6898–6926.*
- Stephenson, C., Yoon, T., MacMillan, D. W. C., 2018: *Visible Light Photocatalysis in Organic Chemistry. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGAA.*



*Nejc Petek je asistent za organsko kemijo na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani. Pri svojem raziskovalnem delu odkriva nove načine za sintezo ter pretvorbe heterocikličnih spojin, preučuje nove potencialne fotoredoks katalizatorje ter razvija nove metode v fotokemiji.*

## Streptomyces platensis kot naravni vir za biotehnoške aplikacije

Vida Lang

V naravi se skrivajo neštete priložnosti in možnosti za razvoj novih biotehnoških rešitev. Bakterija *Streptomyces platensis*, ki je bila izolirana iz prsti, ponuja eno izmed takšnih priložnosti pri proizvodnji encimov in drugotnih metabolitov. V prispevku opisujemo vlogo *S. platensis*, zlasti pa njenega drugotnega metabolita transglutaminaze, ki obeta izjemne možnosti za biotehnoške aplikacije.

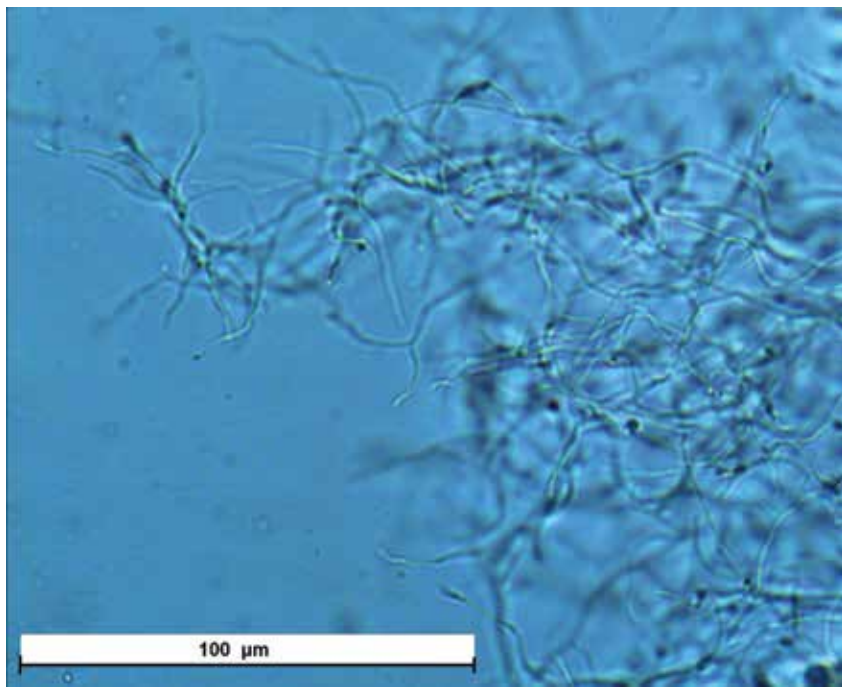
Vloga encimov v bioloških sistemih je nedvomno ključna, saj ti proteinski katalizatorji omogočajo pospeševanje številnih presnovnih procesov v živih organizmih. Njihova visoka katalitična učinkovitost in specifičnost jih postavlja v središče pozornosti v različnih biotehnoških aplikacijah. V industriji, kot so živilska, farmacevtska, kozmetična, tekstilna in papirna, so encimi nepogrešljiv del procesov, ki omogočajo vpeljavo učinkovitih inovativnih načinov izboljšav proizvodov ter samih postopkov njihovega pridobivanja. Med številnimi viri encimov, ki jih lahko uporabljamo v biotehnoške namene, imajo bakterije in glive pomembno vlogo. Med temi organizmi izstopa *Streptomyces platensis*, ki se nahaja v prsti. Ta bakterija je znana po svoji sposobnosti proizvodnje encimov in drugih drugotnih metabolitov, kar jo postavlja v središče zanimanja raziskovalcev in industrije.

Posebej izstopa encim transglutaminaza, ki ga *S. platensis* izloča zunajcelično. Ta encim ima izjemno pomembno vlogo pri tvorbi prečnih vezi med fibrilarnimi proteini, kar povzroča nastanek netopnih polimernih struktur, kot so krvni strdki, lasje, koža in drugi tkivni elementi. Transglutaminaza je postala predmet številnih raziskav zaradi svoje koristnosti na področjih, kot sta tkivno inženirstvo ter proizvodnja biotehnoških orodij. Zanimivo je, da ta encim ostaja dejaven v širokem razponu pH in temperatur, kar dodatno širi njegove možnosti za industrijsko uporabo.

#### *Streptomyces platensis*

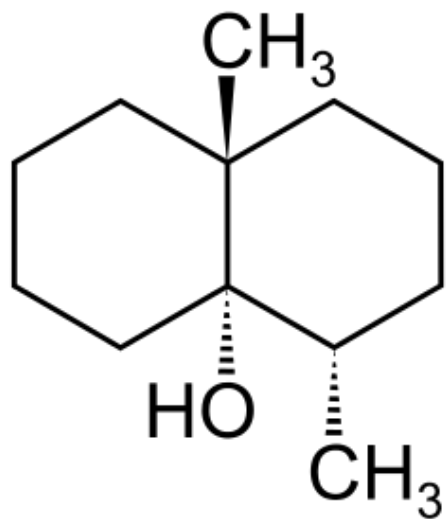
*Streptomyces platensis* so bakterije iz rodu *Streptomyces*. V rod *Streptomyces* sodijo nitaste bakterije, ki jih pogosto najdemo v zemeljski prsti. *Streptomyces* je raznolik rod aerobnih, negibljivih, grampozitivnih bakterij, od katerih nekatere vrste proizvajajo antibiotike, nekatere pa so lahko patogene (*Slovenski medicinski slovar*, 2012) (slika1). *Streptomyces* je največji rod aktinobakterij z več kot 550 opisanimi vrstami (Kämpfer, 2006), med katere uvrščamo tudi *S. platensis*. Te bakterije izstopajo po svoji genomski sestavi, ki vključuje visok delež gvanin-citozin baznih parov, ki v povprečju znaša 72,1 odstotka. Posebnost teh organizmov je njihova sposobnost izločanja metabolitov v zunajcelično snov, kar je ključno za številne biološke procese. V naravi se pojavljajo kot saprofiti, pogosto naseljujejo rastlinski material in živalske ostanke. Prav tako sodelujejo s koreninami rastlin, pri čemer bakterije oskrbujejo rastline s hranili in uporabljajo koreninske izločke kot vir hrane. Ta zapleteni proces simbioze temelji na bogatem genskem ozadju (Kieser in sod., 2000). *Streptomyces* prevladujejo v nevtralnih do rahlo alkalnih tleh, ki dobro prepuščajo vodo. V takšnih okoljih predstavljajo do devetdeset odstotkov vseh aktinobakterij in imajo ključno vlogo pri začetnih stopnjah razkrajanja organskega materiala (Schrempf, 2006). Bakterije *S. platensis* so znane po izločanju neprijetnega vonja po zemlji, ki ga povzroča





Slika 1:  
*Streptomyces platensis*  
pod optičnim  
mikroskopom.  
Foto: Lang, 2017.

geosmin, hlapni metabolit. Geosmin, organska spojina, ki jo proizvajajo aktinobakterije, je odgovoren za vonj po zemlji, ki se spro-



Slika 2: Geosmin – hlapni metabolit, ki ga izloča *S. platensis*, in ga zaznamo po dežju kot značilni vonj po zemlji.

sti ob deževju, ko mikroorganizmi odmrejo (Gerritsen, 2003). Kemijsko je geosmin biciklični alkohol (slika 2), ki se po IUPAC-ovi nomenklaturi imenuje 4,8a-dimethyl-decahydronaphthalen-4a-ol.

### Proizvodnja drugotnih metabolitov in njihova vloga v biotehnologiji

Drugotni metaboliti so organske spojine, ki jih mikroorganizmi proizvajajo, čeprav niso bistveni za njihovo osnovno preživetje. Njihova biosinteza se običajno sproži v posebnih fazah rasti ali kot odgovor na določene razmere, ki niso nujno povezane s hitrostjo rasti. Pri *S. platensis* in podobnih organizmih je zanimivo, da je proizvodnja teh metabolitov najvišja, ko primanjkuje hranilnih snovi v gojišču. Proizvodnja drugotnih metabolitov običajno doseže vrhunec proti koncu faze rasti, natančneje v stacionarni fazi, ko se število celic v populaciji ne povečuje več.

*Streptomyces platensis* in sorodne bakterije so pomembni proizvajalci drugotnih meta-

bolitov, ki imajo možnosti široke uporabe, vključno v biotehnoških in farmacevtskih procesih. Drugotni metaboliti so zanimivi predvsem v industriji, in sicer v proizvodnji antibiotikov, mikotoksinov in pigmentov.

Razumevanje mehanizmov, ki sprožijo proizvodnjo teh metabolitov, je ključno za nadaljnji razvoj v biotehnologiji, genetiki in inženirstvu proteinov ter pri raziskavi novih antibiotikov, ki lahko pomagajo v boju proti bakterijskim okužbam dihal.

*Streptomyces platensis* je znana po svoji sposobnosti izločanja zunajceličnih encimov, ki so ključni za številne industrijske procese. Ti encimi delujejo kot biokatalizatorji pri kemijskih reakcijah in so nepogrešljivi pri metaboličnih procesih (Akst, 2014). Poleg encimov ta bakterija proizvaja raznovrstne drugotne metabolite, med katerimi izstopata platensimicin in platencim. Oba navedena metabolita sta nedavno odkrita naravna proizvoda, ki služita kot pomembna antibiotika (Akst, 2014) z delovanjem, ki ga trenutna zdravila ne uporabljajo. Obe spojini sta močna zaviralca bakterijske sinteze maščobnih kislin. Platensimicin in platencim sta učinkovita proti širokemu spektru grampozitivnih patogenov, vključno z vrsto patogenih stafilokokov *Staphylococcus aureus*, odporno proti meticilinu, in enterokoki, odpornimi proti vankomicinu. Ne kažeta

Slika 3: *Streptomyces platensis* v tekočem gojišču.  
Foto: Lang, 2017.



navzkrižne odpornosti z drugimi komercialno dostopnimi antibiotiki (Wang in sod., 2007). Navzkrižna odpornost (cross-resistance) je pojav, ko organizmi postanejo odporni proti več različnim zdravilom ali antibiotikom, ker so razvili mehanizme odpornosti, ki delujejo proti več različnim učinkovinam.

### Transglutaminaza

Zgodovina raziskav transglutaminaze sega v leto 1959, ko so raziskovalci prvič prepoznali ta encim v jetrih morskih prašičkov. Vendar so bili postopki čiščenja in pridobivanja transglutaminaze zahtevni in dragi, kar je vplivalo na ceno končnih izdelkov. To je spodbudilo raziskovalce k iskanju drugačnih virov tega encima.

Leta 1989 so raziskovalci odkrili, da je mogoče transglutaminazo pridobiti iz bakterije *Streptomyces* sp. Od takrat so transglutaminazo prepoznali v različnih organizmih, tudi v živalskih in rastlinskih tkivih ter mikroorganizmih (Iancu in sod., 2009). Do leta 2011 so kot vire transglutaminaze prepoznali bakterije, kot so *Streptomyces lividans*, *Escherichia coli*, *Corynebacterium glutamicum*, in metilotropske kvasovke (Liu in sod., 2011).

Bakterije rodu *Streptomyces* izločajo transglutaminazo v obliki neaktivnega proencima (cimogen). Ta se aktivira ob biokemijskih spremembah, ki razkrivajo njeno aktivno mesto. Preoblikovanje iz neaktivne v aktivno obliko je doseženo z uporabo signalnega peptida (Liu in sod., 2011). Transglutaminaza katalizira tvorbo prečnih vezi med fibrilarnimi proteini (*Slovenski medicinski slovar*, 2012).

Transglutaminaza katalizira tvorbo izopeptidnih vezi med prosto aminoskupino in acilno skupino, pri čemer kot produkt nastane še amonijak. Osnovni produkt teh reakcij so trirazsežnostne proteinske mreže, ki imajo pomembno vlogo pri tvorbi različnih bioloških struktur, kot so krvni strdki, lasje in koža. Biokemijske reakcije transglutaminaze

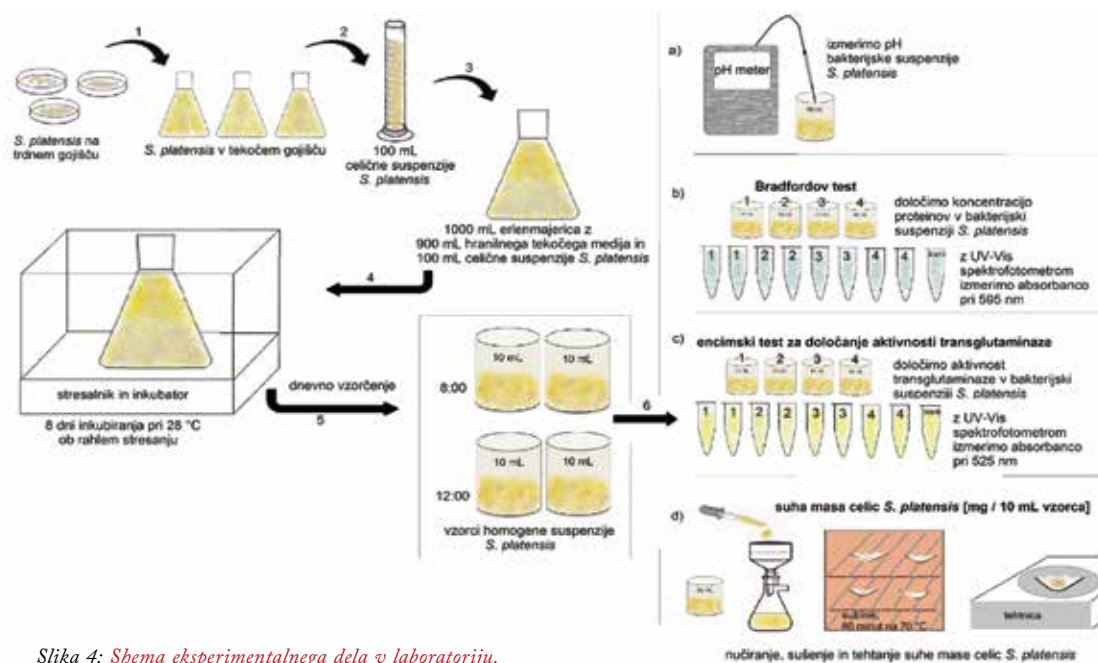


so odvisne od različnih dejavnikov, predvsem pa od vrednosti pH in temperature. Pomanjkanje transglutaminaze ali dejavnika XIII povzroči redko genetsko motnjo, ki vpliva na proces strjevanja krvi. V takih primerih je treba bolnikom dodajati transglutaminazo, da strjevanje krvi normalizira. Encim transglutaminaza je pritegnil veliko pozornost predvsem zaradi velikih možnosti v industriji. Uporaba transglutaminaze v prehranski industriji je potrjena s številnimi primerjalnimi študijami, ki so pokazale, da dodatki transglutaminaze izboljšajo funkcionalne lastnosti živil. Uporaba transglutaminaze na primer v pekarstvu izboljšuje kakovost moke, posledično pa tudi teksturo in volumen kruha, saj encim učinkovito katalizira tvorbo beljakovinskih navzkrižnih povezav. To ugodno prispeva tudi k obstojnosti pekovskih izdelkov, izboljšuje reološke (tekočnostne) lastnosti ter prispeva k podaljšanju roka uporabnosti pekovskih izdelkov. Encim transglutaminaza je uporaben tudi v mlečni industriji. Mlečne beljakovine (na

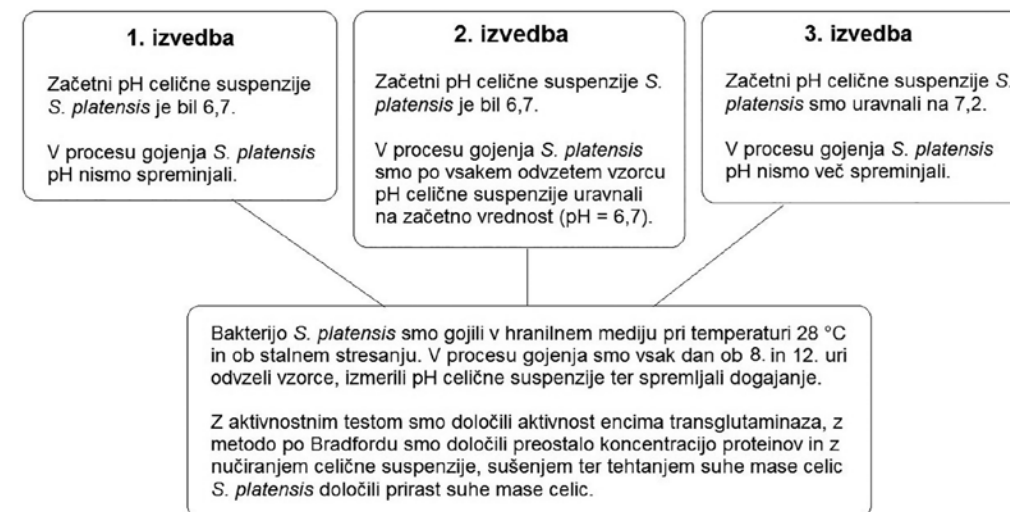
primer kazein) uporabljajo kot substrat za izboljšanje lastnosti penjena, emulgiranja in želiranja različnih živil. V jogurtih se na primer uporablja za preprečevanje sinereze in za utrjevanje ali mehčanje struktur. Sinereza se zgodi, ko se v jogurtu loči voda in nastanejo grudice. Transglutaminaza pa prepreči, da bi se voda ločila, tako da jogurt ostane gladek in kremast. Transglutaminaza kaže izjemno vsestranskost, saj jo uporabljajo v tkivnem inženiringu, tekstilni in usnjarski industriji ter proizvodnji biotehnoških orodij. Raziskave na tem področju nenehno razkrivajo nove uporabe te encimske aktivnosti, kar še dodatno povečuje njene možnosti v različnih industrijskih panogah.

### Testiranje razmer gojenja *S. platensis* in aktivnost transglutaminaze

Bakterije *Streptomyces* v naravnem in umetnem okolju uspevajo v milih razmerah, to je pri pH od 6,5 do 8,0 in v temperaturnem območju od 25 do 35 stopinj Celzija. Za *S.*



Slika 4: Shema eksperimentalnega dela v laboratoriju. Narisala: Lang, 2017.



Slika 5: Shema razdelitve laboratorijskega dela v tri izvedbe. Narisala: Lang, 2017.

*platensis* je značilna proizvodnja zunajceličnih encimov, ki se uporabljajo v industriji. V eksperimentalnem delu nas je zanimalo, kako sprememba pH v celicni suspenziji *S. platensis* (slika 3) vpliva na maso celic *S. platensis*, kakšna je aktivnost encima transglutaminaza in kolikšna je koncentracija skupnih proteinov v bakterijski suspenziji *S. platensis*.

Celična suspenzija *S. platensis* je bila inkubirana v inkubacijskem stresalniku osem dni pri temperaturi 28 stopinj Celzija in ob rahlem stalnem stresanju. Na sliki 4 je predstavljena shema poteka eksperimentalnega dela. Po treh izvedbah (slika 5), pri katerih smo pri inkubiranju celicne suspenzije *S. platensis* spreminjali razmere pH, je bilo ugotovljeno, da ko se je pH celicne suspenzije zniževal, so koncentracija proteinov, aktivnost transglutaminaze in prirast suhe mase celic naraščale.

Po treh različnih izvedbah se je pokazalo, da je za gojenje celicne suspenzije *S. platensis* najugodnejši začetni pH 6,7 in inkubiranje pri temperaturi 28 stopinj Celzija ob rahlem stresanju ter brez dodatnega spreminjanja pH. Spreminjanje oziroma urav-

navanje pH na začetku ali med celotnim inkubiranjem celicne suspenzije *S. platensis* ni ugodno za uspešno gojenje bakterije *S. platensis*, saj se celotni proces pospeši in bakterije hitreje propadejo.

Iz pridobljenih eksperimentalnih rezultatov (Lang, 2017) smo potrdili, da je za gojenje celic in pridobivanje encimov ter proteinov iz bakterijske suspenzije *S. platensis* najbolj ugodno inkubiranje pri milih razmerah, pri temperaturi 28 stopinj Celzija, ob rahlem stresanju in pri pH gojišča z začetno vrednostjo 6,7. Spreminjanje pH gojišča ni bilo najbolj primerno za gojenje celic *S. platensis*, saj so celice začele hitreje propadati in odajati neprijeten vonj po razpadanju.

#### Literatura:

- Akst, J., 2014: *How a Microbe Resists Its Own Antibiotics*. *The Scientist*. <https://www.the-scientist.com/daily-news/how-a-microbe-resists-its-own-antibiotics-37929>.
- Gerritsen, B. V., 2003: *The earth's perfume*. [http://web.expasy.org/spotlight/back\\_issues/035/](http://web.expasy.org/spotlight/back_issues/035/).
- Kämpfer, P., 2006: *The family Streptomycetaceae, part I: taxonomy*. *The prokaryotes*, 3: 538–604.
- Iancu, C., Butu, N., Babrim, G., 2009: *Preliminary studies regarding transglutaminase synthesis by polar*



*filamentous bacteria of the genus Streptomyces sp. Innovative Romanian Food Biotechnology, 4: 12–15.*  
 Kieser, T., Bibb, M. J., Buttner, M. J., Chater, K. F., Hopwood, D. A., 2000: *Practical streptomyces genetics. Norwich: John Innes Foundation.*  
 Lang, V., 2017: *Pridobivanje transglutaminaze iz bakterije streptomyces platensis. Magistrsko delo. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.*  
 Liu, S., Zhang, D., Wang, M., Cui, W., Chen, K., Liu, Y., Zhou, Z., 2011: *The pro-region of Streptomyces hygroscopicus transglutaminase affects its secretion by Escherichia coli. FEMS microbiology letters, 324 (2): 98–105.*  
 Schrempf, H., 2006: *The family Streptomycetaceae, part*

*II: molecular biology. Prokaryotes, 3: 605–622.*  
 Sodelavci Medicinske fakultete v Ljubljani in drugi, 2012: *Slovenski medicinski slovar. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta. http://www.termania.net/slovarji/slovenski-medicinski-slovar/5540078/streptomyces.*  
 Wang, J., Kodali, S., Lee, S. H., Galgoci, A., Painter, R., Dorso, K., Singh, S. B., 2007: *Discovery of platencin, a dual FabF and FabH inhibitor with in vivo antibiotic properties. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104 (18): 7612–7616.*



**Vida Lang** je mlada raziskovalka na Univerzi v Mariboru. Svoje delo usmerja v področja biologije, kemije in naravoslovja. Aktivno sodeluje na Fakulteti za naravoslovje in matematiko kot asistentka in raziskovalka, zlasti na področju didaktike biologije. V svoji magistrski nalogi iz kemije se je osredotočila na pridobivanje encimov in sekundarnih metabolitov iz bakterij. V magistrski nalogi iz biologije je izvedla raziskavo o motivaciji slovenskih dijakov za poučevanje biologije, kar priča o njenem interdisciplinarnem pristopu k raziskavam na področju didaktike. Z izkušnjami iz poučevanja v osnovnih šolah in željo po razširitvi znanja se je vpisala na doktorsko šolo. V svojem doktorskem delu se osredotoča na raziskovanje uporabe pametnih mobilnih telefonov za poučevanje biologije. Njeno delo kaže širok spekter zanimanj in strokovnosti na področju bioloških in ekoloških znanosti, didaktike ter uporabe tehnologije v izobraževanju.

Evtanazija • Razmišljanje o življenju in smrti

## Razmišljanje o življenju in smrti

### Poskus vpeljave evtanazije v Slovenijo

Zvonka Zupanič Slavec

Življenje je največ, kar imamo. Tudi življenje s težjo neozdravljivo boleznijo je lepo in ga bolniki radi živijo.

Zahodna družba se izjemno hitro spreminja, s spremembami, ki so klasični družbi vse prej kot blizu, pa prihaja tudi sprejemanje zakonov o evtanaziji ali »dobri«, umetno povzročeni smrti. Na zahodu zagovorniki evtanazije govorijo o hudem trpljenju sta-

rejših in neozdravljivo bolnih kakor tudi o človekovi pravici, da sam odloča o času in načinu smrti. Življenje pa je eno samo, enkratno in nepovrnljivo, zato toliko bolj dragoceno. Ker je nepovratno, so po svetu tudi večinoma ukinili smrtno kazen.

### Zgodovinski pogledi

Pogled na življenje v času in z izkušnjami od Hipokrata dalje kaže na pomen skrbno oblikovanih etičnih norm za ohranjanje njegove nedotakljivosti. Tudi Hipokrato-va prisega je bila pred približno dva tisoč tristo leti sprejeta z namenom, da zavezuje zdravniški stan v njegovem osrednjem poslanstvu, da torej skrbi za zdravje bolnika in mu na noben način ne škoduje: *primum nil nocere*. Zahodna civilizacija je dosegla svoje izjemne rezultate prav s humanizmom, kjer imajo tudi šibkejši člani družbe pravico do življenja. V več kot dveh tisočletjih je zdravnik ohranjal plemenito hipokratično poslanstvo in tudi bolnikovo zaupanje do zdravnika temelji na tem. Obstajajo pa tudi obdobja in posamezniki, ki so predvsem na filozofski ravni gojili drugačno mišljenje oziroma drugačen odnos do življenja. Tako sta na primer imela že vodilna antična misleca Aristotel in Platon nekoliko različna pogleda na konec človeškega življenja. Znan je tudi neprizanesljiv odnos do slabotnih dojenčkov v antični vojaški državi Sparti, ker so želeli imeti zdrave vojake. Srednji vek je v zahodni civilizaciji temeljil na katoliški moralni in etiki s skrbjo za šibkejše. Dragocenost njihovega življenja je zagovarjal krščanski mislec Tomaž Akvinski, ki ni dopuščal niti samomora.

### Zablode: od evgenike do holokavsta

Med misleci osemnajstega in devetnajstega stoletja pa se že pojavijo različni pogledi na evtanazijo, odklonilni pri Immanuelu Kantu ter pozitivni pri Friedrichu Nietzscheju. Darwinova evolucijska teorija in začetki genetike so spodbudili ustvarjalce zamisli o razmnoževanju le genetsko zdravih ljudi, evgeniko. Ta filozofska ideja je po prvi svetovni vojni, obremenjeni z demografsko krizo in željo po zdravem narodu, pripeljala v Nemčiji najprej do prisilne sterilizacije množice šibkejših, lakoto pa je Nemčija v času weimarske republike po azilnih ustanovah že reševala s plinskimi usmrtitvami

prizadetih. To je Hitler uporabil tudi kot »pot do čiste rase« in v holokavstu druge svetovne vojne žrtvoval približno šest milijonov ljudi. V začetku druge svetovne vojne je isti diktator sprejel zakon o evtanaziji (1939–1941) za pokončanje šibkejših, tako imenovanih manjvrednih ljudi oziroma nekoristnih jedcev s približno tristo tisoč žrtvami, za izvedbo česar so določili zdravnike. Številni so se upirali in za sabo puščali pisne sledi zavračanja, kar jih je tudi rešilo na sodnih procesih zločinov proti človeštvu, nekaj pa jih je bilo obsojenih. Nikakor ne želim te najbolj drastične evtanazijske izkušnje primerjati z današnjimi prizadevanji za evtanazijo. A gotovo je zapisano tudi takrat ušlo izpod nadzora, prvotni nameni najverjetneje niso bili tako drastični.

### Dr. Alfred Šerko leta 1921 o evtanaziji

Tudi besedilo (1921) slovenskega veleuma in erudita, zdravnika in filozofa prof. dr. Alfreda Šerka, ki je bil tudi rektor ljubljanske univerze in med pionirji novoustanovljene Medicinske fakultete (1919), še danes odraža visoke humanistične poglede na človekovo življenje in njegovo nedotakljivost. Med drugim piše: »Mar me je klical bolnik zato k sebi, da ga naj zastrupim? In zakaj ravno sentimentalni morfin? – zakaj ne kar sekire ali pa mesarskega noža, saj gre vendar edinole za evtanazijo, za lahko in sladko umiranje.« Nadalje piše: »Človek je priklenjen na svoje življenje z vse drugačnimi silami kakor na primer na svojo družino, na svoje premoženje, na svoje svetovno naziranje. Želja živeti je najgloblji in najintenzivnejši instinkt, nedostopen intelektualnim razlagam in logičnim konkluzijam.« In še: »Z javnim priznanjem dopustnosti evtanazije bi se polastil vseh bednih bolnikov blazen strah pred zdravništvom ...«

### Fenomen drsečega klanca

A gre za tako imenovani fenomen drsečega klanca, ko stvari postopoma postajajo vse bolj sprejemljive in se od prvotne zamisli



čez čas spremenijo v nekaj navidezno dopustnega. Tako se na primer v nekaterih državah lahko za evtanazijo odločijo tudi mladi in zdravi, ki so se le naveličali življenja. Pri njih se zaradi zdravih organov in tkiv dogovorijo za tako imenovano altruistično presaditev, kar pomeni, da jim operativno odstranijo vsa tkiva in organe, na koncu še srce ... Pride lahko do možnosti zlorab teh organov za nezakonito transplantacijsko trgovino.

Na slabe stvari se človek nikoli ne sme navaditi, zato tudi nobeno pravo ne sme dopuščati takšnih zakonov. Ti preprosto ne smejo obstajati. Tudi današnje države, ki že izvajajo evtanazijo, poročajo predvsem o dobičku: Kanada je na primer že leto dni po vpeljavi zakona leta 2016 poročala o 140 milijonih kanadskih dolarjev prihrankov, v pokrajini Quebec pa je leta 2023 tako umrlo že sedem odstotkov vseh umrlih ... Tudi predlog slovenskega zakona ima v svojem uvodu zapisano, da evtanazija stane približno tisoč štiristo evrov, mesec dni dolgotrajne oskrbe pa stane od tri- do štiri tisoč evrov. Ali je smrt res postala trgovina? Človeško življenje zreducirati na banalno število evrov je absolutno nedopustno. Na svetu je približno dvesto držav in le kakih deset izmed njih – gospodarsko najuspešnejših na zahodu ter zunaj velikih celin Afrike, Azije, Indije oziroma največje države na svetu Rusije – je sprejelo evtanazijski zakon. Ali je življenje za belo raso res postalo tako nevredno, da ponekod tudi mlada življenja – ponekod se lahko mladi že od dvanajstega leta naprej sami odločajo o smrti – nimajo več vrednosti? Kultura življenja bi vendarle morala biti nad kulturo smrti.

Kljub majhnosti naše države in prislovično tradicionalni drži slovenskega človeka pa se je pred nedavnim pojavil predlog zakona o predčasnem prostovoljnem končanju življenja. Predlog zakona, ki ga je pripravilo nekaj posameznikov brez sodelovanja zdravniških organizacij in ob njihovem soglasnem nasprotovanju, je pripravljavec, društvo *Srebrna nit*, julija leta 2023 vložil v parlamen-

tarno obravnavo. Skopo odmerjeni prostor za ta zapis ne omogoča natančnejšega prikaza vsebine tega zakona, zato se osredotočamo predvsem na dileme, ki jih prinaša.

### Slovenski etiki o evtanaziji

Slovenski medicinski etik prof. dr. Matjaž Zwitter je o predlogu zakona zapisal: »Poudariti moramo, da veljavni Zakon o pacientovih pravicah v 30. členu bolniku daje pravico, da odkloni zdravniški poseg, kar lahko stori tudi sicer preko vnaprej izražene volje. V 39. členu zakon daje pacientu pravico, da se brez odlašanja ukrene vse potrebno za odpravo ali največjo možno ublažitev bolečin in drugega trpljenja, povezanega z njegovo boleznijo ter da se pri njegovi zdravstveni obravnavi po strokovnih standardih preprečijo nepotrebne bolečine in drugo trpljenje, povezano z medicinskim posegom. Pacient v končni fazi bolezni in pacient z neozdravljivo boleznijo, ki povzroča hudo trpljenje, ima pravico do paliativne obravnave.»

Imamo torej zakon, ki je glede bolnikove pravice do odklonitve zdravniškega posega jasen. Mnogo večja težava pa je zakonsko zagotovljena, vendar v praksi le redko izvedljiva hitra in strokovna paliativna obravnavna – z izjemo tistih seveda, ki si lahko sami plačajo dobro nego na domu ali sprejem v katerega od navadno dražjih zasebnih domov. Paliativna medicina v Sloveniji se sooča s številnimi izzivi. Nimamo dovolj negovalnih bolnišnic ali hospicev, patronažna služba na terenu je marsikje šibka, izobraževanje zdravnikov je pomanjkljivo, prav tako nimamo specializacije iz paliativne medicine.

Ali tak zakon potrebujemo, ali ga potrebujemo zdaj, ali je v sedanji obliki sprejemljiv? Tak zakon je ob naših sedanjih možnostih paliativne oskrbe izrazito socialno nepravilčen. Bogati bodo lahko izbirali med dobro, a plačljivo paliativno oskrbo in odločitvijo za evtanazijo, revni pa bodo pred dilemo neznosnega trpljenja ali evtanazije. Dilema o socialni neenakosti torej, ki jo je Anatole

France v romanu *Rdeča lilija* takole ubesedil: *Zakon, v svoji veličastni enakopravnosti, tako bogatim kot revnim prepoveduje, da bi spali pod mostom, beračili ali kradli kruh.*

Predlogu zakona se boleče pozna, da pri njegovi pripravi zdravniki niso sodelovali. Neznosno trpljenje je po definiciji subjektiven pojem, ki ga zunanji opazovalec ne mo-

*Triumf smrti ali Tri usode. Flamska tapiserija, okoli leta 1515. Vir: Wikipedia.*

*V grški mitologiji so znane tri sestre, Zevsove hčere – Kloto, Labezis in Atropa, ki vodijo človekovo usodo. Kloto je predla življenjsko nit, Labezis jo je vlekla in tako delila usodo, Atropa pa jo je prerezala. Opisujejo jih kot hladne, brezčutne, brezdušne in nemilostne, a spoštovane tudi kot boginje rojstva.*





re oceniti. Merila za pravico do usmrtitve so v predlogu zakona napisani tako široko, da se v njih lahko vidijo številni invalidi, starejši in kronični bolniki. Nerazumno je absolutno poudarjanje bolnikove avtonomije in pojmovanje zdravnika kot slepega in gluhega izvajalca. Moramo razumeti, da medicina ni samopostrežna trgovina, kjer lahko vsakdo vzame, kar želi. Ni dvoma, da je bolnikovo soglasje potrebno za vsak ukrep, ki ga zdravnik predlaga – ne pa tudi za tisto, česar zdravnik ne želi narediti.

Kadar gre za nesoglasje med bolnikom in lečečim zdravnikom, zdravnikov ugovor vesti tega položaja ne reši. Tudi tisti med zdravniki, ki evtanazijo zagovarjajo in jo bodo morebiti izvajali, imajo svojo vest in osebno odgovarjajo za vse, kar naredijo. Nesprejemljivo je, da bi usmrtitev bolnika predali v roke zdravniku ali medicinski sestri, ki bolnika sploh ne poznata. Če vsi zapisani argumenti niso dovolj, naj v zakonu ostane le samousmrtitev. Nobene potrebe tudi ni za prisotnost zdravnika ali medicinske sestre. Tako kot v Avstriji ali v Kaliforniji naj tudi pri nas bolnik to opravi ob prisotnosti družine ali prijateljev. Izkušnja iz Kalifornije tudi kaže, da bolniki odlašajo z zadnjim dejanjem in ga mnogi ne storijo. Število samousmrtitev v Kaliforniji tako narašča mnogo počasneje kot v Kanadi, kjer bolnika na dogovorjeni dan obišče evtanazijska ekipa.

Spoštovani poslanci, ne nasedajte lepim besedam predlagateljev in se v zakon natančno poglobite. Nato pa naložite vsem prej omenjenim, naj naredijo konkretne korake, da bo vsakomur dostopna brezplačna paliativna oskrba. Ko se to zgodi, bomo o pravici do končanja življenja lažje govorili.«

### Ekonomski plat evtanazije

Le redko oziroma skoraj nikoli niso v javnosti izpostavljeni ekonomski razlogi za vpeljavo evtanazije, vezani na dolgoživost ljudi, večanje števila upokojencev, manjšanje deleža aktivne populacije, padanje natalitete in posledično rast sredstev za pokojnine,

zdravstveno in socialno oskrbo in podobno. Pošteno bi bilo javno spregovoriti o tem.

Še enkrat se vrnem k prof. Šerku, ki je že leta 1921 med drugim zapisal: ... »Kdo je predrzen dovolj, lastiti si kompetenco razsojati, katero življenje je življenja nevredno? Kdo pozna smisel življenja sploh? Kdo ve, kam plove človeštvo? Kdo pojmi samega sebe? Jaz se ne pojnim, to pa čutim v dnu svoje duše, da ni moj edini namen ustvarjati ekonomske vrednote, da se ne da izračunati vrednost mojega bitja po formuli naših dobičkarjev in špekulantov.«

V jedru naše kulture so temeljne vrednote, ki so tradicionalno zagovarjale svetost človekovega življenja in njegovo nedotakljivost od rojstva do naravne smrti. Prav bi bilo, da se spomnimo velikanov humanizma, med njimi dunajskega zdravnika in psihoterapevta Viktorja Frankla, ki je preživel holokavst in z neprecenljivimi izkušnjami o smislu življenja z logoterapijo obogatil človeštvo.

Če je bila v različnih odmaknjenih kulturah smrt bolnih ali starejših vezana predvsem na nezmožnost preživetja zaradi pomanjkanja hrane, danes te potrebe ni več.

Da je bila tudi naveličanost od življenja pri mladih sprejeta kot vzrok za evtanazijo v več državah z evtanazijskimi zakoni, je skrb vzbujajoči pojav. To v družbi spodbuja samodestruktivne prakse, ki jih doslej nismo srečevali. Gre za postopno sprejemanje drugačne morale, popolnoma nasprotne klasičnim vrednotam človeškega življenja. Za take korake pa se odločajo le najbogatejše države na svetu.

### Misli zdravnikov in bolnikov o evtanaziji

»Skozi dve desetletji se je možu razvijala demenca. Levji delež časa nama je bilo skupaj še vedno lepo: nisem bila sama doma, on je dihal za oba, v njem je bila vseživljenjska ljubezen do mene.« (Vodja Pro bono ambulante psihiatrinja Vida Drame Orožim.)

Med rešenimi pri poskusih samomora jih več kot 90 odstotkov tega nikoli več ne po-

skusi. Klic po pomoči je vezan na globoko željo po življenju.

Sodelavci hospicev, onkoloških oddelkov in intenzivnih enot, kjer življenje najbolj visi na nitki, praktično nimajo prosilcev za smrt.

»V 40 letih dela kot bolniški duhovnik v Ljubljani nisem nikoli srečal bolnika, ki bi si želel umreti.« (P. Miro Šlibar.)

»Vedno se potegujemo za pravice, vezane na življenje: pravica do šolanja, zdravstvenega varstva ... Pravica do smrti pa je sama po sebi umevna, saj smo vsi končna bitja. Pravica do smrti paradoksalno izničuje vse pozitivno, za kar si človek prizadeva.« (Onkolog prof. dr. Matjaž Zwitter.)

»Današnji junaki težko premaganih boleznih z evtanazijo postanejo nezaželeni sebični člani družbe, ki bodo čutili pritisk družbe, da trošijo javna sredstva ....« (Onkolog prof. dr. Matjaž Zwitter.)

Starejši člani družbe, prejemniki pokojnin ter zdravstvenih in socialnih sredstev so večinoma 40 let veliko delali in puščali svoje žulje za sedanje blagostanje družbe, zato ni dopustno, da živijo v strahu pred evtanazijo.

### Literatura:

Annas, G. J., 1994: *Death by Prescription – The Oregon Initiative*, *The New England Journal of Medicine*, 331 (18): 1240–1243.

Czech, H., in sod., 2023: *The Lancet Commission on medicine, Nazism, and the Holocaust: historical evidence, implications for today, teaching for tomorrow*. *Lancet*, 402: 1867–1940. <https://www.thelancet.com/commissions/medicine-and-the-holocaust>.

Dolenc, M., Šerko, A., 1921: *Ali naj se da na prosto, da se sme uničiti življenje, ki je postalo življenja nevredno?* *Slovenski pravnik*, 35: 23–30.

Van der Maas, P. J., van Delden, J. J. M., Pijnenborg, L., Looman, C. W. N., 1991: *Euthanasia and other medical decisions concerning the end of life*. *Lancet*, 338 (8768): 669–674.

Stephan Hawking je kljub svoji težkih boleznih družbi dal nepresežne rezultate svojega genialnega uma.

Junakinja premagovanja boleznih in dajanja dragocenih plodov svojega dela, pravica prof. dr. Sara Ahlin Doljak, na vsakem koraku kaže veličino življenja kljub svoji bolezni.

Paraplegiki olimpijci so luč veselja do življenja. Kljub bolezni so nam vedno znova navdih.

Mladi po športnih poškodbah, ki ostanejo na invalidskih vozičkih, po operacijah neredko povedo, da hendikepirani ne želijo živeti, pravi travmatolog prof. dr. Matej Cimerman. Pol leta po poškodbi pa se radostno pripeljejo na kontrolo na vozičku, si neredko ustvarijo družino, postanejo celo paraplegiki olimpijci ... Življenje je vendarle največ, kar imamo.

Ziberl, S., Čebašek-Travnik, Z., Zupanič-Slavc, Z., 2007: *The extermination of psychiatric patients in occupied Slovenia in 1941*. *International Journal of Mental Health*, 36: 99–104.

Zwitter, M., 2023: *Merico dobrega strupa, prosim*. *Sobotna priloga*, 8. 7. 2023.



# Hijene na lovu za pticami

Miha Krofel

Lisaste hijene (*Crocuta crocuta*) so druga največja vrsta velikih zveri v Afriki. Ljudje jih večinoma poznajo kot mrhovinarje, čeprav so v resnici tudi uspešni lovci na antilope, zebre in druge afriške kopitarje. O njihovem prehranjevanju z manjšim plenom pa je bilo do sedaj le malo znanega. Pred kratkim smo v Namibiji odkrili nenavaden in doslej še neznan način prehranjevanja tamkajšnjih hijen, ki jim očitno teknejo tudi ptice pevke.

Pri terenskih raziskavah afriških levov v narodnem parku Etoša v Namibiji sva s sodelavcem Rubénom Portasom med iskanjem velikih mačk redno obiskovala vodne kotanje in izvire. V jesenskem času se ob takšnih vodnih kotanjah pogosto zbirajo velike jate ptic pevke - rdečekljunih tkalcev (*Quelea quelea*). Nekega dne sva naletela na nepričakovani prizor, ko so se ob eni izmed vodnih kotanj štiri hijene podile za jatami teh majhnih ptic in jih poskušale ujeti. Ker takšno obnašanje hijen v znanstveni literaturi še ni bilo opisano, sva se odločila natančneje raziskati in posneti ta nenavaden način lova. Skupaj sva zabeležila osemnin-

trideset uspešnih lovov na ptice in izmerila, da posamezna hijena ujame v povprečju enaindvajset ptic na uro. Pri tem so hijene uporabljale tri različne načine lova. Najbolj aktiven način je bilo zaganjanje v goste jate ptic, ko te pridejo do roba vode, da bi pile. Pri tem so hijene tudi skakale v zrak in poskušale zgrabiti ptice med letom. Drug način lova je bil tek za pticami, ki so bile na tleh, tretji pa pobiranje ptic, ki so padle v vodo in si zmočile krila, kar jim je oteževalo pobeg.

Manjše ptice so zelo redko plen velikih zveri, saj te večinoma lovijo živali, ki so podobne velikosti kot same ali večje od njih.



Lisasta hijena med lovom na ptice pevke v narodnem parku Etoša v Namibiji. Foto: Miha Krofel.

Hijena pri pobiranju ptic z vodne površine. Foto: Miha Krofel.



te ptice, če bi želele na ta način zadovoljiti svojo celotno dnevno potrebo po hrani.

Odperto pa ostaja vprašanje, ali so se takšnega lova na ptice naučile le hijene iz opazovanega klana v Etoši ali pa je morda ta način prehranjevanja splošno razširjen med hijenami tudi v drugih populacijah. Zaradi intenzivnega preganjanja in zastrupljanja hijen na območjih z živinorejo so sicer do danes lisaste hijene postale bolj ali manj omejene na zavarovana naravna območja, kjer je manj živine in s tem tudi manj sporov z rejci. Še vedno pa je veliko možnosti, da bi bil lahko takšen način prehranjevanja razširjen tudi drugod po Afriki. Lisaste hijene in rdečekljuni tkalci se namreč skupaj pojavljajo v mnogih predelih Južne,

Vendar so hijene znane po svojem prilagodljivem obnašanju in očitno so se vsaj ponekod naučile, da si lahko svojo prehrano popestrijo tudi s ptičjimi priboljški. Še vedno pa ptice tudi pri teh hijenah verjetno ne predstavljajo pomembnega vira hrane. Na podlagi zbranih podatkov ter obstoječih podatkov o prehranskih potrebah lisastih hijen in povprečne velikosti rdečekljunih tkalcev sva izračunala, da bi morale hijene dnevno posvetiti sedem do petnajst ur lovu na

Vzhodne in Zahodne Afrike. Sedaj bo treba le počakati na morebitna opažanja iz drugih predelov. V vsakem primeru pa nova opažanja dokazujejo iznajdljivost hijen in njihovo zmožnost prilagajanja izkoriščanju tudi netipičnih virov hrane.

Vir:

Portas, R., Krofel, M., 2024: Spotted hyena (*Crocuta crocuta*) predation on passerine birds in Namibia. Food Webs, e00340. doi: 10.1016/j.fooweb.2024.e00340.



## Franjo (Franc) Uršič – kočevski profesor, geolog in naravoslovec

Matija Križnar

Le malo je slovenskih geologov in naravoslovcev, ki so bili pozabljeni ali namerno izpuščeni iz mnogih biografskih ali podobnih del. To na žalost velja za Franja (Franca) Uršiča (1898-1949), profesorja na kočevski gimnaziji in tudi geologa, paleontologa, planinca in naravoslovca v širšem smislu. V tem kratkem prispevku želimo iz pozabe potegniti njegovo izjemno naravoslovno, predvsem pa geološko in paleontološko opazovanje in raziskovanje, ki ju je izvajal v zadnjem desetletju pred drugo svetovno vojno.

### Učitelj naravoslovja in skrbnik geološke zbirke

Franjo Uršič se je rodil 19. junija leta 1898 v Metliki, kjer je verjetno končal tudi del šolanja. Maturo je opravil leta 1917, več o nadaljnjem izobraževanju pa ni znanega. Sredi septembra leta 1922 je že zasedel mesto začasnega predmetnega učitelja na Državni realni gimnaziji v Kočevju (Stalež, 1925). Leta 1931 je opravil profesorski izpit in naslednje leto prevzel učiteljevanje kot profesor geologije, mineralogije, fizike in kemije (Stalež, 1934). Vse do tedaj pa je delo na gimnaziji opravljal kot suplent (profesor pripravnik), ki je poleg glavnih predmetov občasno poučeval še nemščino, srbohrvaščino in zemljepis, kar je razvidno iz šolskih poročil. V šolskem letu 1931-1932 je postal tudi varuh (kustos) gimnazijske geološke zbirke ter tudi fizikalnega in kemijskega kabineta. Skrbnik geološke (kasneje tudi mineraloško-paleontološke) zbirke je ostal vse do začetka druge svetovne vojne. V tem času je torej skrbel za mnoge primerke mineralov, fosilov in kamnin, ki jih je pogosto zbiral in podarjal zbirki tudi sam. V šolskem letu 1938-1939 je po nalogu takratnega ministrstva za izobraževanje na novo inventariziral gimnazijsko geološko zbirko. Tedaj je zbirka vsebovala 339 primerkov rud (rudnin), 94 primerkov kamnin, 90 primerkov fosilov ter nekaj modelov kristalov in ilustracij. Leta 1938 je Uršič šolski zbirki podaril kredno

rudistno školjko *Monopleura varians*, ki jo je našel pri Novih Ložinah med Ribnico in Kočevjem, in eocensko školjko iz Stare Baške (Izvestja za šolska leta od 1929-1930 do 1939-1940).

Kot profesor je bil Franjo Uršič tudi zelo dejaven pri vodenju različnih izletov (predvsem naravoslovnih in pohodniških). Ob enem izmed takšnih izletov je pisal tudi časopis: »V soboto, dne 26. septembra (op. p., leta 1936), so se odpeljali osmošolci kočevske gimnazije na ekskurzijo v Stari log pri Hinjah. Vodil jih je profesor Franjo Uršič, strokovnjak v mineralogiji in geologiji. Večina dijakov se je vozila z vozom, ki jim ga je dal na razpolago »Dijaški dom«, samo trije so se odpeljali na kolesih. Opremljeni s krampi in drugim orodjem so šli malo ven z vasi na teren kopat neke mineraloške posebnosti, namreč neke redke oka-

Na novo so uvrščene sledeče okamenine, ki jih je podaril prof. Uršič Franjo:

- Rhadra dissecta* Grt. iz karbona
- Variolaria ficosides* Sternb. iz karbona
- Lepidodendron veltheimianum* Sternb. iz karbona
- Alethopteris serilli* Brgt. iz karbona
- Calamites suchowii* Brgt. iz karbona
- Spirigera oxycolpes* iz triasno-norikke stopaje
- Lytoceras jureense* Ziet. iz jure
- Phylloceras heterophyllum* Sow. iz jure
- Pleurotomaria macromphala* Zitt. iz jure
- Ammonites lamberti* iz jure
- Macrocephalites macrocephalus* Schloth. iz jure
- Pygonlus* Ag. iz krude
- Crassatella sulcata* Sow. iz eocena
- Cyrena semistriata* Desh. iz oligocena
- Panopaea menardi* Desh. iz miocena
- Venus multilamella* Lam. iz miocena

Seznam fosilov, ki jih je v šolskem letu 1938-1939 geološki zbirki kočevske gimnazije podaril profesor Franjo Uršič.



Skupinska slika učiteljev Državne realne gimnazije v Kočevju leta 1929. Na sliki je gotovo tudi Franjo (Franc) Uršič, ki ga pa ne prepoznamo. Vir: 50 let gimnazije.

menine školjk. Z uspehom izkopavanja so bili kar zadovoljni in svojemu profesorju za tako zajemljivo vodstvo prav hvaležni.« (Slovenski dom, 1936.)

Poleg omenjenih šolskih zadolžitev je bil Franjo Uršič tudi nadzornik tako imenovanega *Ferijalnega saveza*, vodja skavtov ter strastni planinec in pohodnik (izvirno *Steg izvidnikov in planink*). O Franju Uršiču med drugo svetovno vojno lahko zasledimo le kratek zapis, da ga je oktobra leta 1943 nemška vojska ob zasedbi Kočevja postavila za novega župana (Ferenc, 1998). Še pred tem pa naj bi junija leta 1943 zaključil s poučevanjem na gimnaziji (*50 let gimnazije*, 1969), njegove nadaljnje usode po končani vojni pa ne poznamo. Po nepotrjenih podatkih naj bi Franjo Uršič umrl leta 1949.

### Uršič kot geolog in paleontolog

Zanimanje za geologijo, paleontologijo, hidrologijo in druge naravoslovne vede je Franjo Uršič nadgrajeval tudi s strokovnimi in še danes redkimi razpravami in študijami. Osredotočal se je predvsem na raziskovanje okoli Kočevja, čeprav je terensko obdelal tudi Kamniško-Savinjske Alpe in Zasavje. Vse geološko-paleontološke raziskave je objavil v začetku tridesetih let dvajsetega stoletja, svojo pozornost je namenjal tudi nekaterim stratigrafskim problemom.

Med prvimi članki je paleontološka razprava o kredni školjki *Chondrodonta joannae* iz okolice Kočevja. Že naslednje leto, leta 1932, je na svoje stroške (v samozaložbi) izdal zanimivo razpravo o jurski školjki *Diceras arietinum*, ki jo je našel tudi blizu



Kočevoje, dnob. v. 1933

DIREKCIJA  
Narodnega muzeja v Ljubljani  
Št. 331/33  
F. v. p. n.

Ravnateljstvo pri. muzeja  
v Ljubljani.

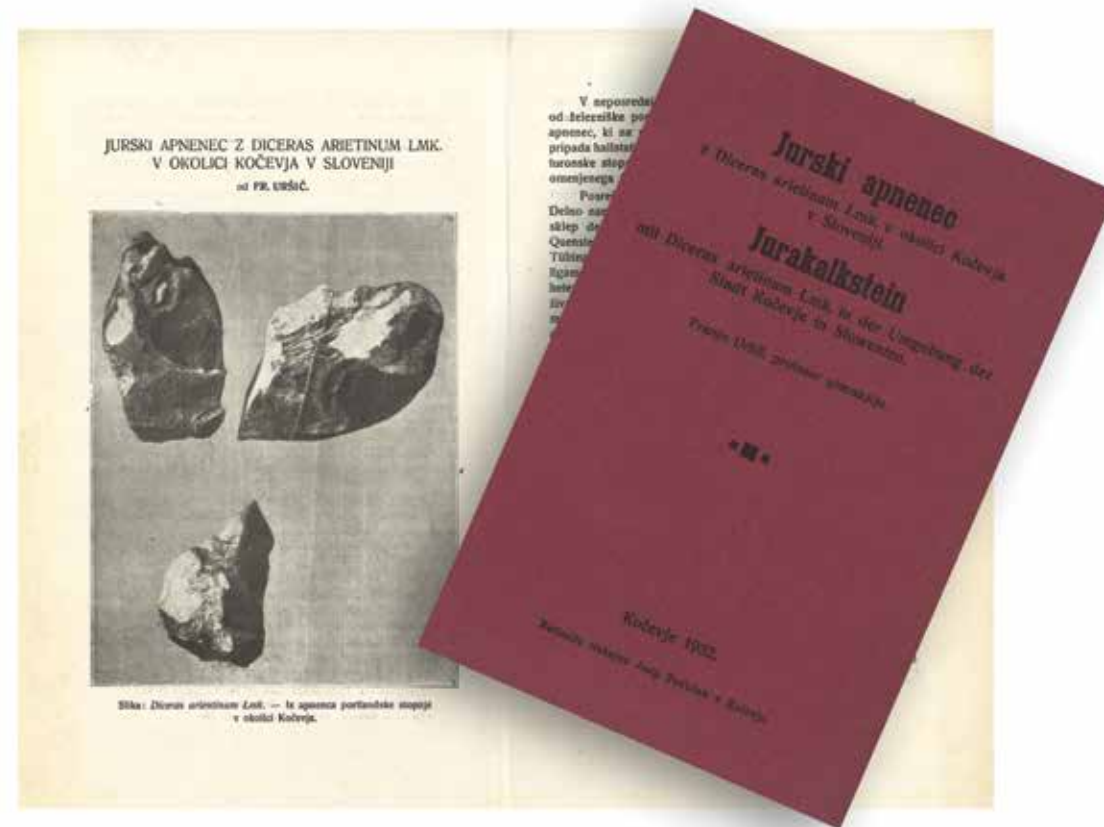
V dogovoru z direktorjem tuk. gimnazije naročam za dijake 20 juvdov = Vodnikov zbirkah Narodnega muzeja v Ljubljani = in Vas vlijčno posredu, da traste odprejete na ravnateljstvo tuk. gimnazije. Denar matv takoj odprejete mi na Vas vaslov.

prof. Franjo Uršič  
Kočevoje  
real. gimnazije

Prošnja Franja Uršiča takratnemu Narodnemu muzeju za nakup novoizdanih muzejskih vodnikov. Arhiv Narodnega muzeja Slovenije, leto 1933/št. 331. Foto: Matija Križnar.

Kočevja. Istega leta je pripravil tudi prispevek o triasni školjki *Halobia rugosa* iz Kamniških Alp. Prav s temi članki je vzbudil pozornost takratnemu vodilnemu paleontologu in geologu Ivanu Rakovcu, ki je napisal kratke revizije in kritične preglede ter jih objavil v *Geografskem vestniku* (Rakovec, 1932a, 1932b, 1932c, 1933, 1934). Tukaj sta si Uršič in Rakovec očitno izmenjala tudi nekaj mnenj o Uršičevi določitvi fosila *Halobia rugosa*, za katero je Rakovec trdil in vztrajal, da je ostanek korale iz terciarnih plasti (Rakovec, 1932b, 1933). Svoje dobro poznavanje geološke zgradbe in stratigrafije je Franjo Uršič združil v ob-

sežni razpravi *Stratigrafski pregled slojeva u okolini Kočevja v Dravskoj banovini*. V tem geološkem prispevku je Uršič iz koralno-rudistnega apnenca z orbitolinami opisal pet vrst koral *Isastraea hoernesii*, *Lithoraea vaughani*, *Phyllosmilia transiens*, *Cyclotites nummulus* in *Cyclotites hemisphaerica* ter eno iz rodu *Montlivaltia*. Iz iste plasti je Uršič omenil in verjetno v njej tudi našel rudistne školjke *Caprina schiosensis*, *Requienia ammonia*, *Monopleura variata*, *Monopleura trilobata* in nekatere druge (Dozet, Šribar, 1998). V mlajših zgornjekrednih plasteh je odkril tudi rudiste *Caprotina hirundo*, *Vaccinites oppeli*, *Radiolites jouannetti* in druge (Pleničar,



Paleontološka razprava o jurski školjki *Diceras arietinum*, ki jo je pripravil in samozaložil Franjo Uršič. Separat sodi med izjemno redke in je shranjen v knjižnici Narodnega muzeja Slovenije. Foto: Matija Križnar.

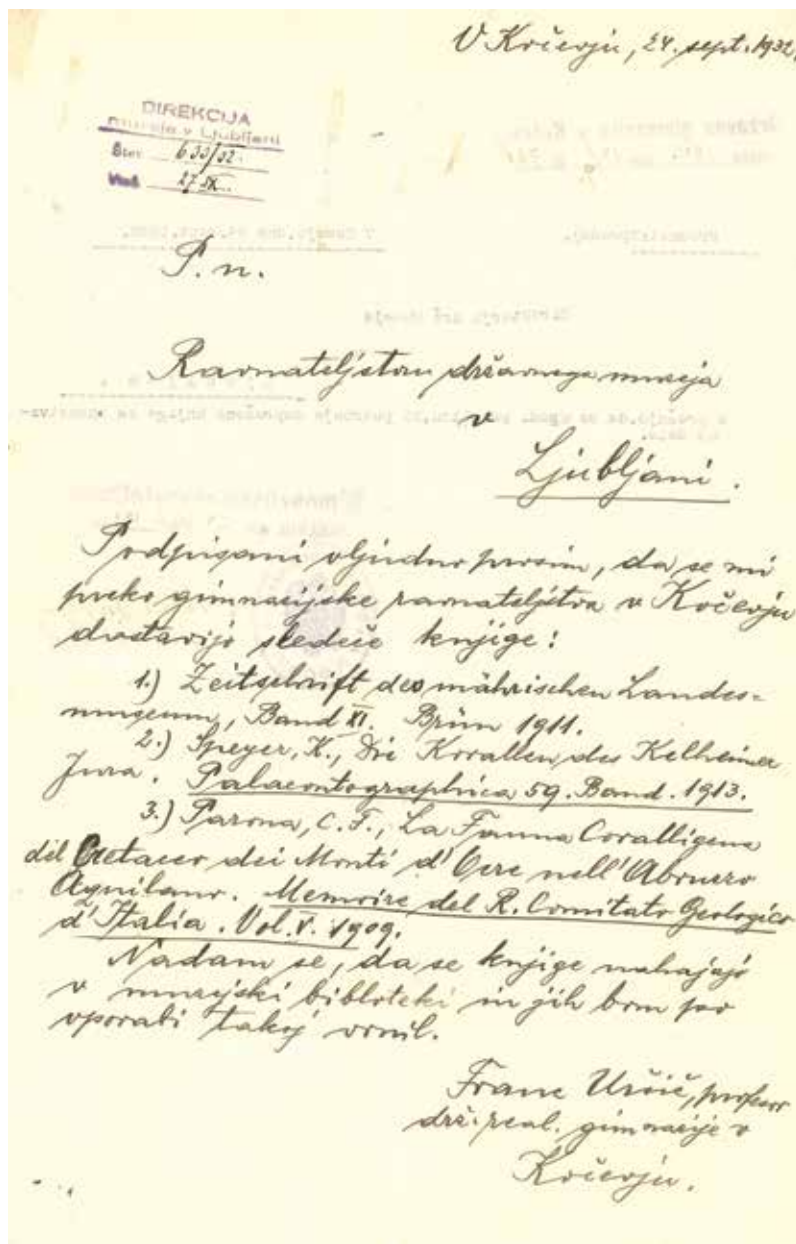
1965). S tem je Franjo Uršič še dodatno potrdil starosti krednih plasti v okolici Kočevja, kar so mu potrdili tudi mnogi kasnejši paleontologi in geologi. Zadnjo obsežno geološko razpravo je Franjo Uršič napisal o geologiji in stratigrafiji terciarnih plasti zahodne Slovenije. V delu je predstavil celo dve geološki karti in nekaj geoloških profilov. Podobno kot ostala dela je tudi to delo temeljito »razčlenil«<sup>1</sup> Rakovec. Uršiču pripisuje tudi nekatere nove sodobne pristope pri izdelavi geoloških kart in pojasnitev nekaterih starih stratigrafskih problemov. Ivan Rakovec je svojo revizijo Uršičevega prispevka zaključil takole: »Vkljub vsemu temu pa je treba avtorju (op. p., Franju Uršiču) priznati marljivo nabiranje okamenin, neutrudljivo prizadevanje jih čim bolj

stratigrafsko izkoristiti ter s tem pospeševati geološko raziskovanje naših krajev.« (Rakovec, 1933.) Prav te besede so bile v tistih časih med obema vojnoma na področju geologije na Slovenskem zelo spodbudne. Še vedno pa ni povsem jasno, zakaj je Franjo Uršič po letu 1933 prenehal z objavljanjem geoloških člankov. Kasneje, sredi leta 1939, je v časopisu *Kočevski Slovenec* objavil zgolj nekaj poljudnih prispevkov (v nadaljevanjih) o hidroloških razmerah na Kočevskem (izvirni naslov *Vodne razmere na Kočevskem*) ter pripravil neobjavljeni rokopis pregleda jam ozemlja v okolici Kočevja (Kranjc 1972).

#### Uršič in ljubljanski muzej

V arhivskih dokumentih, shranjenih v knjižnici Narodnega muzeja Slovenije (arhiv





Prošnja Franja Uršiča (podpiše se kot Franc) za izposajo nekaterih paleontoloških knjig iz knjižnice takratnega Narodnega muzeja v Ljubljani. Arhiv Narodnega muzeja Slovenije, leto 1932/št. 633. Foto: Matija Križnar.

nekdanjega Prirodopisnega oddelka, danes Prirodoslovni muzej Slovenije), smo odkrili tudi nekaj zanimivih pisem in dopisov, ki jih je napisal ali prejel Franjo Uršič. Prvo pismo Franja Uršiča iz septembra leta 1932 je v bistvu prošnja za nekatere paleontološke knjige o jurskih koralah in kredni favni. Da

te literature v muzejski knjižnici ni, je Uršiču odgovoril takratni muzejski naravoslovec Fran Kos. Skoraj leto kasneje se je muzejsko ravnateljstvo zahvalilo Franju Uršiču za njegovo podaritev nekaterih geoloških član- kov. Vseplošno naravoslovno povezanost z muzejem pa je Uršič dokazal tudi z naro-



Zabvala Franju Uršiču za podarjene separate člankov, ki jih je napisal sam in poslal muzejski knjižnici. Arhiv Narodnega muzeja Slovenije, leto 1933/št. 559. Foto: Matija Križnar.

čilom dvajsetih novih vodnikov po muzeju.

Šele nedavno smo v Prirodoslovnem muzeju Slovenije med revizijo nekaterih geoloških zbirk odkrili tudi inventarne lističe, na katerih je pisalo »Fr. Uršič«. Z nadaljnjim raziskovanjem smo uspeli zbrati nekaj primerkov, ki jih je zagotovo nabral ali za muzej priskrbel Franjo Uršič, kar potrjujejo tudi pisava in letnice. Med njimi je nekaj primerkov karbonskih rastlin in nekaj primerkov terciarnih fosilov iz Zasavja. Celotni sklop arhivskih dokumentov in majhna paleontološka zbirka omogočata skromen, toda za slovensko geologijo in naravoslovje pomemben vpogled v kratko, a plodno delo profesorja, geologa, paleontologa in naravoslovca Franja (Franca) Uršiča.



Med primerki v geološki zbirki Prirodoslovnega muzeja Slovenije smo našli tudi fosile, ki jih je zbral Franjo Uršič (zapis na priloženem lističu). Na fotografiji je kameno jedro miocenske školjke z neznanega najdišča. Foto: Matija Križnar.





Redek primerki rastlinskega fosila iz nekdanjega premogovnika pri Kočevju, ki ga je nabral Franjo Uršič (prepoznali smo njegov rokopis na priloženem lističu). Primerki brani Prirodoslovni muzej Slovenije. Foto: David Kunc.

### Geološka bibliografija Franja (Franca) Uršiča:

- Krečnjak sa *Chondrodonta Joannae* Choffat u blizini Kočevja u Slovenačkoj. Geološki anali Balkanskog poluostrva, X, 2. Beograd, 1931.
- Jurski apnenec z *Diceras arietinum* Lmk. v okolici Kočevja v Sloveniji. Kočevje, 1932. (Izdal v samozaložbi.)
- *Halobia rugosa* Gümbel u šenturškim slojevima gornjeg triasa kamničkih Alpa. Geološki anali Balkanskog poluostrva XI, 1. Beograd, 1932.
- Stratigrafski pregled slojeva u okolini Kočevja u Dravskoj banovini. Vesnik Geol. zavoda Kralj. Jug., knj. 2. Beograd, 1932.
- Prilog geološkom poznavanju zapadnog oboda savske tercijarne zone u Slovenačkoj. Geološki anali Balkanskog poluostrva, XI, 2. Beograd, 1933.
- Vodne razmere na Kočevskem (1). Kočevski Slovenec, leto II., št. 18 (25. junij 1939), 2. (nepodpisan).
- Vodne razmere na Kočevskem (2). Kočevski Slovenec, leto II., št. 19 (5. julij 1939), 2. (nepodpisano)
- Vodne razmere na Kočevskem (3). Kočevski Slovenec, leto II., št. 20 (15. julij 1939), 2.
- Vodne razmere na Kočevskem (4). Kočevski Slovenec, leto II., št. 21 (25. julij 1939), 2.
- Vodne razmere na Kočevskem (5). Kočevski Slovenec, leto II., št. 22 (5. avgust 1939), 2.
- Vodne razmere na Kočevskem (6). Kočevski Slovenec, leto II., št. 23 (15. avgust 1939), 2. Vodne razmere na Kočevskem (7). Kočevski Slovenec, leto II., št. 24 (25. avgust 1939), 2.
- Kraške jame na Kočevskem ozemlju. (Neobjavljeni tipkopis, leto nastanka neznano.)



Primerki fosilnih školjk, ki jih je zbral gimnazijski profesor in geolog Franjo (Franc) Uršič (1898–1949). Primerki brani Prirodoslovni muzej Slovenije. Foto: David Kunc.

### Literatura in viri:

- Dozet, S., Šribar, L., 1998: *Lower Cretaceous Shallow-Marine Sedimentation and Biota on Dinaric Carbonate Platform between Logatec, Krka and Kolpa (Southeastern Slovenia)*. *Geologija*, 40: 153–185.
- Ferenč, T., 1998: *Obnova okrajnih glavarstev na Dolenjskem jeseni 1943 – Ob petinpetdesetletnici. Prispevki za novejšo zgodovino, XXXVIII: 59–74. Izvestje za šolsko leto 1930–31 do 1939–40, Državna realna gimnazija v Kočevju. Kočevje, 1931–1940.*
- Kranjc, A., 1972: *Kraški svet Kočevskega polja in izraba njegovih tal. Geografski zbornik, XIII: 131–194.*
- Pleničar, M., 1965: *O novih najdbah rudistov na območju Kočevskega roga. Geologija*, 8: 92–101.
- Rakovec, I., 1932a: *F. Uršič, Jurski apnenec z Diceras arietinum Lmk. v okolici Kočevja v Sloveniji. Kočevje 1932. Geografski vestnik*, 8: 153–154.
- Rakovec, I., 1932b: *F. Uršič, Halobia rugosa Gümbel u šenturškim slojevima gornjeg triasa kamničkih Alpa. Geološki anali Balkanskog poluostrva XI, 1. Beograd, 1932. Geografski vestnik*, 8: 153–154.

- Rakovec, I., 1932c: *F. Uršič, Krečnjak sa Chondrodonta Joannae Choffat u blizini Kočevja u Slovenačkoj. Geološki anali Balkanskog poluostrva X, 2. Beograd, 1931. Geografski vestnik*, 8: 153–154.
- Rakovec, I., 1933: *Halobia rugosa Gümb. v šenturških skladih Kamniških Alp: odgovor. Geografski vestnik*, 9: 197.
- Rakovec, I., 1934: *Franjo Uršič, prilog geološkom poznavanju zapadnog oboda savske tercijarne zone u Slovenačkoj. Geološki anali Balkanskog poluostrva XI, 2. Beograd, 1933. Geografski vestnik*, 10: 192–193.
- Slovenski dom, dne 29. septembra 1936, št. 222: *2. Stalež srednjih in strokovnih šol v Sloveniji, šolsko leto 1925/1926. Profesorsko društvo, sekcija Ljubljana, Ljubljana, 1925: 48 str.*
- Stalež šolstva in učiteljstva ter prosvetnih in kulturnih ustanov v Dravski banovini. *Banovinska zaloga šolskih knjig in učil, Ljubljana, 1934.*
- 50 let slovenske gimnazije v Kočevju. *Zbornik, Gimnazija Kočevje. Kočevje, 1969: 147 str.*

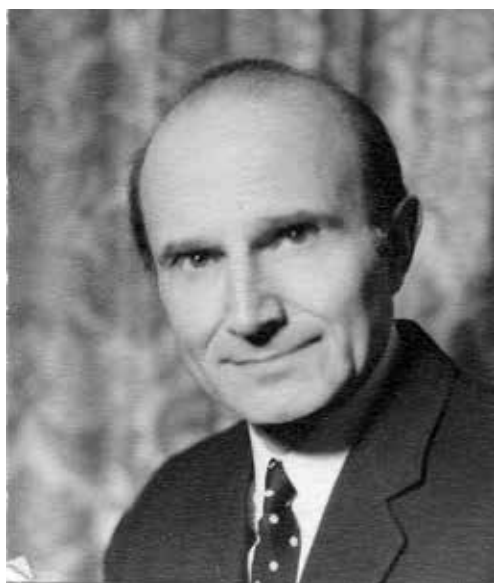


## Film *Varuhi formule* Jedrska nesreča v Vinči leta 1958

Zvonka Zupanič Slavec

Film *Varuhi formule* je po resnični nesreči v jedrskem reaktorju v Vinči v Srbiji 15. oktobra leta 1958 posnel režiser in soscenarist Dragan Bjelogrić leta 2023. Podlaga za film je bila knjiga Gorana Milašinovića *Slučaj Vinča* (2017). Pri nesreči je bilo poškodovanih šest raziskovalcev: profesor fizike in pet njegovih študentov v starosti od 24 do 26 let, ki so sodelovali pri poskusih verižne reakcije in niso vedeli, da naj bi njihov namen najverjetneje bil ustvariti atomsko bombo. Poškodovani so prejeli naslednje doze ionizirajočega sevanja: 433, 422, 415, 410, 320 in 205 remov, pri čemer je smrtna doza približno 450 remov. Jugoslovanska vlada se je odločila za medicinsko pomoč prositi francosko vlado. V pariško bolnišnico *Fondation Curie* so prepeljali (v filmu štiri) poškodovance, profesorja fizike, dva njegova študenta in eno študentko. Pariški profesor onkologije in imunologije Georges Mathé (1922-2010) je delal poskuse z obsevanjem in preprečevanjem posledic. Prosili so ga, če bi hotel pomagati poškodovanim. Po premisleku je to sprejel, čeprav se je zavedal, da ima le malo spodbudnih rezultatov pri svojih poskusih z laboratorijskimi živalmi. Pri najhujše poškodovanem je najprej uporabil suspenzijo matičnih celic, pridobljeno iz jeter in vranice mrtvorojenega zarodka, kar v filmu ni prikazano. Takoj je začel iskati tudi darovalce krvi za transfuzije krvi poškodovancem. Ker se stanje poškodovanih ni izboljševalo po pričakovanjih, je darovalce krvi prosil, da bi darovali kostni mozeg. Kljub presaditvi kostnega mozga je najhujše poškodovani kmalu umrl, ostali trije pa so počasi okrevali. Dramatični filmski prikaz daje vedeti, da je šlo za hudo prizadete bolnike, za katere so bili zdravniki prepričani, da bodo brez pomoči umrli. Dejstvo je, da se je profesor Mathé z globoko empatijo do obolelih in hkratnim strahom pred neznanim eksperimentalnim zdravljenjem

odločal za življenje in prevzemal veliko tveganje v svojo roke. Zdravniki smo se pri tem spraševali, kako je možno, da po presaditvi tujega kostnega mozga ni prišlo do zavrnitvene reakcije, saj predobro vemo, kako deluje imunokompatibilnost.



Francoski profesor onkologije in imunologije Georges Mathé (1922-2010). Vir: File: Mathe, Georges CIPN20069.jpg. Bibliothèque interuniversitaire de santé. Licence Ouverte. Wikimedia Commons.



Veliko priznanje slovenski hematologiji in programu presaditve krvotvornih matičnih celic je pomenil obisk pionirja presajanja krvotvornih matičnih celic nobelovca Edwarda Donnalla Thomasa (1920-2012) iz Seattla leta 1996. Z leve si sledijo hematologi: prof. dr. Ciril Rozman iz Barcelone s soprogo, prof. dr. Donnell Thomas, prim. Jožef Pretnar in prof. dr. Peter Černelč. Vir: Klinični oddelek za hematologijo Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana.

Zato je bil po filmu dragocen pogovor z uglednim slovenskim hematologom primarijem Jožefom Pretnarjem, ki je svojo poklicno pot posvetil krvnim bolnikom in je znal razložiti ozadja. Glede na to, da so se presaditve kostnega mozga oziroma krvotvornih matičnih celic, ki so bile poznane v svetu, začele veliko kasneje, smo se spraševali, zakaj ni profesor Mathé dobil Noblove nagrade. Razlago nam je dal primarij Pretnar. Uspel je priti do članka profesorja Mathéja iz leta 1959, v katerem je z bolnišničnimi sodelavci popisal dramatično borbo

za rešitev obsevanih jugoslovanskih poškodovancev. V literaturi je navedel tudi članek ameriškega hematologa profesorja Donnalla Thomasa (1920-2012), ki je leta 1956 opravil šest podobnih poskusov presaditve kostnega mozga, ki pa so se vsi končali s smrtjo. Objava je izšla leta 1957 v reviji *New England Journal of Medicine (NEJM)*. Profesor Thomas je nadaljeval s poskusi in leta 1957 opravil presaditev kostnega mozga pri trinajstih bolnikih, članek pa je objavil leta 1959. Vsi razen enega bolnika so umrli, deklica, ki je preživela, pa je dobila kostni



mozeg od sestrice, ki je očitno imela enak HLA (enake humane levkocitne antigene). V Mathéjevem članku iz leta 1959 je objavljen pomemben diagram, ki prikazuje odziv poškodovancev na presaditve. Vidi se, kako se je spreminjalo število nevtrofilnih granulocitov<sup>1</sup> po presaditvi matičnih celic. Razvidno je, da je pravzaprav lastna hematopoeza (tvorba in razvoj raznih tipov krvnih teles) vseh poškodovancev razen tistega, ki je umrl, bila tista, ki je pripeljala od hude aplazije kostnega mozga (prenehanja regeneracije krvnih celic v kostnem mozgu) s popolnim padcem telesne odpornosti do nastanka novih krvnih celic. Pri tem je bil pomenljiv komentar primarija Pretnarja, da bi se poškodovanci pozdravili tudi brez presaditve, saj njihov hematopoetski sistem ni bil nepovrnljivo poškodovan, kot je to bilo pri umrlem. Profesor Mathé je opravil izjemen »poskus«, ki je ob kasnejšem spoznavanju imunoloških dogajanj v telesu pripeljal do reševanja številnih življenj, predvsem tistih z zdravljivimi oblikami levkemij.

V Sloveniji je doslej bilo s presaditvijo krvotvornih matičnih celic do konca leta 2023 zdravljenih več kot dva tisoč petsto bolnikov. K nam je leta 1996 prišel na obisk tudi Nobelov nagrajenec za presajanje kostnega mozga (1990) profesor Donnall Thomas.

Kakorkoli: razvoj medicine je šel naprej, preučevanje tkivne skladnosti in njeno poznavanje sta dajali vedno boljše rezultate, prav tako odkritje in uporaba novih zdravil za preprečevanje zavrnitvene reakcije, reakcije presadka proti gostitelju ter uporaba novih zdravil za preprečevanje okužb. Razvoj je šel še dalje: poleg presaditev je na voljo vse več novih tarčnih zdravil, na primer imatinib, s katerim lahko trajno pozdravimo nekatere vrste krvnega raka, na primer

kronično mieloično levkemijo<sup>2</sup>. Z modernim celičnim zdravljenjem CAR-T<sup>3</sup> pa lahko uspešno tarčno zdravimo tudi druge oblike krvnih rakov.

Filmski prikaz daje vedeti, kako so zdravniki s svojo globoko empatijo in brezmejno željo pomagati bolnim prihajali do novih in novih spoznanj. Imeli so tudi pogum poskusiti v živo tudi takrat, ko so bili prepričani, da bodo bolniki sicer umrli. Zanimivo je, da so pri tem nekatera odkritja nastala na primer v manjših sredozemskih državah, kjer so bili predpisi manj strogi in glede na temperament ljudi najverjetneje tudi empatija večja kot na primer v Nemčiji ali Veliki Britaniji, če govorimo o evropskem okolju.

Če pa se še enkrat obrnemo k vzroku poškodbe, pa lahko samo rečemo, da avtoritarnim oblastem nobena žrtev ni bila prevelika za doseganje njihovih ciljev, o katerih se ni nikoli govorilo na glas. Nekako kot pri mafiji.

Film zelo priporočam študentom medicine, zdravstvenemu osebju in tudi številnim drugim, saj ima široko sporočilno vrednost. Čestitke ustvarjalcem.

<sup>2</sup> Kronična mieloična levkemija je rak krvnih celic in kostnega mozga. Njihova glavna značilnost je prisotnost kromosoma Philadelphia, katerega produkt pa v zadnjih desetletjih znajo zdraviti in s tem tudi to vrsto levkemije.

<sup>3</sup> Celično zdravljenje CAR-T (Chimeric Antigen Receptor T-cells) je nov pristop v medicini, ki ga uporabljajo za zdravljenje nekaterih vrst raka. Ta terapija vključuje odvzem bolnikovih T-celic (vrsta belih krvničk), ki se nato v laboratoriju genetsko spremenijo, da proizvajajo poseben receptor na svoji površini, imenovan CAR. Te modificirane celice se nato namnožijo in vrnejo v bolnikovo telo. Ko so te celice CAR-T v telesu, poiščejo in uničijo rakave celice, ki izražajo določeni protein (ali antigen) na svoji površini.

To terapijo trenutno uporabljajo za zdravljenje nekaterih vrst krvnih rakov, kot so akutna limfoblastna levkemija (ALL) in difuzni velikocelični B-limfom (DLBCL), in sicer pri bolnikih, ki jim druge oblike zdravljenja niso pomagale. V prihodnosti bodo lahko ta pristop uporabljali tudi za zdravljenje drugih vrst raka.

<sup>1</sup> Nevtrofilni granulociti so krvne celice, ki kažejo na delovanje kostnega mozga in posledični imunski odgovor telesa.

Dodajam še, da je eden izmed jedrskih fizikov iz Vinče po nesreči prišel v Slovenijo in tukaj opravil veliko kariero kot vrhunski strokovnjak na Institutu »Jožef Stefan«, desetletje pa je vodil tudi Inštitut za biofiziko na ljubljanski medicinski fakulteti (1961-1972). To je bil prof. dr. Miodrag V. Mihailović (1922-2014), vodilni teoretični jedrski fizik pri nas.

### Spletni zapis

<https://fivia.si/index.php/movie/varuhi-formule/>.

Film, posnet po resnični zgodbi režiserja in igralca Dragana Bjelogrića *Varuhi formule* govori o nesreči leta 1958 v Vinči, zaradi katere bi lahko izgubilo življenje šest raziskovalcev.

»Čuvajji formule/Verižna reakcija je predvsem zgodba o izjemni človeški humanosti, ki jo je navdihnilo resnično dogajanje iz leta 1958,« pove režiser Dragan Bjelogrić.

Potem ko je predsednik Jugoslavije Josip Broz Tito 17. maja leta 1958 slovesno s pritiskom na gumb v okviru jugoslovanskih jedrskih sanj zagnal prvi raziskovalni jedrski reaktor Vinča pri Beogradu, se je še istega leta, 15. oktobra, v tem reaktorju zgodila nesreča. Šest srbskih znanstvenikov je bilo podvrženih smrtonosnemu radioaktivnemu sevanju. Ker so se zavedali, da obsevanim v Beogradu ne bodo znali pomagati, so vseh šest takoj odpeljali na zdravljenje v pariško bolnišnico Fondation Curie.

### Nagrade/festivali

- Svetovna premiera Locarno Film Festival 2023.
- Nagrada Variety Piazza Grande (žirija kritikov filmske revije Variety) za najboljši film – Locarno FF.
- Nagrada Pardo Verde Ricola, t.i. zeleni leopard (posebne žirije) – Locarno FF.
- Nagrada občinstva za najboljši film – Sarajevo Film Festival 2023.

Tam zdravniki v želji, da poskusijo rešiti življenja, niso imeli druge izbire, kot da se odločijo za eksperimentalno zdravljenje – za presaditev kostnega mozga. Tega so mladim raziskovalcem darovali prostovoljci, Parižani, ki so zaradi nevarnosti takšne operacije takrat tvegali tudi svoja življenja. Tako je bila v tej pariški bolnišnici prvič v zgodovini izvedena transplantacija kostnega mozga. V mednarodni igralski zasedbi je vidno vlogo agenta Udbe odigral slovenski igralec Jurij Drevenšek, film je nastal v koprodukciji produkcijske hiše *Perfo* in so ga lani snemali tudi v jedrskem reaktorju Instituta »Jožef Stefan« v Ljubljani in v Škofji Loki.

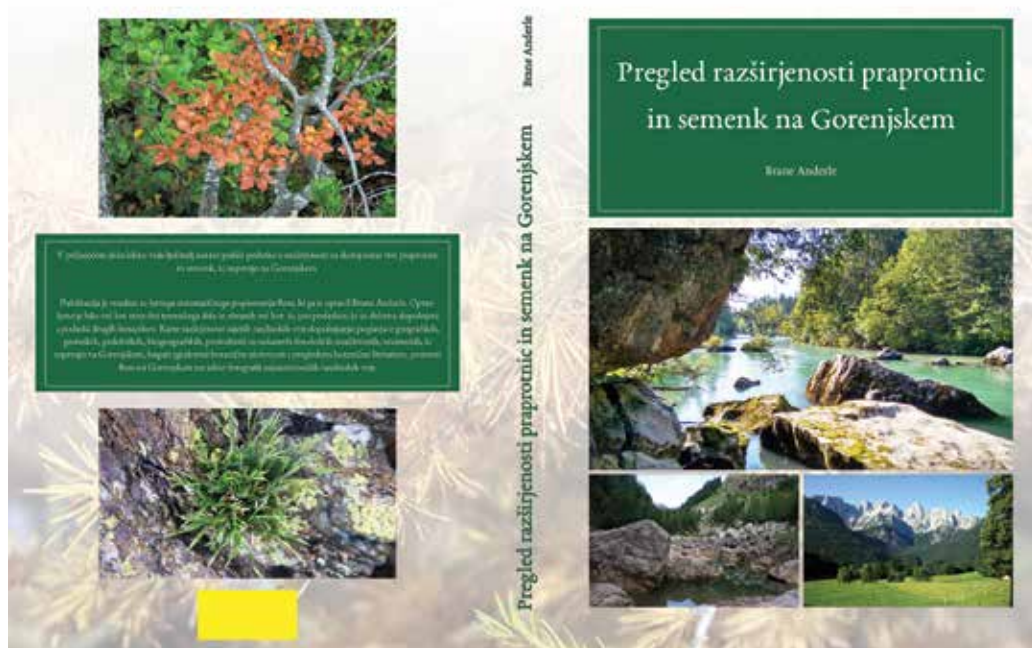
Srbsko-slovensko-črnogorsko-makedonsko koprodukcijo je režiral Dragan Bjelogrić, ki v filmu tudi igra, ob njem pa nastopajo še Alexis Manenti (glavna vloga v filmu *Les misérables* (Nesrečniki), zmagovalcu filmskega festivala v Cannesu 2019 in francoski nominaciji za oskarja), Radivoje Raša Bukvić, Predrag Miki Manojlović, Lionel Abelanski, Ognjen Mićović, Anne Serra in drugi. Film sklene pesem *Put* (*Pot*), ki sta jo skupaj ustvarila Magnifico in Konstrakta.



## Brane Anderle: *Pregled razširjenosti praprotnic in semenk na Gorenjskem*

Andrej Seliškar

Sredi novembra 2023 je izšla obsežna knjiga *Pregled razširjenosti praprotnic in semenk na Gorenjskem*, ki jo je pripravil in izdal v samozaložbi ljubiteljski botanik Brane Anderle. Cena knjige je 75 evrov. Po izidu je bila prvič predstavljena na vsakoletnem srečanju slovenskih botanikov, imenovanem *Wraberjev dan* po dr. Tonetu Wraberju. Slovenski botaniki smo že dolgo vedeli, da Anderle intenzivno preučuje pojavljanje in razširjenost rastlin na Gorenjskem, nekoliko krajše obdobje pa, da pripravlja publikacijo z rezultati opazovanj.



Knjiga je velikega, A4-formata s trdimi platnicami in obsega 604 strani. Vsebina je razdeljena v nekaj poglavij. Uvodno poglavje, z naslovom *Zbiranje podatkov*, beremo kot predgovor avtorja o njegovih botaničnih začetkih, sodelovanju s poklicnimi in amaterskimi botaniki ter načinu zbiranja podatkov. Piše o navdušenju ob prvem določanju rastlin in tudi o težavah, na katere

je naletel. Osrednje poglavje je *Prikaz razširjenosti vrst in podvrst praprotnic in semenk na Gorenjskem*, ob katerem se navdušenje in občudovanje z avtorja preselita na bralca. Navdušenje nad tem, da na preglednih kartah vidimo razmeroma sveže podatke, kje posamezna vrsta uspeva, občudovanje pa je namenjeno avtorju, ki je uspel, večinoma sam, pregledati skoraj vsak kotiček Gorenj-

ske. Od leta 2001 je bil okrog tisoč dvesto dni na terenu. Zbral je več kot petinšestdeset tisoč podatkov, in vse to ob delu v službi in na kmetiji.

Večino uvodnih poglavij je napisal Anderletov prijatelj in sodelavec, tudi amaterski botanik, Vid Leban, sicer zdravnik. Ta poglavja so: *Uvod*, *Zgodovinski pregled botaničnih raziskav na Gorenjskem*, *Literatura s florističnimi in fitocenološkimi podatki za ozemlje Gorenjske*, *Geografska opredelitev obravnavanega območja*, *Geološke značilnosti Gorenjske*, *Nekatere fenološke značilnosti rastlin na Gorenjskem*, *Pedološke značilnosti Gorenjske*, *Fitogeografska lega Gorenjske*, *Endemiti na Gorenjskem*, *Metode*, *Dodatek k poglavju Literatura s florističnimi in fitocenološkimi podatki za ozemlje Gorenjske*. Skupaj sta Anderle in Leban pripravila *Pestrost flore na Gorenjskem*, Anderle pa *Seznam nepotrjenih vrst in*

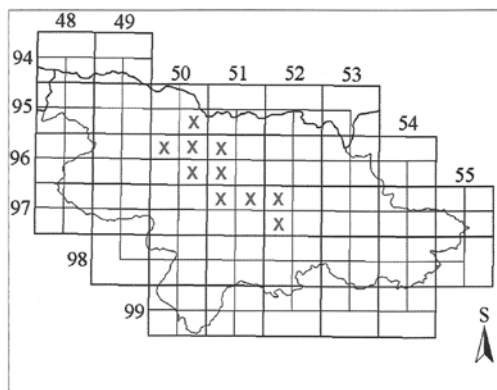
*vprašljivih navedb v flori Gorenjske*. Poglavja brez omembe avtorja so *Zbvala*, *Literatura*, *Imensko kazalo* in *Rodovi*. Kot poseben dodatek so fotografije nekaterih redkejših vrst praprotnic in semenk na Gorenjskem, avtor večine je Vid Leban.

Najobsežnejši sta besedili *Zgodovinski pregled botaničnih raziskav* in *Literatura s florističnimi in fitocenološkimi podatki*. V zgoščenem in zanimivem zgodovinskem pregledu so od Scopolija do sedanjosti omenjeni večinoma vsi botaniki, ki so raziskovali na Gorenjskem in prispevali tudi podatke. Pri vsakem je naštetih vsaj nekaj vrst in krajev ali območij, kjer so jih našli. Kljub razmeroma dobremu poznavanju razširjenosti praprotnic in semenk je Anderle ugotavljal, da je bila raziskanost flore neenakomerna, kar ga je še dodatno spodbudilo k sistematičnemu kartiranju.

*Brezstebelni ušivec (Pedicularis acaulis Scop.). Foto: Vid Leban.*







*Pedicularis acaulis* Scop.  
Brezstebelni ušivec

V poglavju *Metode* je opisan pristop k terenskemu delu in obdelavi zbranih podatkov. Uporabljena je bila standardna metoda srednjeevropskega kartiranja flore, ki je bila sprejeta leta 1964 in po kateri so podatki o nahajališčih določene vrste prikazani v osnovnih poljih, ki so razdeljena v štiri kvadrante. Obravnavano območje obsega sedemindvajset gorenjskih občin. Podatke o pojavljanju vrst ali podvrst je avtor vnesel v podatkovno bazo *FloVegSi* (o njej je leta 2001 pisal *Proteus* v šesti številki trinšestdesetega letnika). S posebej pripravljeno aplikacijo je avtor knjige izdelal karte razširjenosti.

Večino podatkov je zbral Anderle sam, upošteval pa je tudi podatke iz nekaterih objav drugih avtorjev, ki pa jih je preveril in potrčil na terenu. Taki podatki so na kartah označeni z zelenimi križci. Nekaj več kot tristo podatkov, označeni so z belimi križci, so prispevali drugi botaniki, z mnogimi je bil avtor na skupnih ekskurzijah. Z drugačnimi barvami so označena polja pod karto pri vrstah s posebnim statusom: z modro vrste *Natura 2000*, z rdečo vrste na *Rdečem seznamu* in z zeleno adventivne vrste.

Slovenska imena vrst so večinoma povzeta po *Mali flori Slovenije*, latinska imena po spletnih podatkovnih bazah *Euro Med+PlantBase* in *World Plants Complet*; kot

Karta razširjenosti brezstebelnega ušivca v knjigi.

pomoč pri določanju so bile uporabljene nekatere srednjeevropske flore. Navajanje latinskih imen po bolj popolnih in sodobnih virih - v primerjavi z *Malo floro Slovenije*, zadnja izdaja je iz leta 2007, - je pohvalna, hkrati pa je tudi spodbuda slovenskim botanikom za razmislek o pripravi novega določevalnega ključa. Čeprav smo botaniki vajeni iz različnih razlogov stalnega spreminjanja latinskih imen, bo uporabnik knjige potreboval nekaj trenutkov za prilagoditev na nova imena. Kot piše v poglavju *Metode*, so karte razširjenosti razvrščene po abecednem redu latinskih imen vrst ali podvrst. Določena težava se zgodi, ko je kot prednostno navedeno novo ime z drugačnim rodovnim imenom, kot je bilo uveljavljeno do sedaj, in po abecedi ne sodi na postavljeno mesto. Zagato sicer hitro reši v naslednji vrstici zapisano prejšnje ime, na primer za pegasti svinjak *Tromsdorffia maculata* je sinonim *Hypochoeris maculata*, kar pomeni, da je pri razvrščanju upoštevano starejše ime.

Knjiga je izjemen prispevek k poznavanju zdajšnje razširjenosti 1984 vrst na Gorenjskem, kolikor jih je prikazanih na kartah. Ob tem je avtor v seznamu nepotrjenih in izumrlih vrst, vrst brez novejših potrjenih nahajališč, naštel še kopico takih z vprašljivimi navedbami v literaturi. Vse te bodo izziv terenskim botanikom in ljubiteljem pri odkrivanju rastlin, ki jih avtor ni zabeležil, in tudi nekaterih novih - pri čemer upamo, da čim manj neofitov.

Vsekakor bo z informacijami zelo bogata knjiga odličen pripomoček ne samo botanikom, ampak vsem ljubiteljem rastlin, naravovarstvenikom, uporabna bo tudi v šolah in zanimiva za tuje obiskovalce, ki občudujejo našo veliko biotsko raznovrstnost.

## Kako so se divje živali odzvale na zmanjšano prisotnost ljudi v okolju v času pandemije covid-19?

Miha Krofel

V času pandemije covid-19 so mnoge države po svetu omejile gibanje ljudem. Kmalu za tem smo lahko na internetu zasledili posnetke živali, ki so začele prihajati v mesta in druga območja, ki se jih sicer zaradi ljudi izogibajo. Potekal je neke vrste nenačrtovani poskus, kako se živali odzovejo, ko se človek umakne iz okolja. Na srečo so v tistem času marsikje po svetu potekali projekti, v katerih so raziskovalci spremljali aktivnost živali z avtomatskimi kamerami, postavljenimi v različnih okoljih. Zato smo izkoristili priložnost in združili podatke z vsega sveta, da bi bolje razumeli, kako se divje živali odzivajo na ljudi v svojem okolju in do kakšnih sprememb pride ob povečanju oziroma zmanjšanju prisotnosti človeka.

Da imamo ljudje velik vpliv na naravo in divje živali, je znano že dolgo časa. Slabše pa je naše znanje o tem, kako se različne vrste med seboj razlikujejo v odzivih na srečanje s človekom v svojem okolju in kako se ti odzivi razlikujejo med različnimi območji.

*Največji odziv na človeško aktivnost v okolju so raziskovalci zabeležili pri velikih zvereh, kot je rjavi medved, ki je ob pogostejših motnjah postal bolj dejaven ponoči. Foto: Miha Krofel.*





To postaja vedno bolj pomembno ob naraščajočih pritiskih na naravo zaradi človeške aktivnosti, kot so turizem, rekreacija, vožnja v naravnem okolju in izkoriščanje naravnih virov.

Omejitve gibanja v naravi, do katerih je prišlo v mnogih državah kot odziv na pandemijo covid-19, so privedle do velikih sprememb tudi v obnašanju živali. V največji

študiji doslej nas je 220 raziskovalcev iz celega sveta združilo podatke o aktivnosti 163 vrst sesalcev, zbrane z avtomatskimi kamerami v tem edinstvenem obdobju. S primerjavo podatkov o vedênju živali v času pred pandemijo in med njo smo prišli do poglobljenega razumevanja o vplivih človeka na živali, ki niso bili tako enoznačni, kot si je marsikdo predstavljal.

*Odziv rastlinojedcev na človeka je lahko precej drugačen kot pri zvereh. Vrste, kot je jelenjad, se lahko začnejo približevati človeškim naseljem, deloma tudi zaradi izogibanja plenilcem, ki jih je manj v bližini ljudi.*

Foto: LIFE Lynx.



Raziskava je v splošnem pokazala, da kadar se prisotnost ljudi v naravnem okolju zmanjša, postanejo živali bolj aktivne, saj očitno začutijo, da niso več pod takšnim pritiskom in lahko v večji meri izražajo svoje naravno vedênje. Ti rezultati kažejo pomen omejevanja rekreacije in druge človeške aktivnosti v najbolj ohranjenih in občutljivih delih okolja. To je možno doseči z ustvarjanjem mirnih območij ali s sezonskimi omejitvami človeških motenj v času, ki so za živali še posebej pomembne, na primer v obdobju parjenja. Drugačne odzive pa so živali pokazale v kulturni krajini, kjer je stikov med živalmi in ljudmi bistveno več. V tem okolju so postale živali ob večji človekovi dejavnosti predvsem bolj aktivne ponoči. Sklepamo, da jim to pomaga pri izogibanju ljudem, saj smo mi aktivni predvsem podnevi. To opozarja na pomen miru v nočnem času na območjih, kjer živijo ljudje. Živali imajo tako možnost za svoje dejavnosti vsaj v tem času. Odziv se je zelo razlikoval med različnimi skupinami živali. Kot najbolj občutljive na človeka so se pokazale velike zveri, ki so

na svetu tudi tiste vrste, med katere ljudje najmočneje posegajo. To se je pokazalo tudi v Sloveniji, kjer smo največje spremembe opazili pri rjavih medvedih, ki so v odzivu na povečano prisotnost človeka med vsemi vrstami najbolj spremenili svojo aktivnost in takrat postali še bolj dejavni ponoči kot sicer. Odzivi so bili po drugi strani precej drugačni pri rastlinojedcih, ki se neredko celo približujejo človeškim naseljem. To je verjetno zato, da bi se izognili plenilcem, saj so se naučili, da se njihovi sovražniki izogibajo ljudem in je zato zanje včasih bolj varno iskati bližino človeka.

Upamo, da bo novo znanje prispevalo k lažjemu sobivanju ljudi in živali ter omogočilo bolj učinkovito blaženje negativnih posledic rekreacije in drugih človekovih dejavnosti v naravi.

Vir:

Burton, C., in sod., 2024: *Mammal responses to global changes in human activity vary by trophic group and landscape. Nature Ecology and Evolution*, doi: 10.1038/s41559-024-02363-2.

SKA - največji radijski teleskop na svetu • Naše nebo

## SKA - največji radijski teleskop na svetu

Mirko Kokole

V prejšnji številki revije *Proteus* smo nekaj povedali o radijski astronomiji in njeni častitljivi obletnici. Tokrat si pogledimo projekt SKA (Square Kilometer Array, Mreža s površino kvadratnega kilometra), ki je eden največjih znanstvenih tehnoloških projektov današnjega časa in morda presega celo LHC (Large Hadron Collider, Veliki hadronski trkalnik) v CERN-u. Medtem ko je za Veliki hadronski trkalnik slišal skoraj vsakdo, pa projekt SKA, Mreža s površino kvadratnega kilometra, ostaja večinoma skrit pred očmi javnosti, čeprav gre za izjemno velik mednarodni projekt.

Ideja o radijskem teleskopu z zelo veliko zbiralno površino se je pojavila že v osemdesetih letih prejšnjega stoletja. Ideja o teleskopu z zbiralno površino kvadratnega ki-

lometa se je oblikovala v devetdesetih letih prejšnjega stoletja. Sledilo je več desetletij raziskav in testnih projektov, ki so vrhunec dosegli leta 2019, ko so uradno ustanovili



SKAO (Observatorij SKA) kot meddržavno organizacijo, ki bo nadzorovala in upravljala teleskope SKA. Uradna gradnja SKAO se je začela 5. decembra leta 2022 in v začetku letošnjega leta so začeli postavljati prve antene v Avstraliji, v Južnoafriški republiki pa je prva antena doživela tako imenovano »prvo svetlobo«, se pravi, da je pričela delovati. Ideja SKA je sicer preprosta. Želijo postaviti radijski teleskop, ki bo imel čim večjo zbiralno površino in s tem čim večjo občutljivost. A izvedba takega teleskopa je izjemno zahtevna, saj ni mogoče postaviti enega tako velikega teleskopa, ampak je teleskop treba razdeliti v več manjših teleskopov, katerih signale nato računsko sestavimo skupaj. Kakšni bodo ti manjši teleskopi, je seveda odvisno od frekvence elektromagnetnega valovanja, ki ga zaznavamo. SKAO bo upravljal

dva teleskopa: SKA-Low, ki bo opazoval radijske valove s frekvencami od 50 do 350 megahercev, in SKA-Mid, ki bo opazoval frekvence od 350 megahercev do 14 gigahercev. Skupaj bo tako najbolj občutljivejši teleskop z največjo spektralno širino do sedaj. Teleskop SKA-Mid bo postavljen v Južnoafriški republiki v regiji Karoo in ga bo sestavljalo 197 paraboličnih teleskopov s premerom 13,5 metra in 15 metrov. Skupna zbiralna površina bo 33 kvadratnih kilometrov, največja razdalja med teleskopi pa bo merila 150 kilometrov. Vsak teleskop ima glavni parabolični reflektor (krožnik) ter manjši sekundarni reflektor, ki radijske valove usmeri v skupino detektorjev, ki jih lahko izmenično uporabljamo - odvisno od frekvenčnega pasu, v katerem želimo opazovati. Detektorju sledi ojačevalac z nizkim

šumom, nato se signal pretvori v digitalne podatke. Ti se iz vseh teleskopov mreže zberejo v lokalnem podatkovnem središču, kjer se združijo in obdelajo. Za primerjavo povejmo, da bo teleskop SKA-Mid imel kar štirikrat boljše ločljivost in petkrat večjo občutljivost kot VLA (Karl G. Jansky Very Large Array, Zelo velika mreža Karla G. Janskega). Celotno nebo bo lahko posnel kar šestdesetkrat hitreje.

Teleskop SKA-Low bo postavljen na ogromnem območju na jugozahodu Avstralije. Sestavljen bo kar iz 131.072 anten v obliki božičnega drevesca. Te antene bodo urejene v 512 opazovalnih postaj, vsaka bo imela 256 anten. Skupna površina teleskopa SKA-Low bo znašala 419 kvadratnih kilometrov, največja razdalja med opazovalnimi postajami bo merila 75 kilometrov. Opazovalne

postaje bodo bolj goste postavljene v središču teleskopa in nato bolj redko v oddaljenih krakih.

Morda so antene teleskopa SKA-Low na prvi pogled videti nadvse preproste. Vendar se v njih skriva izjemno napredna tehnologija, zaradi katere je teleskop SKA-Low pravo čudo sodobne tehnologije. Vsaka od 131.072 anten ima kot vsak radijski detektor nizkošumni ojačevalac. Signal nato pretvorijo v optični signal, ki ga vsaka postaja s hitrostjo 7,2 terabajta ( $10^{12}$  bitov) na sekundo pošlje v osrednje podatkovno središče (CPF, Central processing facility). Osrednje podatkovno središče signale prečisti, obdelava in spremeni v digitalno obliko. Digitalni signal nato potuje v superračunalniško središče v mestu Perth, kjer dokončno združijo signale iz vseh anten. Teleskop SKA-Low uporablja tako imenovano tehniko fazne mreže: s časovnimi zakasnitvami signala iz vsakega detektorja usmerjamo pogled stacionarne mreže detektorjev. Ta tehnika nam omogoča, da nimamo počasnih mehansko premikajočih delov in lahko opazovalni snop (oziroma pogled) zelo hitro usmerjamo. Ker smer pogleda računsko usmerjamo, lahko hkrati opazujemo tudi več predelov neba hkrati, kar je še posebej uporabno pri opazovanju večjega števila pulzarjev ter drugih prehodnih pojavov.

Teleskop SKA-Low lahko primerjamo s teleskopom LOFAR (Low-Frequency Array, Nizkofrekvenčna mreža) na Nizozemskem. Teleskop SKA-Low bo imel četrtrino boljše ločljivost, osemkrat večjo občutljivost ter bo lahko celotno nebo pregledal kar stopetintridesetkrat hitreje.

Teleskopa SKA-Low in SKA-Mid vsako se-



*Pogled na del anten teleskopa MeerKAT v Južnoafriški republiki. Te antene bodo postale del teleskopa SKA-Mid. Postavili so jih zaradi testiranja in razvoja tehnologije. SKA-Mid bo sestavljalo skupaj 197 takih anten.*

*Foto: SARAO, SKAO.*



kundo ustvarita več deset terabajtov podatkov, ki jih je treba računsko obdelati. V ta namen bo imel SKAO postavljenih skupino superračunalnikov, imenovanih SDP (Science Data Processors, Znanstveni podatkovni procesorji). Vsak od teh računalnikov bo imel računsko moč okoli 135 PFLOPS (peta floating point operations per second, peta ( $10^{15}$ ) operacij s plavajočo vejico), kar pomeni, da bo tak računalnik med računsko najhitrejšimi superračunalniki na svetu. Za primerjavo povejmo, da bo SKAO letno ustvaril kar tisočkrat več podatkov kot ALMA (Atacama Large Millimeter Array, Atacama velika milimetrška mreža), ki velja

trenutno za najzmogljivejši radijski teleskop na svetu. Tipični procesor v osebem računalniku, če malo poenostavimo, ima računsko moč okoli 0,1 TFLOPS (tera ( $10^{12}$ ) operacij s plavajočo vejico), kar pomeni da ima Znanstveni podatkovni procesor moč okoli milijona osebnih računalnikov. SKAO bo letno ustvaril kar 300 petabajtov podatkov, ki bodo shranjeni v arhivih regionalnih središč SKA vsake od držav članic SKAO. Glavni cilj SKAO je postaviti in upravljati najnaprednejši radijski teleskop, ki tehnološko presega vse dosedanje teleskope. Njegovi najpomembnejši znanstvenimi cilji so: opazovanje vodika v zgodnjih obdobjih

*Postavljanje prve antene teleskopa SKA-Low marca leta 2024. Teleskop SKA-Low bo sestavljen iz 131.072 takih anten, ki bodo urejene v 512 opazovalnih postaj, v vsaki postaji pa bo 256 anten. Teleskop SKA-Low nima premičnih delov in tako opazuje celotno nebo v vseh frekvencah hkrati. Šele pri obdelavi signalov se lahko odločimo, kateri del neba bomo opazovali. Ta tehnika nam omogoča tudi, da imamo pogled obrnjen v več smeri hkrati. To je zelo koristno, kadar opazujemo hitro spreminjajoče se objekte, kot so pulzarji.*

*Foto: SKAO.*



nastanka našega vesolja, vse od nastanka prvega vodika do nastanka prvih zvezd in galaksij. Drugi pomembni cilj je opazovanje pulzarjev, hitro vrtečih se nevtronskih zvezd, ki oddajajo radijske pulze z natančno določeno periodo in jih lahko uporabimo kot izjemno natančne ure. SKA bo lahko opazoval več pulzarjev hkrati, kar nam bo omogočilo opazovanje potovanja gravitacijskih valov skozi našo galaksijo. Potovanje gravitacijskih valov nam bo veliko povedalo o temni snovi in temni energiji v naši galaksiji. Preko pulzarjev bodo lahko testirali tudi relativistično fiziko v ekstremnih razmerah, kot je na primer v bližini črnih lukenj. Nadaljnja cilja SKAO bosta tudi opazovanje kozmičnega magnetnega polja ter iskanje znakov življenja in inteligence v vesolju.

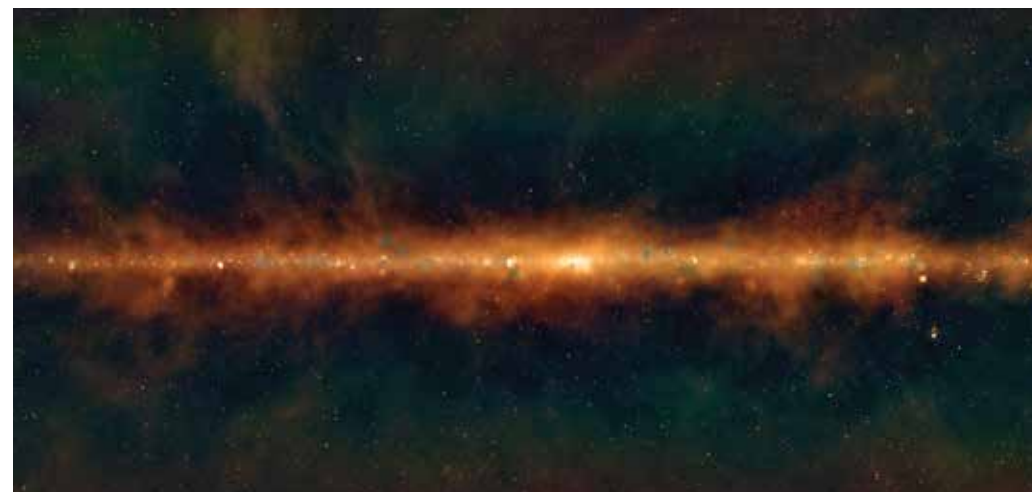
Sedaj se lahko samo še vprašamo, kdaj bo SKA dokončan. Po trenutnem časovnem

načrtu naj bi vse antene in infrastrukturo postavili do leta 2027, bolj verjetno pa se bo to zavleklo do leta 2029. Precej gotovo pa lahko pričakujemo izjemno zanimive rezultate in predvsem presenečenja v začetku tridesetih let tega stoletja. To obdobje bo močno zaznamovano, predvsem z novimi dognanji o najbolj zgodnjih obdobjih našega vesolja in nastanku prvih galaksij.

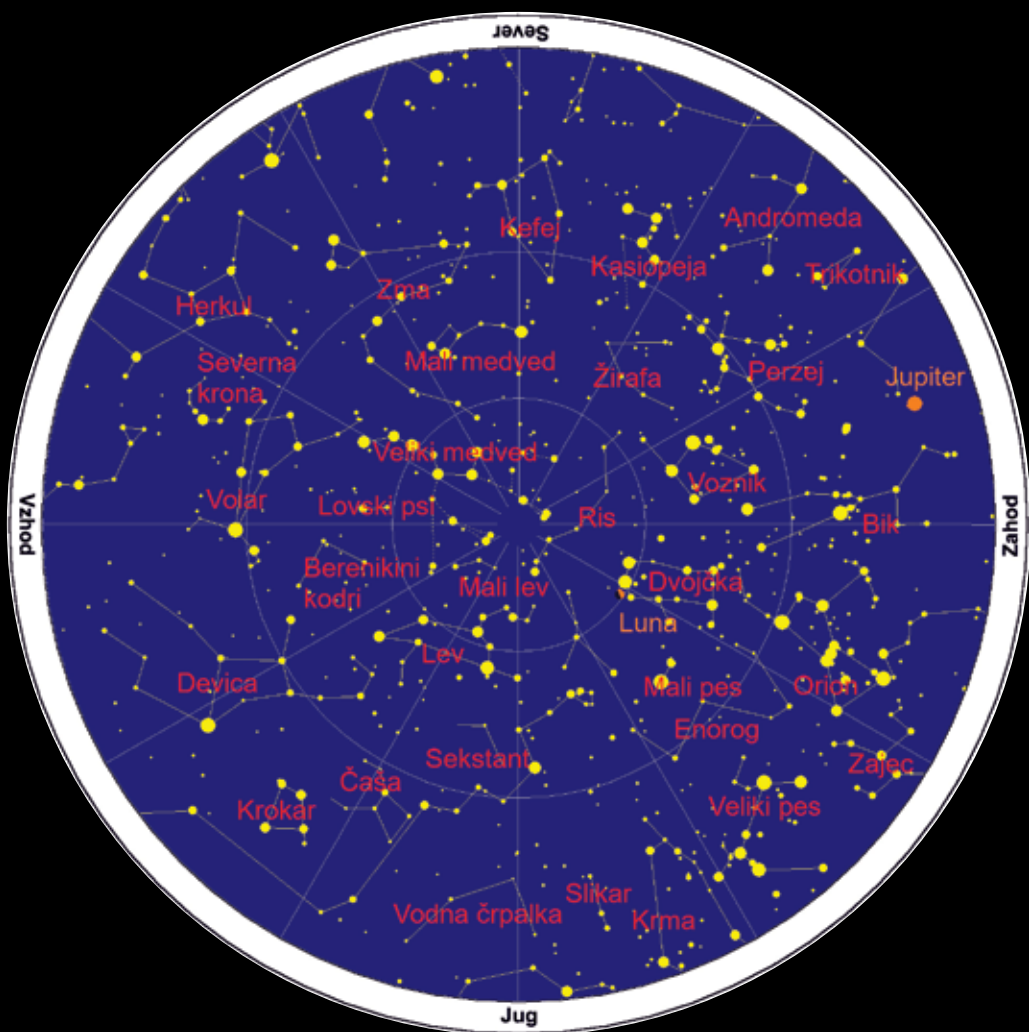
Za konec povejmo, da je geslo SKAO *znatnost za vse*, kar pomeni, da bodo vsi podatki dostopni, seveda po določenem obdobju, tudi splošni javnosti. Omogočili bodo tudi obdelovanje podatkov na superračunalnikih regionalnih središč SKAO, ker pomeni, da bodo lahko vsi obdelovali podatke z računsko močjo superračunalnika, tudi tisti, ki sicer nimajo dostopa do tako naprednih računalnikov. To pa je seveda posebej vznemirljivo za amaterske astronome.

*Pogled na našo galaksijo v radijskem spektru elektromagnetnega valovanja, ki so ga naredili v okviru projekta GLEAM (The Galactic and Extra-Galactic All-Sky MWA Survey, Galaktična in zunajgalaktična preiskava celotnega neba, narejena z MWA). GLEAM je deloval v radijskem spektru s frekvenca od 72 do 231 megahercev in je bil testni projekt za teleskop SKA-Low. Na sliki vidimo verjetno enega najbolj impresivnih pogledov na naše nebo. V sredini vidimo galaktično ravnino naše galaksije Rimske ceste. Če podrobno pogledamo, vidimo veliko mehurčkov, ki so ostanki izbruhov supernov. Majhne pike, posejane po celotni sliki, niso zvezde, ampak galaksije, ki močno sevajo v radijskem delu spektra. Teleskop SKA-Low bo lahko izdelal podobne poglede na nebo, le da bosta njegovi občutljivost in ločljivost še veliko večji. MWA (Murchison Widefield Array, Murchisonova širokokotna mreža) je bil pilotski projekt, ki je preizkusil predvsem delovanje anten, elektronike ter obdelave podatkov, ki jih bodo uporabljali pri teleskopu SKA-Low.*

*Foto: Dr. Natasha Hurley-Walker (ICRAR/Curtin), GLEAM in MWA.*







*Naše nebo.*

*Datum: 15. 4. 2024.*

*Čas: 22:00.*

*Kraj: Ljubljana.*

ISSN 0033-1805



9 770033 180000