

# PROTEUS

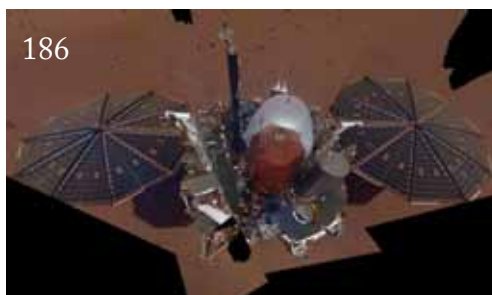
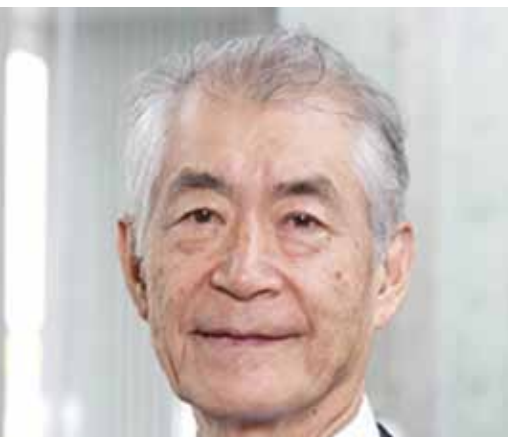
*mesečnik  
za poljudno  
naravoslovje*



December 2018, 4/81. letnik  
cena v redni prodaji 5,50 EUR  
naročniki 4,50 EUR  
upokojenici 3,70 EUR  
dijaki in študenti 3,50 EUR

[www.proteus.si](http://www.proteus.si)





147 Table of Contents

148 Uvodnik  
*Tomaž Sajovic*

150 Nobelove nagrade za leto 2018  
**Kako z lastnim imunskim odzivom  
premagati raka – ob letošnji Nobelovi  
nagradi za medicino**  
*Radovan Komel*

161 Botanika  
**Čija (*Salvia hispanica*) - od prehranskega  
dopolnila do invazivne tujerodne vrste?**  
*Igor Dakskobler, Branko Vreš, Ljudmila  
Dakskobler, Boris Turk in Urban Šilc*

172 Kemija  
**Kemijske reakcije v gostih molekulskih  
oblakih**  
*Matjaž Simončič*

177 Medicina  
**Pomen zdravnikovega pogovora z  
bolnikom – beseda, prvo zdravilo**  
*Katarina Miklavec*

181 Entomologija  
**Toča žuželk izpod neba**  
*Matija Gogala*

183 Ornitologija  
**»Invazija« ščinkavcev**  
*Jurij Kurillo*

185 Varstvo narave  
**Nezakoniti lov in ubijanje ptic v Sloveniji**  
*Tjaša Zagoršek, Ivan Kljun*

186 Naše nebo  
**Sonda *InSight* je pristala na Marsu**  
*Mirko Kokole*



## Editorial

Tomaž Sajovic

## Table of Contents

## Nobel Prizes 2018

**How to Destroy Cancer with the Body's Own Immune System Response – On This Year's Nobel Prize in Medicine**

Radovan Komel

This year's Nobel Prize for an important discovery in medicine was awarded jointly to immunologists James P. Allison (USA) and Tasuku Honjo (Japan), who dedicated their research to the study of immune system inhibitors, looking for ways to disable them in order to allow the patient's own killer cells (T lymphocytes, which are part of the immune system) to attack and destroy cancer cells.

## Botany

**Chia (*Salvia hispanica*) – A Dietary Supplement or an Invasive Alien Species?**

Igor Dakskobler, Branko Vreš, Ljudmila Dakskobler, Boris Turk and Urban Šilc

In mid-September and October 2018, on the gravel terraces along the Soča, Bača, Idrjica, Tolminka, Nadiža, Sava Bohinjka, Selška Sora and Sava rivers, the authors noticed a striking, ramified, more than two-meter-high annual, a member of the mint family (*Lamiaceae*) that was boasting a one-centimetre-thick square stem and a homorhizic root system. The plant with its fresh, fragrant and inconspicuously pubescent, bright green stem leaves stood out from the already brownish, dark green shades of other plants growing on the gravel terraces at the time. Clearly, it was an alien, but what was its name, where did it come from and how did it end at the gravel terrace? It took the narrator quite a long while before he had the answers to these questions. His fellow authors helped him solve the mystery.

## Chemistry

**Chemical Reactions in Dense Molecular Clouds**

Matjaž Simončič

Like our environment, we too are made up of atoms. Atoms join up with other atoms through chemical bonds to form larger or smaller molecules. These in turn bond into larger macromolecules such as DNA, RNA and proteins, which are key components of living organisms. It's a long road to life and it always requires linking of "simple" building blocks into more complex structures. While the question on the origin of life is certainly relevant, it might make even more sense to ask where our story began. To be able to live we need small components called *biochemical precursors* (simple organic molecules: ethanol, methanol, formic acid, formaldehyde, acetonitrile and others). There are several theories as to how they evolved on Earth. The most widespread is that these molecules formed in hydrothermal vents on the deep sea floor about four billion years ago. Other theories assume the formation of simple organic molecules outside the Earth and planets in general, namely in large cosmic formations called *molecular clouds*. It is believed that these organic building blocks were deposited on the surface of planets via interstellar dust and with meteorite collisions over millions of years. Hence, our story will take shape in molecular clouds that form part of an interstellar medium (interstellar space).

## Medicine

**The Importance of Doctor-Patient Communication – Word, the First Cure**

Katarina Miklavc

"One hundred years ago medicine was closely linked to humanities, philosophy, theology and sociology, there being no medicines, surgery, internal medicine... Natural sciences that came later kidnapped medicine, so to speak, turning it from an activity that was very close to humanities, into a highly impersonal technological practice." (Teršeglav, 2015) A physician's statement from 2013 resonated with the author. It demonstrates the awareness that in the world that is becoming increasingly technology-focused and impersonal people are losing contact with each other, with doctors and patients being no exception, which is something both medi-

cal workers and patients acknowledge. Today it sometimes seems that a doctor's role is limited to presenting the patient with results of endless tests and prescribing a corresponding treatment. Even though much has been said about the importance of communication and although most people are clearly aware how important it is, communication is nevertheless being lost. Communication is the main process taking place between two people regardless of their relationship and in difficult situations, such as an illness, it becomes even more important. Each one of us knows that when we feel bad or find ourselves in what we believe is a hopeless situation, an encouraging word from someone close to us, someone who listens, can do wonders. The same applies to the doctor-patient relationship, which is nothing but a relationship between two people in which conversation plays an extremely (if not the most) important role, one that is not always easy. I am surprised how often the power of a simple conversation is neglected in medical circles, where doctors try to replace it with a thousand and one tests, medications and similar, all in an effort to help the patient the best they can, even though our word alone could tip the scales even more to the patient's advantage. Does the long and difficult study process really justify the loss of compassion for fellow man? Is the lack of time and work overload that doctors suffer a good enough excuse for their failure to establish trust and rapport with their patients?

## Entomology

**It's Raining Insects**

Matija Gogala

Last June I spent some time in Greece with my colleague Tomi Trilar, studying the cicada in the western, continental part of the country. We drove to towns and villages in the Paromythia mountains near Mt. Tomaros and later also to Akarnanika near Lefkada island. Always when we work in the field we stop when we find a promising site, take out a sound recorder with a bat (ultrasound) detector and our entomological nets, and set out to search our respective sides of the terrain on our hunt for the cicada. This time, however, on our journey on the mountain trail winding on the slopes of the Paromythia Mountains at 700 m a.s.l., something entirely different captured our attention when we stepped out of the car. Insects started raining from the sky, crashing with loud noise onto the hood of the car, its roof and windscreen. It was backswimmers, water bugs *Notonecta viridis* that must have confused the shiny surface of the car for water, which similarly reflects the sky in all its beauty, with clouds and all.

## Ornithology

**Finch "Invasion"**

Jurij Kurillo

On March 2018, a little after 7 am, a flock of about one hundred chaffinches (*Fringilla coelebs*) appeared on a meadow over the Sava Bridge in the settlement Čirč near Kranj. They came with bramblings (*Fringilla montifringilla*). All of them were pecking at seeds that persisted on dry blades of grass defying the winter and snow. After an hour the flock took to the sky and never came back. Casual observers of nature are used to seeing chaffinches in their gardens in the summer and in feeders in winter, but they usually come alone. Such massive "gathering" of this bird species was the first that the author had ever seen!

## Nature Conservation

**Poaching and Illegal Killing of Birds in Slovenia**

Tjaša Zagoršek, Ivan Kljun

This year, the *Bird Watching and Bird Study Association of Slovenia* launched a four-year project *Against Illegal Killing of Birds on the Adriatic Flyway*, supported by the German foundation *EuroNatur*. The goal of the project is to ensure safe passage of birds. After only a few months it has already become obvious that the situation in Slovenia is much worse than previously assumed.

## Our Sky

**InSight Probe Lands on Mars**

Mirko Kokole



Naslovnica: *Zaledenela geometrija na Cerkniskem jezeru*. Foto: Petra Draškovič Pelc.

## Proteus

Izbaja od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik:

Priradoslovno društvo Slovenije

Odgovorni urednik:

prof. dr. Radovan Komel

Glavni urednik: dr. Tomaž Sajovic

Uredniški odbor:

Janja Benedik

prof. dr. Milan Brumen

dr. Igor Dakskobler

asist. dr. Andrej Godec

akad. prof. dr. Matija Gogala

dr. Matevž Novak

prof. dr. Gorazd Planinšič

prof. dr. Mihael Jožef Toman

prof. dr. Zvonka Zupanič Slavc

dr. Petra Draškovič Pelc

<http://www.proteus.si>

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

© Priradoslovno društvo Slovenije, 2018.

Vse pravice pridržane.

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

Lektor: dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavletič

Angleški prevod: Andreja Šalamon Verbič

Priprava slikovnega gradiva: Marjan Richter

Tisk: Trajanus d.o.o.

Svet revije Proteus:

prof. dr. Nina Gunde – Cimerman

prof. dr. Lučka Kajfež – Bogataj

prof. dr. Tamara Lah – Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

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

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

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

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

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

**Proteus (tiskana izdaja) ISSN 0033-1805**

**Proteus (spletna izdaja) ISSN 2630-4147**

### Uvodnik

## Rušenje slonokoščenih stolpov

Veliki francoski razsvetljenski mislec Denis Diderot (1713-1784) je o drugem razsvetljenskem velikanu Voltairju (1694-1778) zapisal sledeče besede občudovanja: »Drugi zgodovinarji govorijo o dejstvih, da bi nas seznanili z njimi. Vi govorite o njih zato, da bi v naših srcih zanečili močno sovraštvo do laganja, nevednosti, hinavščine, praznoverja in tiranije; in sovraštvo ostaja tudi takrat, ko se dejstev niti ne spominjamo več.« Diderotove besede kot *moto* uvajajo knjigo z naslovom *The Politics of History*, ki jo je leta 1970 napisal znameniti ameriški zgodovinar, univerzitetni profesor in družbeni aktivist Howard Zinn (1922-2010).

Zinn je v enem od intervjujev svoj življenjski *kredo* razložil takole: »Želel sem si, da bi moje pisanje o zgodovini in moje poučevanje zgodovine bili del družbenega boja. Želel sem biti del zgodovine in ne samo zapisovalec in učitelj zgodovine. [...] Z zgodovino sem se začel ukvarjati, ne da bi bil zgodovinar, ne da bi bil učenjak, ne da bi bil znanstvenik, ne da bi pisal znanstvene

članke za znanstvene revije, ne da bi hodil na znanstvene konference, da bi s prispevki dolgočasil kolege zgodovinarje. Z zgodovino sem se začel ukvarjati, ker sem bil družbeni aktivist že pri osemnajstih. [...] Ko se začel študirati zgodovino in začel razmišljati, da bi postal učitelj in pisal o zgodovini, sem že vedel, da ne bom postal nevtralni učitelj. Da ne bom postal enostavno 'učenjak'.

Tisto, kar je Diderota pri Voltairju navdušilo, je v bistvu enako sistem, kar je v poklicu in življenju vodilo Howarda Zinna: o zgodovini ne velja samo pisati, zgodovino je treba ustvarjati. Tako Zinnovo stališče je za novoveško ideologijo znanosti, po kateri mora biti vsako znanstveno početje »objektivno«, »brezinteresno« (»nezainteresirano«?) in »nevtravno«, - z drugimi besedami, iztrgano iz konkretnega družbeno-zgodovinskega konteksta in tako zaprto »v slonokoščeni stolp« -, problematično. V resnici je problematična prav sama novoveška ideologija znanosti. »Psiholog bi osupnil,« je zapisal Zinn, »če bi kdo samo namignil, da mora v zvezi z življenjem ali

smrtjo, zdravjem ali boleznijo zavzeti nevtralnemu stališču.«

Zelo pomenljivo je, da je novoveški ideologiji znanosti na las podobna tudi novoveška ideologija umetnosti, ki jo je v svojem besedilu *Prelo-mne umetnostne prakse (Veselje v gledanju, 2007)* morda najlepše razložil sociolog in družbeni aktivist Rastko Močnik (1944-). V njem razpravlja o partizanski kulturi in umetnosti, ki sta bili konstitutivni del protifašističnega narodnoosvobodilnega boja in sta se kot taki uprli tudi novoveški estetski in kulturni ideologiji. Po tej ideologiji, ki v vsej svoji nepremišljenosti še vedno prevladuje, morajo biti umetniški (in kulturni) izdelki - če hočejo veljati za umetnost - »iztrgani iz konkretnega in zgodovinskega konteksta, v katerem niso zgolj nastali, temveč so imeli tudi čisto natančno vlogo«.

Močnik to ponazarja z Giottovimi freskami v družinski kapeli Scrovegnijev v Padovi. Freske, naslikane v letih od 1303 do 1305, veljajo za poznosrednjeveško mojstrovino zahodne umetnosti in jih slogovno uvrščajo v tako imenovano protorenesanso. Z gradnjo kapele in Giottovo poslikavo se je posojevalec denarja iz Padove Enrico degli Scrovegni želel odkupiti za grehe svojega očeta, Reginalda degli Scrovegnija, ki je bil tako neznošen oderuh, da ga je italijanski pesnik Dante Alighieri v svoji *Božanski komediji* (1309-1321) »obsodil« na večno trpljenje v peklju. Oderuhi so bili - kot je zapisal francoski zgodovinar Jacques le Goff (1924-2014) - začetniki kapitalizma. Bili pa so tudi kristjani in cerkev je ostro preganjala oderuštvo. V družbi, v kateri je bila zavest vselej verska zavest, je oderuhe zadrževal tesnoba pred peklom. Oderuhovo upanje, da se bo s cerkveno »iznajdbo« vic v 12. stoletju in odkupovanjem za svoje grehe izognil peklju, je počasi tlakovalo gospodarstvu in družbi 13. stoletja pot v kapitalizem, v katerem je »oderuštvo« - ki se je preimenovalo v dobiček - postala samoumevna vršina. In res - po našem ne-vemo-odkod-vzniklem, torej nemišljeno privzetem umevanju umetnosti lahko Giottove freske uživamo, tudi če ne poznamo opisanih družbeno-zgodovinskih okoliščin. Ali kot je še ostreje zapisal Močnik: »Za vzpostavitev estetske razsežnosti, v kateri danes gledamo Giotta, je odločilno, da so konkretne zgodovinske okoliščine, praktične predpostavke, družbeni vzroki za produkcijo umetniških del in njeni sočasni učin-

ki ponižani v pritlehno anekdotično kurioznost,« torej v nekaj, kar nima posebne vrednosti. Po novoveški, kapitalistični estetski ideologiji je umetnost avtonomna, torej »nad« vsakdanjo »banalnostjo« sveta. Nemški filozof Immanuel Kant (1724-1804) je avtonomijo umetnosti tudi »utemeljil«: umetnost je brezinteresna, saj »ne zbujata interesa za objekt«, ne čutnega ne moralnega ne spoznavnega, se pravi, da tudi nima nobenega zunanega smotra. Radikalna oblika takšnega razumevanja umetnosti, ki je nastala v 19. stoletju, je larpurlartizem, umetnostni nazor, po katerem je funkcija umetnosti samo še »estetska«.

Partizanska umetnostna in kulturna tvornost - nasprotno - ni hotela biti »avtonomna«. Bila je namreč neločljivi del boja za osvoboditev naroda, to pa je bil boj na življenje in smrt proti fašizmu in nacizmu, takrat »najbolj razviti obliki kapitalističnega barbarstva«. Narod je bilo mogoče osvoboditi - kot zapíše Močnik - le tako, da so odpravljali vse, kar je onemogočalo svobodo človeka in naroda. Z eno besedo, »podreti so morali kapitalistično družbo«, z njo pa tudi slonokoščeno zidovje, s katerim je kapitalistična ideologija umetnost in kulturo »varovala« pred stvarnim življenjem in vplivanjem nanj. Ali kot je zapisal mehiški slikar Diego Rivera (1886-1957): »Jasno je, da si buržoazija ne želi umetnosti, ki bi lahko služila revoluciji.« Protifašistični boj je v resnici bila socialistična revolucija v vseh ozirih.

Tudi zgodovinar Howard Zinn je rušil slonokoščeni stolp, v katerega je kapitalistična ideologija želela »zapreti« tudi znanost. V uvodu svoje knjige je zapisal: »Ali ne bi moral zgodovinar v svetu, kjer otroci še vedno trpijo lakoto in nanje padajo bombe, v imenu vrednot, v katere iskreno in globoko veruje, s svojim pisanjem vred pogumno zakorakati v areno življenja? Ali nismo zgodovinarji najprej ljudje in *prav zaradi tega* strokovnjaki?«

Močnik je zapisal: »Sodobna umetnost je lahko le politična umetnost, če to ni, je zgolj estetizirajoči kič.« Znanstvenik Zinn je stal na podobnem stališču - znanost je lahko samo politična, torej taka, ki si prizadeva za boljši svet, drugače je zgolj scientizem, ki zaradi zagovarjanja avtonomije, to je brezbriznosti do družbenih okoliščin, te okoliščine, z vsemi nepravičnostmi vred, samo utrjuje.

*Tomaž Sajovic*

# Kako z lastnim imunskim odzivom premagati raka – ob letošnji Nobelovi nagradi za medicino

*Radovan Komel*

Letošnjo Nobelovo nagrado za pomembno odkritje v medicini si bosta razdelila imunologa Američan James P. Allison in Japonec Tasuku Hondžo, ki sta svoje raziskovalno življenje posvetila preučevanju zaviralcev našega imunskega sistema in iskanju odgovora na vprašanje, kako onemogočiti te zaviralce, da bi bolniku lastne celice ubijalke (T-limfociti, ki so del imunskega sistema) lahko padle in uničile rakave celice.



**James Patrick Allison**, imunolog, rojen leta 1948 v mestecu Alice v Teksasu v Združenih državah Amerike. Študij mikrobiologije je zaključil leta 1969 na Univerzi Teksas v Austinu in tam tudi doktoriral iz bioloških znanosti leta 1973, nato pa vse do leta 2012 kot biokemik in kasneje kot redni profesor imunologije znanstvenoraziskovalno deloval na številnih uglednih ameriških ustanovah na področju preučevanja mehanizmov v razvoju rakavih bolezni. Od leta 2012 naprej je profesor in predstojnik katedre za imunologijo v Centru MD Andersona (Monroe Dunaway Anderson) za raziskave raka teksaške univerze v Austinu in predsedujoči v znanstvenem svetu ameriškega Inštituta za raziskave raka.

## **Kaj je rak?**

Beseda rak označuje veliko skupino bolezni, za katere sta značilni nenadzorovana rast in pomik celic po organizmu. Nastane kot posledica večletnega kopičenja poškodb (mutacij) večjega števila genov, ki so udeleženi v uravnavanju rasti in delitve celic, presnovi in popravljanju genskih okvar. Poškodbe nastanejo zaradi zunanjih (ionizirajoča sevanja, mutagene kemikalije, zloraba alkohola, kajenje, nepravilna prehrana) in notranjih (podedovane poškodbe dednine, hormonske in



**Tasuku Hondžo**, zdravnik imunolog, rojen leta 1942 v Kjoto na Japonskem. Po zaključenem študiju medicine leta 1966 in podiplomskem raziskovalnem delu v Združenih državah Amerike, kjer je preučeval genetske osnove imunskega odgovora, je leta 1975 doktoriral iz medicinske kemije na Univerzi Kjoto, kot docent in izredni profesor nadaljeval z znanstvenoraziskovalnim delom na tokijski univerzi in na Univerzi v Osaki, od leta 1984 pa ima mesto rednega profesorja na kjotski univerzi, kjer v zadnjem obdobju tudi vodi Oddelek za imunologijo in genomsko medicino ter predseduje upravnemu odboru Fundacije za biomedicinske raziskave in inovacije.

presnovne motnje, oslabljeni imunski sistem) dejavnikov. Celica, ki zaradi mutacije uide nadzoru, raste in se deli hitreje od neprizadetih celic v svoji neposredni okolici (tkivu) in iz nje izhajajoče celice so še bolj dovzetne za nove poškodbe in če se v neki hitreje deleči se celici to zgodi, imajo njene potomke še večjo zmožnost rasti in nenadzorovanega širjenja zunaj svojega ožjega okolja (proliferacija). Ko se to večkrat zgodi, v končni fazi pride do izoblikovanja tumorja, ki iz benigne in preko »blažje« maligne oblike (ko tumor še ni imel zmožnosti širjenja zunaj svojega tkiva oziroma organa) preide v agresivno maligno, v kateri zelo spremenjene tumorske celice zapuščajo tumorsko maso in po krvnem ali limfnem obtoku lahko dosežejo oddaljene organe, v katerih izoblikujejo tako imenovane metastaze, ki usodno prizadenejo delovanje organov in so glavni vzrok smrtnosti pri raku.

Po podatki Svetovne zdravstvene organizacije bo leto 2018 zaključilo 18 milijonov novih primerov raka po vsem svetu in 9 milijonov ljudi bo zaradi te bolezni umrlo. Število novih primerov kljub izrednemu napredku pri preprečevanju in zdravljenju bolezni raste iz leta v leto in napovedi so slabe: če danes ena od treh oseb v svojem življenju zbolí in ena od šestih tudi umre za rakom, bo v prihodnjih dveh desetletjih ta bolezen ugotovljena že pri vsaki drugi osebi, predvsem zaradi vse daljše življenjske dobe ljudi in kot posledica boljših diagnostičnih metod. Prav napredek pri preprečevanju in zgodnjemu odkrivanju bolezni, ki izvira iz novih znanstvenih spoznanj o izvoru, nastanku in poteku raka, pa je po drugi strani povzročil, da se je doba petletnega preživetja po zdravljenju dvignila iz manj kot tretjine na več kot dve tretjini primerov in danes za številne vrste raka (predvsem v razvitem delu sveta) velja, da ob najnovejših načinih zdravljenja niso več usodna, temveč kronična ali celo popolnoma ozdravljiva bolezen. Najhujši problem so še vedno njene prepozno odkrite in agresivne oblike, ki

metastazirajo v druga tkiva in organe, kjer kljub izboljšanim metodam zdravljenja in posledično nekoliko izboljšani dobi preživetja popoln nadzor bolezni in ozdravitev v večini primerov nista mogoča. Sodobna medicina pozna in uporablja tri stebre zdravljenja raka: kirurško odstranitev, zdravljenje z obsevanjem z ionizirajočimi žarki (radioterapija) in zdravljenje s kemičnimi snovmi (citostatiki), ki zavirajo rast tumorskih celic (kemoterapija). Kljub vsemu popolna kirurška odstranitev tumorja v številnih primerih ni mogoča, zaradi njegove problematične lege (na primer v možganih) in večkrat tudi navzočnosti tako imenovanih matičnih celic raka, ki jih kirurgija ne odstrani, se pa hitro razsejejo v druge dele organa in povzročijo novo rast tumorja. Ob vsem tem tudi radioterapija in kemoterapija nista popolnoma specifični, lahko prizadene tudi zdrave celice (stranski učinki zdravljenja), nekatere rakaste celice pa preživijo in povzročijo ponovitev bolezni. V zadnjem desetletju je bilo zdravljenje raka zelo uspešno nadgrajeno z uporabo tako imenovanih bioloških zdravil oziroma iz bioloških virov pridobljenih biofarmaceutikov, med katere uvrščamo proteine, pridobljene z gensko tehnologijo, cepiva, monoklonska protitelesa in pripravke za gensko zdravljenje. Številna nova zdravila zaznamuje veliko večja specifičnost do rakavih celic in zato danes že lahko govorimo o usmerjenem načinu zdravljenja raka. Trem omenjenim stebrom zdravljenja raka sta letošnja nobelovca dodala popolnoma nov pristop, ki vključuje poseg v imunski sistem bolnika na način, ki imunskim celicam omogoči, da prepoznajo rakaste celice kot tujke, jih napadejo in uničijo. S tem sta postavila nov mejnik v imunskem zdravljenju raka, tako imenovani imunoterapiji.

### **Nekaj osnov o tem, kako deluje naš imunski sistem**

Imunski sistem sestavljajo specializirane imunske celice (makrofagi, limfociti B, limfociti T) in organi (bezgavke, limfatični

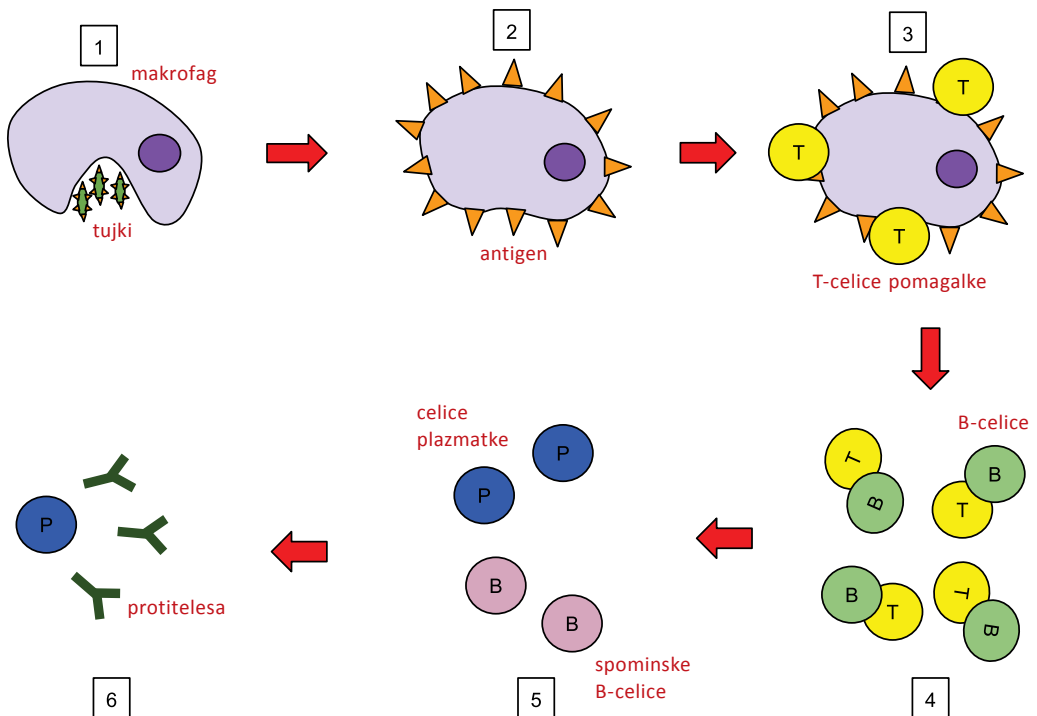
organi), ki s posebnimi procesi varujejo naš organizem pred tujki (patogenimi organizmi, strupi in tujimi celicami oziroma tkivi). Tujim molekulam, ki sprožijo imunski odziv s tem, da se vežejo na specifične imunске receptorje na površini imunskih celic, pravimo antigeni. Antigeni so lahko prisotni na bakterijah, virusih, parazitih in glivah ter na površini tujih celic.

Poznamo **prirojeni** in **prilagodljivi (pridobljeni) imunski odziv** na prisotnost antigena. **Prirojeni imunski odziv** je takojšen in nespecifičen odziv organizma, ki pride v stik s tujkom (antigenom): ob vdoru tujka se sproži vnetje, ki na mestu poškodbe omogoči prekrvavljenost tkiva in s tem kopičenje obrambnih celic; v vnetem tkivu nastajajo beljakovine (beljakovine komplementnega

Slika 1: **Imunski odziv s posredovanjem makrofagov.**

- (1) Makrofag, ki požira patogene celice.
- (2) Makrofagi encimsko razgradijo (prebavijo) patogene celice in izpostavijo (predstavijo) njihove antigene na svoji površini; s tem delujejo kot »predstavitvene celice«.
- (3) Celice pomagalke (T-limfociti, ki imajo na površini širokospecifične T-receptorje in lahko prepoznajo različne antigene oziroma patogene), se vežejo na površino makrofagov in se s tem aktivirajo ter postanejo specifične za določeno vrsto antigena.
- (4) Aktivni T-limfociti nase vežejo B-limfocite, jih s tem aktivirajo in vsakega diferencirajo v obliko za prepoznavo določenega antigena.
- (5) Nekateri B-limfociti se pretvorijo v celice plazmatke in te se sprostijo v krvni obtok. Preostali B-limfociti pa postanejo spominske B-celice, ki ob drugi invaziji omogočijo hiter imunski odziv na novo prisotnost patogena.
- (6) Celice plazmatke takoj proizvajajo protitelesa (imunoglobuline), ki specifično prepoznajo in nase vežejo antigene invazivne patogene celice.

Slika prirajena po: Wikipedija - [https://en.wikipedia.org/wiki/Humoral\\_immunity](https://en.wikipedia.org/wiki/Humoral_immunity).



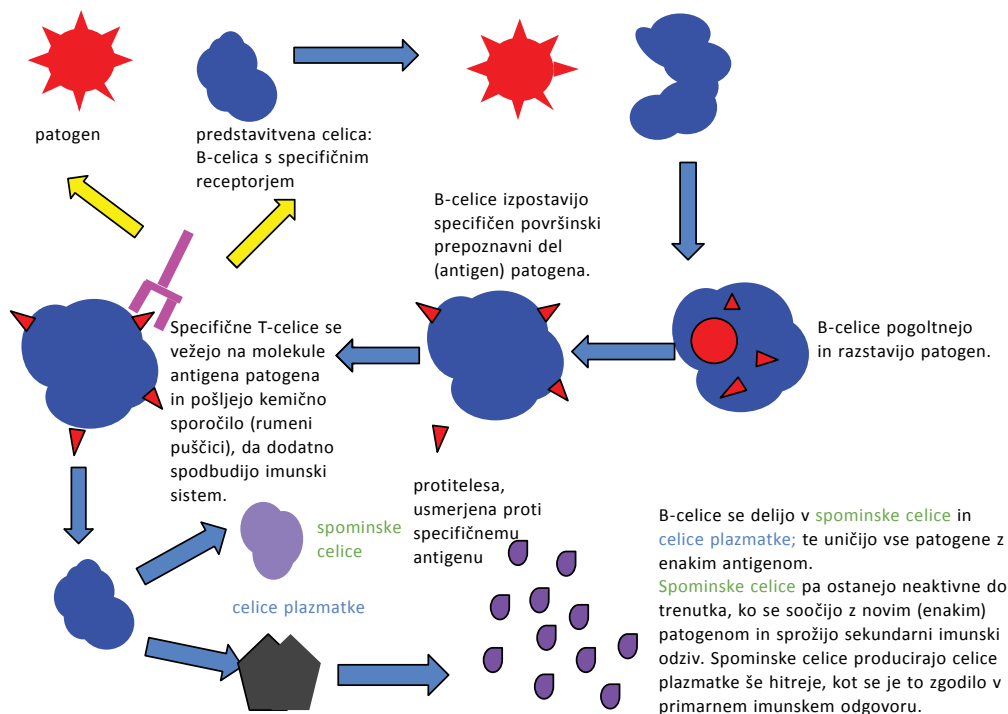


sistema), ki ustvarijo pore v membranah tujih celic, skozi katere vdre voda in jih uniči; bele krvne celice (levkociti) prepoznajo tujke, jih požirajo in z encimsko razgradnjo uničijo. Do **prilagodljivega imunskega odziva** pa pride šele po nekaj dneh ali tednih. Razlikujemo **humoralni imunski odziv** kot odziv na antigene, prisotne v telesnih tekočinah (limfa, kri), in **celično posredovani imunski odziv** kot odziv na antigene, ki so vdrli v celice našega organizma. Humoralni odziv posredujejo protitelesa (imunoglobulini), ki jih izdelujejo limfociti B in ki specifično spoznajo, vežejo in odstranijo antigene. **Limfociti** so podvrsta belih krvnih celic, v katero uvrščamo naravne **celice ubijalke** (citotoksični limfociti, dejavni v prirojenem

hitrem in nespecifičnem imunskem odgovoru), **limfocite T** (različne vrste T-celic, dejavni v celično posredovanem oziroma citotoksičnem prilagodljivem imunskem odgovoru) in že omenjene **limfocite B** (B-celice, dejavne v humoralnem prilagodljivem imunskemu odzivu). Posebna vrsta belih krvničk s fagocitno (požiralno) aktivnostjo so **makrofagi**, ki pri vretenčarjih predstavljajo pomembno sestavino tako nespecifične kot tudi prilagodljive imunosti. Razvijejo se iz monocitov v rdečem kostnem mozgu in v organizmu delujejo kot čistilci propadlih celic in ostankov, v imunskem sistemu pa imajo posebno vlogo kot »predstavitvene celice«, celice, ki imunskemu sistemu izpostavijo antigene tujih celic.

Slika 2: Poenostavljeni prikaz primarnega imunskega odziva na specifični patogen.

Slika prirjena po: Wikipedia - [https://en.wikipedia.org/wiki/Immune\\_response](https://en.wikipedia.org/wiki/Immune_response).



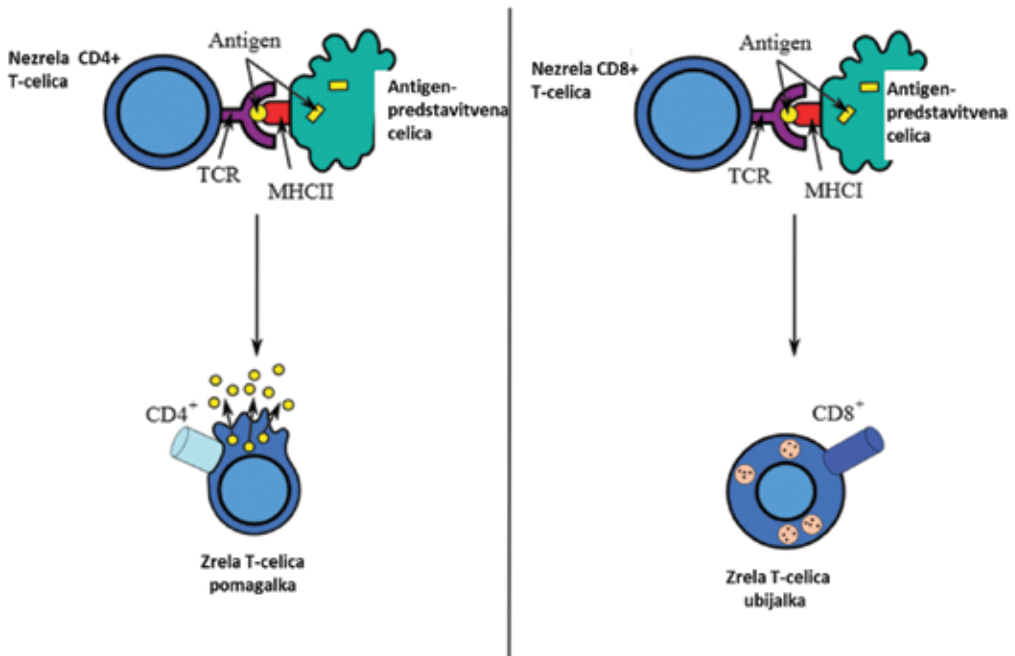
Celice **humoralne prilagodljive imunosti** (B-celice in T-celice) so zelo specifične, saj vsaka med svojim razvojem oblikuje receptor, ki prepozna samo določeni antigen. V primeru invazije več vrst patogenov ali patogena, ki vsebuje več vrst antigenov, se seveda oblikuje široka množica imunskih celic, v kateri se vsaka celica B razlikuje od druge in enako velja tudi za celice T, zato je sistem pripravljen na odgovor proti raznolikim tujim celicam in snovem in lahko proizvede množico protiteles, v kateri vsako prepozna svoj specifični antigen. Humoralni imunski sistem je druga linija obrambe organizma, ko so tujki že prešli prvo linijo obrambe. Primarni odgovor je razmeroma počasen, saj je zelo specifičen (usmerjen proti določenemu antigenu) in njegova aktivacija zahteva nekaj časa. Imunske celice z izločanjem sporočilnih molekul, limfokinov, med seboj komunicirajo in aktivirajo ostale celice imunskega sistema. Ob prvem stiku z antigenom se tudi razmeroma počasi vzpostavi spominska sposobnost celic T in B za prepoznavanje tega antigena. Vzpostavitev spominskega sistema pa ob ponovnem stiku z istim patogenom (antigenom) omogoči neprimerno hitrejši in odločnejši sekundarni odziv.

Posebna vrsta limfocitov T, ki so dejavni v **celično posredovanem (citotoksičnem) imunskem odzivu**, pa so tako imenovani citotoksični limfociti T (T-celice ubijalke, ki so analogne naravnim celicam ubijalkam prirojenega hitrega imunskega odziva), namenjeni odstranjevanju tujih, okuženih ali poškodovanih oziroma spremenjenih celic. Na površini imajo izpostavljene T-celične receptorje, ki prepoznavajo antigene tujih celic, te vežejo nase in tuje celice uničijo. V procesu zorenja limfocitov v priželjcu (limfatični organ, timus) pride do preurejanja genskih segmentov genov, ki imajo zapis za zgradbo proteinov T-celičnih receptorjev, v številne kombinacije. Nastane na milijone različic T-limfocitov z različnimi T-celični-

mi receptorji, kar omogoči imunskemu sistemu, da lahko da odgovor na skoraj vsak tuji protein, s katerim se sooči. V procesu zorenja limfocitov so ti v timusu izpostavljeni tisočem različnih, tudi telesu lastnih antigenov, med njihovo selekcijo pa se izločijo in propadejo tisti, ki premočno prepoznavajo in vežejo telesu lastne antigene, saj bi v nasprotnem primeru prišlo do pojava avtoimunosti.

T-receptorji limfocitov T (T-celični receptorji) prepoznajo in vežejo tuje antigene, ki jim jih izpostavijo (predstavijo) tako imenovane **antigen-predstavitvene celice**. Predstavljeni antigeni so povezani s proteini poglobitnega histokompatibilnostnega kompleksa (angleško *major histocompatibility complex*, MHC, pri človeku HLA). Proteini poglobitnega histokompatibilnostnega kompleksa, ki se izražajo na površini celic, imajo v imunskem sistemu vlogo razločevanja med lastnimi in tujimi antigeni. Antigen-predstavitvene celice so lahko makrofagi in limfociti B (B-celice), ki pogoltnejo in prebavijo tuje celice in predstavijo njihove antigene (povezane s proteini poglobitnega histokompatibilnostnega kompleksa) T-receptorjem celic pomagalk (posebni obliki T-limfocitov), kot je prikazano na slikah 1 in 2. Antigen-predstavitvene celice pa so tudi dendrične celice, ki na enak način predelajo tuje celice, njihove antigene pa predstavijo citotoksičnim limfocitom (T-celicam ubijalkam), ki so dejavni tudi v imunskem odgovoru na tuje celice in potencialno tudi na celice raka.

T-receptorji limfocitov T torej vežejo tuje antigene, ki jim jih izpostavijo antigen-predstavitvene celice, in sprožijo imunski odziv, vendar pri tem sodelujejo tudi posebni pomožni proteini, ki imunski odziv pospešujejo ali zavirajo; ravnotežje med delovanjem enih in drugih zagotavlja nadzor imunskega odgovora tako, da se ta učinkovito odzove na pojav tujih celic, obenem pa se izogne čezmerni aktivaciji, ki bi pripe-



*Slika 3: Predstavitev antigena s strani antigen-predstavitevne celice spodbudi različne vrste T-limfocitov, da dozori v T-celice pomagalka ali T-celice ubijalke. CD4 in CD8 sta pomožna proteina T-celičnega receptorja (TCR), ki omogočata njegovo povezavo s proteinom poglavitnega histokompatibilnostnega kompleksa (MHC) antigen-predstavitvene celice in aktivacijo T-celic. Aktivirane zrele T-celice pomagalka ob interakciji z antigenom izločajo sporočilne molekule citokinov, ki spodbudijo druge celice imunskega sistema, medtem ko zrele T-celice ubijalke prepoznajo antigene tujih celic, te pogoltnejo in jih razgradijo.*

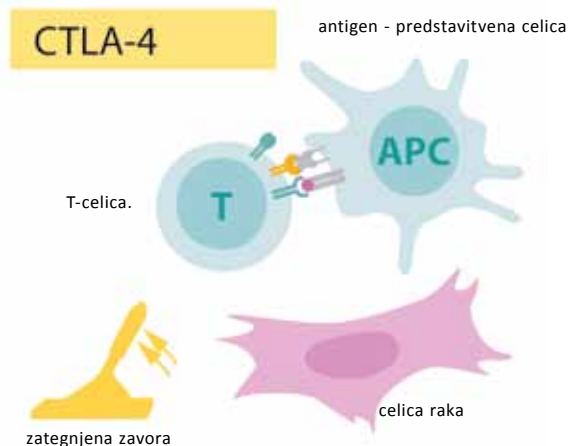
*Slika prvirjena po: Wikipedija - [http://psychology.wikia.com/wiki/T\\_helper\\_cell](http://psychology.wikia.com/wiki/T_helper_cell).*

ljala do avtoimunskega uničevanja zdravih telesnih celic in tkiv. Znanstveniki, ki so odkrivali in raziskovali proteine pospeševalce in zaviralce T-celic, so prispevali ključna spoznanja, ki so utrla pot novim načinom v imunskem zdravljenju raka in letošnji Nobelovi nagradi.

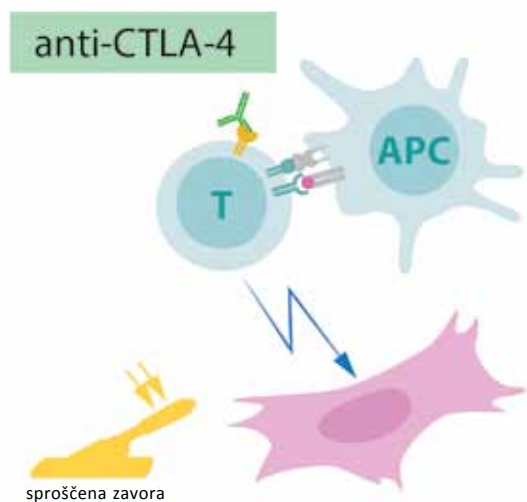
### **Odkritje Jamesa P. Allisona**

V devetdesetih letih preteklega stoletja je letošnji nagradjenec, imunolog James P. Allison, na kalifornijski univerzi v Berkeleyju z natančnimi poskusi potrdil opažanja svojih predhodnikov, namreč da predhodno že odkriti protein T-celic, imenovan CTLA-4, deluje kot zaviralec njihovega delovanja. Medtem ko so ostali po logičnem sklepanju protein CTLA-4 želeli uporabiti kot zavo-

ro pri zdravljenju avtoimunskega bolezni, je Allison ubral popolnoma nasprotno pot: razvil je protitelo, ki z vezavo na CTLA-4 blokira njegovo zaviralno sposobnost, kar T-celici omogoči izražanje njene citotoksične dejavnosti proti celici, katere antigen(e) prepoznava kot tujek. Prvi poskus zdravljenja raka je s sodelavci opravil konec leta 1994, pred božičnimi prazniki in po njih: v poskusnih miših, v katerih so sprožili nastanek in razvoj raka, mu je s protitelesi proti zavirali T-celic uspelo »odkleniti« njihovo citotoksično aktivnost in rak je izginil. Zanimivo je, da je bila farmacevtska industrija do spektakularnega odkritja v začetku zelo zadržana, predvsem zato, ker še vedno ni bilo dovolj znanja o tem, kateri so razpoznani antigeni celic raka, poleg tega pa so



Predstavitevna celica T-receptorju limfocita T (T-celice) izpostavi antigen rakave celice, ki je v kompleksu z njenim površinskim proteinom MHC, obenem pa tudi svoj antigen CD80 (protein CD 80) izpostavi izvornemu proteinu T-celice (CTLA-4), ki antigen CD80 veže močnejše od proteina pospeševalca T-celice. Zavora je vključena in T-celica ni aktivirana za napad na celico raka.



Z umetno ustvarjenim protitelesom proti proteinu CTLA-4 preprečimo, da bi se ta povezal z antigenom predstavitvene celice (CD80). Zato se antigen CD80 z lahkoto poveže s T-proteinom pospeševalcem in T-celica je aktivirana za napad na celico raka.



Sliki prirajeni po: *The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2018 – Advanced information*;  
<https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2018/advanced-information/>.

na poskusnih miškah ugotavljali tudi resne avtoimunske učinke zdravljenja. Allison je s svojimi raziskavami kljub temu nadaljeval

in postopek izpopolnil za uporabo v humani medicini. Ni minilo veliko časa in številne raziskovalne skupine so v preteklem



desetletju poročale o spodbudnih rezultatih zdravljenja raka s to metodo. Več neodvisnih študij je dokazalo zelo učinkovito zdravljenje agresivnega kožnega raka melanoma, kjer je pri večjem številu bolnikov prišlo do popolnega ozdravljenja, čeprav so opazili tudi resne stranske avtoimunske učinke zdravljenja. Kljub temu je ameriška nacionalna agencija za zdravila leta 2011 dala soglasje za proti-CTLA-4 terapijo, predvsem v luči dejstva, da je predhodna klinična študija pokazala občutno podaljšano dobo

preživetja tako zdravljenih bolnikov s hudo, neoperabilno metastatsko obliko melanoma.

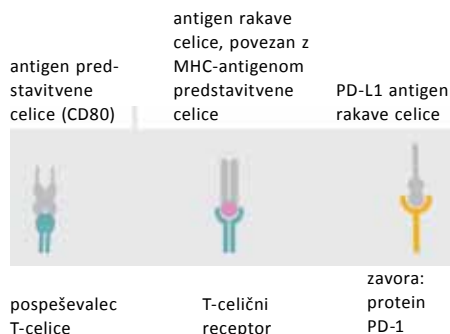
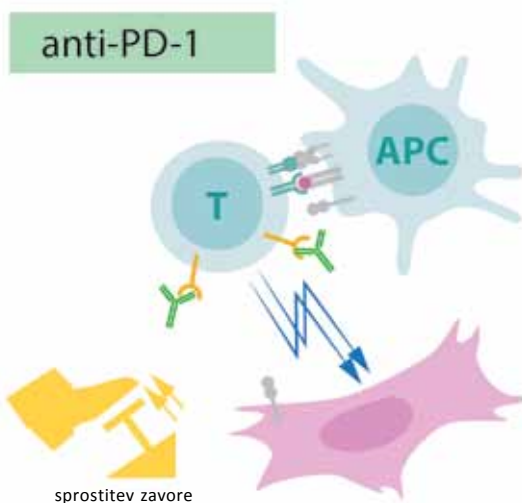
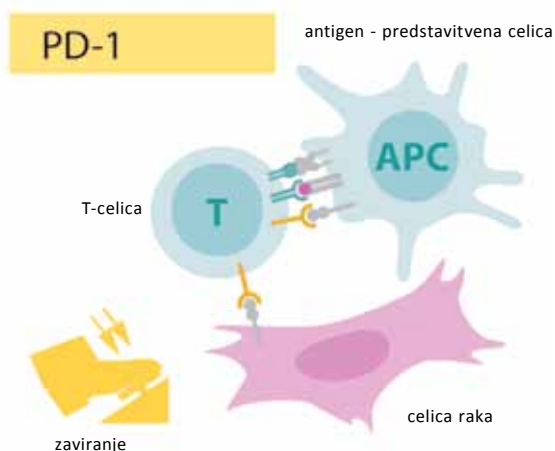
### Odkritje Tasukuja Hondža

Dve leti pred prvim Allisonovim poskusom zdravljenja raka pri poskusnih miškah, leta 1992, je drugi letošnji nagrajenec, japonski zdravnik imunolog Tasuku Hondžo, sam

*Slika prirjevna po: The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2018 – Advanced information; <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2018/advanced-information/>.*

Predstavitvena celica T-receptorju limfocita T (T-celice) izpostavi antigen rakave celice v kompleksu s svojim proteinom MHC, obenem pa izpostavi tudi svoj antigen CD 80 (protein CD80) proteinu pospeševalcu T-celice (CTLA-4), kot tudi antigen rakave celice PD-L1, ki se veže na T-celični protein PD-1, zavora limfocita T. Zavora je vključena in T-celica ni aktivirana za napad na celico raka.

Z umetno ustvarjenim protitelesom proti zavornemu proteinu PD-1 preprečimo, da bi se ta povezal z antigenom rakave celice PD-L1, ki ga izpostavlja predstavitvena celica. Zavora je izključena, antigen predstavitvene celice CD80 sedaj deluje brez nasprotujočih zavornih signalov in T-celica je aktivirana za napad na celico raka.



odkril nov protein, imenovan PD-1, ki se tudi, tako kot protein CTLA-4, izraža na površini limfocitov T. Večletno raziskovanje v njegovem laboratoriju na kjotski univerzi je pokazalo, da tudi ta protein deluje kot zaviralec T-celic, vendar na drugačen način kot protein CTLA-4. Na PD-1 se namreč veže protein PD-L1, ki ga rakave celice izražajo na svoji površini in s tem preslepijo imunski sistem, da bi jih prepoznal kot tujek. Ko se na PD-1 limfocita T veže protein PD-L1, je citotoksično delovanje limfocita T zavrto. Hondžo s sodelavci je pokazal, da z okupiranjem zavore PD-1 z ustreznim protitelesom preprečimo vezavo onkoproteina PD-L1, zavora je zato izključena in limfociti T lahko uničijo celice raka. Leta 2012 so z obsežno študijo dokazali, da na ta način lahko dosežemo učinkovito zdravljenje različnih vrst raka in celo njegovih najbolj agresivnih metastaznih oblik, ki so do tega trenutka veljale za neozdravljive.

### **Pot do spoznanja, da imunski sistem lahko izkoristimo za uničenje celic raka, je bila dolga**

Celice raka se po obliki in lastnostih nedvomno zelo razlikujejo od normalnih celic organizma in znanstveniki so dolgo vrsto let iskali odgovor na temeljno vprašanje, zakaj jih naš organizem ne prepozna kot tujke. Ideja, da bi spodbudili imunski sistem, da bi jih prepoznal kot tujke, ni nova. Ob koncu 19. stoletja so že vedeli, da okužba s patogenimi bakterijami in virusi spodbudi imunski sistem. Prve poskuse zdravljenja raka na tak način sta pred 150 leti izvedla nemška zdravnik Busch (leta 1868) in Fehleisen (leta 1882), sledil je poskus Williama B. Coleya leta 1890, vendar negotovi izidi zdravljenja medicinske javnosti niso prepričali in tudi še v začetku 20. stoletja niso razumeli, na kakšen način naj bi infektivni agensi delovali na tumorske celice, čeprav so nekateri zdravniki ta pristop predlagali, ga uporabili in ga tudi uporabljajo v novejšem času pri zdravljenju raka me-

hurja (Morales leta 1976, Alexandroff leta 1999). Odkritja iz sredine in druge polovice 20. stoletja so omogočila, da smo spoznali, kako limfociti izrabljajo molekule (proteine) poglobitnega histokompatibilnostnega kompleksa (MHC), ki jih na svoji površini izražajo celice vretenčarjev, da razlikujejo med »telesu lastnim« in »telesu tujim« in z njihovo pomočjo izločajo invazivne patogene. Misel, da imunski sistem deluje tudi kot sistem nadzora nad rakom, se je izoblikovala po nizu odkritij o naravni in pridobljeni imunosti do te bolezni, zato raziskave ob koncu 20. in začetku 21. stoletja zaznamuje intenzivno iskanje za tumorske celice specifičnih antigenov in načrtovanje postopkov zdravljenja, usmerjenega proti njim. Konvencionalne metode zdravljenja, usmerjene v neposredno uničevanje celic raka, katerih napredek je omogočilo odkrivanje novih in za rakaste celice bolj značilnih antigenov, so se močno izboljšale s prihodom tako imenovanih bioloških zdravil, med katerimi vidno mesto zavzemajo monoklonska protitelesa, usmerjena proti omenjenim označevalcem (antigenom) rakastih celic. Z njimi se je dalo doseči bolj specifično in natančno zdravljenje, z manj stranskimi učinki na ostale celice organizma, tako da lahko govorimo o »ciljanem« oziroma »tarčnem« načinu zdravljenja bolezni. Kljub temu pa se ta način v osnovi razlikuje od poskusov »imunskega zdravljenja raka«, katerega namen je spremeniti ali spodbuditi celice naše imunske obrambe za boj proti raku. Ta način namreč izrablja znanje o antigenih tumorskih celic za sproženje imunskega odgovora v bolnikovem organizmu.

Tumorsko specifični antigeni so lahko proteini, produkti mutiranih onkogenov, proteini, ki se zaradi okvarjenega izražanja genov v tumorskih celicah pojavljajo različno od pojavnosti v normalnih celicah, produkti onkogenih virusov in podobno. V tem pogledu in že v samem začetku so bili limfociti T kot osrednji dejavniki imunskega sistema deležni največje pozornosti, vendar

dolgo niso vedeli, na kakšen način prepoznajo antigene tujih oziroma spremenjenih celic. Odkritje T-celičnega receptorja (TCR) in njegove interakcije s peptidi poglobitnega histokompatibilnostnega kompleksa (MHC) na antigen-predstavitvenih celicah v osemdesetih letih preteklega stoletja je kmalu dopolnilo odkritje signalnih molekul (citokinov), ki se izločajo iz spodbujenih limfocitov in učinkujejo kot komunikatorji in aktivatorji celic imunskega sistema. Kmalu pa je postalo jasno, da samo interakcija med T-celičnim receptorjem in antigenom poglobitnega histokompatibilnostnega kompleksa ne zadostuje za popolno aktivacijo limfocitov T in da so za to potrebni še dodatni pomočniki. Dogodki so se nato v letih od 1980 do 2000 odvijali v logičnem zaporedju. Odkritju T-celičnega površinskega proteina CD28 je sledilo odkritje njegovega liganda na površini antigen-predstavitvenih celic, proteina CD80 (D7); njuna interakcija oziroma vezava drug na drugega spodbudi aktivacijo citotoksične aktivnosti T-limfocita. Izoblikoval se je koncept »dvojne aktivacije« kot posledice (a) povezave »T-celični receptor – antigen predstavitvene celice MHC« oziroma »T-celični receptor – MHC-antigen, povezan z antigenom tujka«, in (b) sočasne povezave »T-celični protein pospeševalec CD28 – antigen predstavitvene celice CD80«. Kmalu zatem so odkrili še dva površinska proteina T-limfocitov, protein CTLA-4 in protein PD-1, ki pa delujeta kot zaviralca citotoksične aktivacije T-limfocita. Prvi se povezuje z antigenom predstavitvene celice CD80 in v tem pogledu tekmuje s T-celičnim pospeševalcem CD28, drugi pa ima na površini antigen-predstavitvenih celic »izključno svojega« liganda, protein PD-L1. Raven izražanja genov za spodbujevalce in zaviralce je odvisna od fiziološkega stanja organizma in se kaže v večji ali manjši prisotnosti ene ali druge vrste proteinov in zato posledično tudi v tem, ali je ravnotežje bolj premaknjeno v aktivacijo T-limfocitov ali v njihovo mirovanje. Spo-

znanja so nemudoma izkoristili tako, da so izdelali monoklonska protitelesa, s katerimi so lahko blokirali proteine, ki sodelujejo v spodbujanju aktivnosti limfocitov T, in na tej podlagi leta 1992 registrirali zdravilo za zdravljenje avtoimunskega revmatoidnega artritisa, ki z vezavo na antigen predstavitvene celice, protein CD80, prepreči njegovo povezavo s spodbujevalcem CD28 in tako tudi ovira aktivacijo T-limfocitov. Letošnja nobelovca pa sta, kot rečeno, ubrala popolnoma nasprotno pot, saj sta s svojimi poskusi želela spodbuditi aktivacijo T-limfocitov, vendar ne proti telesu lastnim antigenom, temveč prvenstveno proti specifičnim antigenom rakavih celic.

### **Imunoterapija raka danes in pogled naprej**

Imunoterapija raka (imunsko zdravljenje raka) po definiciji temelji na umetnem spodbujanju imunskega sistema za zdravljenje raka, kar z drugimi besedami pomeni izboljšanje naravne sposobnosti organizma, da premaga raka. Spodbujeni oziroma izboljšani imunski sistem naj bi prepoznaval antigene celic raka, ki so spremenjeni, okvarjeni ali lokacijsko/količinsko drugačni proteini normalnih celic organizma.

Tako imenovana *pasivna terapija s protitelesi* temelji na ciljanju površinskih receptorjev rakavih celic z monoklonskimi protitelesi, ustvarjenimi v laboratoriju; ko se protitelo poveže z antigenom rakave celice, nastalo proteinsko združbo prepoznajo naravne celice ubijalke in v rakavi celici sprožijo proces njene samorazgradnje. Drugi, bolj neposredni način delovanja pa je, da se z vezavo protitelesa na onkogeni receptor prepreči vezava njegovega pravega liganda in s tem onemogoči za rakavo celico vitalno delovanje receptorja, to je posredovanje signalov za njene življenjske funkcije in preživetje. Tak je tudi način z onemogočanjem »zavornih stikal«, ki sta ga razvila letošnja Nobelova nagrajenca; omenjeni način zdravljenja so poimenovali »imunsko zdravljenje z zaviralci imunskih stikal« (angleško *immune checkpo-*

*int inhibitors*, ICIs). Uvedba tega načina je dramatično izboljšala preživetje bolnikov z metastaznim melanomom, ki je bil še pred nekaj leti za večino bolnikov usodna oblika raka. Danes po vsem svetu potekajo številne študije preučevanja učinkov te vrste zdravljenja na skoraj vseh vrstah raka. Ob številnih spodbudnih poročilih se pojavljajo tudi poročila o stranskih učinkih, ki se kažejo v obliki prizadetosti posameznih organov zaradi pojava avtoimunosti. Zato so novodobne raziskave usmerjene v preučevanje uporabe tega pristopa v kombinaciji z drugimi oblikami zdravljenja raka in v preučevanje mehanizmov za boljši nadzor nad delovanjem imunskega sistema. Način imunskega zdravljenja z inhibicijo zaviralcev imunskih stikal že vrsto let uporabljajo tudi na Onkološkem inštitutu v Ljubljani, vzporedno in v kombinaciji z drugimi naprednimi metodami zdravljenja raka, ki vključujejo biološka zdravila na osnovi monoklonskih protiteles. Ob tem je treba omeniti tudi drugo vejo imunskega zdravljenja raka, tako imenovano **aktivno celično terapijo**, ki jo sestavlja odvzem imunskih celic (citotoksičnih T-limfocitov, antigen-predstavitvenih dendritskih celic) iz krvnega obtoka in: (a) ali osamitev tistih, ki kažejo težnjo (specifičnost) do celic raka, ali (b) njihova sprememba s postop-

ki genske tehnologije, da v njihovo zgradbo uvedemo receptorje za antigene tumorskih celic. Sledi vrnitev enih (a) ali drugih (b) celic v krvni obtok bolnika. Ta način je v številnih laboratorijih po vsem svetu še vedno v razvojni fazi in v te poskuse se vključujejo tudi prizadevanja na Medicinskem centru za molekularno biologijo (MCMB) Medicinske fakultete v Ljubljani, kjer v okviru projekta TRANS-GLIOMA preučujemo možnosti kombiniranega tarčnega zdravljenja tumorja možganov glioblastoma z nanoprotitelesi v kombinaciji z gensko spremenjenimi T-limfociti, usmerjenimi proti novo ugotovljenim površinskim antigenom matičnih celic omejnene vrste raka.

*Viri:*

*The 2018 Nobel Prize in Physiology or Medicine - Advanced information:* <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2018/advanced-information/>.

*Lee Ventola, 2017: Cancer Immunotherapy, Part 3: Challenges and Future Trends. Pharmacy & Therapeutics, 42 (8): 514–521.*

*Wikipedia – The Free Encyclopedia:* [https://en.wikipedia.org/wiki/Cancer\\_immunotherapy](https://en.wikipedia.org/wiki/Cancer_immunotherapy).

*Understanding the Immune System: How it works.*

*IMGT, NIH Publication No. 03-5423:* [http://www.imgt.org/IMGTeducation/Tutorials/ImmuneSystem/UK/](http://www.imgt.org/IMGTeducation/Tutorials/ImmuneSystem/UK/the_immune_system.pdf)

[the\\_immune\\_system.pdf](http://www.imgt.org/IMGTeducation/Tutorials/ImmuneSystem/UK/the_immune_system.pdf).



# Čija (*Salvia hispanica*) - od prehranskega dopolnila do invazivne tujerodne vrste?

Igor Dakskobler, Branko Vreš, Ljudmila Dakskobler, Boris Turk in Urban Šilc

Sredi septembra in v oktobru leta 2018 smo na prodiščih ob Soči, Bači, Idrijci, Tolminki, Nadiži, Savi Bohinjki, Selški Sori in Savi opazili postavno in razraslo, tudi dva metra in več visoko enoletno ustnatico (*Lamiaceae*) z do en centimeter debelim štirobim stebлом in šopastim koreninskim sistemom, ki je s svojimi svežimi, prijetno dišečimi in nevpadljivo dlakavimi živo zelenimi stebelnimi listi precej izstopala od že bolj rjavih in temnozelenih tonov ostalih takrat na prodiščih rastočih steblik. Očitno je bila tujka, a kako ji je ime in od kod in kako je na prodišča prišla, pripovedovalcu te zgodbe dolgo ni bilo jasno. Skrivnost so mu pomagali razvozlati soavtorji te pripovedi. Se je moramo bati, jo moramo pregnati?

Kot raziskovalec rastlinstva in rastja v Posočju si že precej dolgo želim rastline opazovati od zgodnje pomladi do pozne jeseni. Ko zacvetijo močvirna samoperka (*Parnassia palustris*), jesenski podlesek (*Colchicum autumnale*), še posebej pa resasti sviščevec (*Gentianella ciliata*), sem donedavna menil, da bo sezone kmalu konec. Leta 2018 ni bilo tako, ves čas, od začetka aprila, je bilo toplo, padavin ravno prav, da ni bila suša, jesen pa topla in sončna, da že dolgo ne tako. Resasti sviščevec je že venel, a je bilo treba še vedno hoditi na teren. Zgodilo se je nekaj

*Prodišče Bače nad sotesko Klonte, druga polovica avgusta leta 2018. Foto: Igor Dakskobler.*



nepričakovanega, a zgodba se je začela odvijati šele v drugi polovici avgusta, ko sem v Klontah, soteski Bače med Hudajužno in Koritnico, popisoval združbe vlažnega skalovlja, v katerih raste tudi vednozeleni kamnokreč (*Saxifraga aizoides*). Ob tem nisem mogel spregledati prodišč, še posebej ne tistega, ki je na začetku te soteske in ki je nastalo zaradi človekovega grobega posega v strugo Bače, pregrade reke za malo hidroelektrarno, že kar pred precej leti.

Na precej poraslem prodišču (med prodniki je bila tudi drobna, hranljiva mivka) sta bili najvišji cvetoči rastlini sončnica (*Helianthus annuus*) in žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*), ob niju pa še številne druge vrste, zato sem za popis potreboval več kot pol ure. Reke imajo zelo nizek vodostaj, prodišča so razkrita in zakaj ne bi z njihovimi popisi nadaljeval tudi drugod? Pred skoraj desetimi leti sem jih že bolj podrobno popisal ob Idriji, to poletje pa, vzporedno z raziskavami rastja vlažnih skal, ob grapah v dolini Trebuše (ob Gačniku) in v dolini Idrije. Toda tam je bil grob, vlažen prod, porasel v glavnem z navadnim repuhom (*Petasites hybridus*), tu ob Bači pa so bila ponekod razkrita precej obsežna prodišča z drobnimi do debelimi prodniki. Na njih je očitno iz množice skritih semen nastajala rastlinska skupnost, iz katere se lahko ob najbolj ugodnih razmerah razvije združba sive in rdeče vrbe (*Salicetum eleagno-purpureae*), ponekod celo belo vrbovje s črnim topolom (*Salicetum albae*). Večinoma pa so to le prehodne rastlinske združbe, ob prvi večji jesenski povodnji obsojene na korenito predruženje ali celo izginotje. V naslednjih dneh in tednih sem torej popisal tudi nekatera prodišča med Grahovim in Knežo ter pri Bači pri Modreju, nato pa raziskavo razširil na prodišča Trebušice in deloma tudi Idrije. Konec tedna, 15. ali 16. septembra, sem se sprehodil od sotočja Tolminke in Soče do tolminskega pokopališča pri sv. Urhu. Blizu pokopališča je na ježi prodnate terase bager očitno naredil večjo rano.

Vzrok zanjo je bilo urejanje odtoka manjšega potoka. V zgodnji jeseni je na izkopu rasla združba steblik, v kateri so bili tudi topinambur (*Helianthus tuberosus*), črноплоdni in dvojnopernati mrkač (*Bidens frondosa*, *B. bipinnata*), Verlotov pelin (*Artemisia verlotiorum*), obrežno proso (*Panicum barbipulvinatum* = *P. riparium*, det. Branko Vreš), virginijska akalifa (*Acalypha virginica*), enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*), perujsko volčje jabolko (*Physalis peruviana*), plodeči paradižnik (*Solanum lycopersicum*) in še nekatere druge vrste. Med njimi je bila tudi zelena steblika, zgolj steblo in listi, brez nastavkov cvetov, ki mi je bila povsem neznan. Glede na njeno družbo sem si mislil, da je gotovo pobegnila iz vrtov. Vzel sem primerek in ga pokazal ženi Ljudmili, ki mi določi večino okrasnih ali gojenih rastlin, ki se znajdejo v naravnih združbah. Ona se ga je lotila bolj poznavalsko, takoj je pogledala, če listi dišijo, koliko in kako so dlakavi, in presodila, da je to verjetno ustnatica (*Lamiaceae*), podobna kadulji ali mačji meti, najbrž je enoletnica, in po brskanju po spletu je domnevala, da je verjetno iz Amerike. Presodila je, da skoraj gotovo ni okrasna rastlina in da bo za zanesljivo določitev, če je ne pozna kdo od mojih kolegov, treba počakati na njeno cvetenje.

Prav, toda ob skoraj vsakotedenski vožnji iz Tolmina v Podbrdo sem ob pogledu iz avta v Klontah opazil, da je na prodišču, ki sem ga popisal v avgustu, zdaj še ena visoka steblika (ne več le sončnica). Na prvo žogo sem pomislil na topinambur in odpeljal naprej, ne da bi se ustavil. A ko sva šla z ženo drugič tam mimo, sem le pomislil, kaj pa če je nekaj podobnega neznan ustnatici iz Tolmina. Nazaj gredoč sem ustavil pri Bratini (čuvajnici in hiši ob bližnjem železniškem predoru Bukovo) in šel na prodišče. Seveda, bila je prav ta, a ni jih bilo samo nekaj, temveč cela četa in že precej višje in razrasle kot tiste prve pri Tolminu. Bile so tudi na prodišču pri Bači pri Modreju, ki sem ga prav tako popisal pred manj kot enim mese-



Prodišče Bače pri Klavžah, konec septembra leta 2018. Foto: Igor Dakskobler.

cem. Pregled fotografij, ki sem jih na obeh prodiščih naredil v drugi polovici avgusta, je pokazal, da so bili posamezni poganjki te visoke steblike prisotni že takrat, a sem jih očitno spregledal ali pa jih pomotoma pripisal kar sončnici in si jih sploh nisem podrobneje ogledal.

Čez nekaj dni sem moral na Raziskovalno postajo Barje na Ig na inštitutski sestanek in neznanko sem pokazal sodelavcema Filipu Küzmiču in Branku Vrešu. Tudi onadva je nista poznala, strinjala sta se, da je ustnatica, verjetno enoletnica, in da bo treba počakati na cvetenje. Konec septembra sem popisal njena precej bogata nahajališča na prodiščih Bače približno pol do enega kilometra pred njenim izlivom v Idrijco in v Klavžah (nizvodno sotočja s Knežico).

Sta pa bili v teh dneh vsaj dve jutri precej mrzli, ponekod je bila tudi slana. Neznana ustnatica je ta mraz in ponekod slano kar dobro prestala, čeprav so bili listi nekaterih

rastlin očitno ožgani.

Prvi teden v oktobru so z namenom, da vzorčimo tla na izbranih travnikih in na njih preštujemo populacijo zavite škrbice (*Spiranthes spiralis*), v Posočje prišli sodelavci Branko Vreš, Tatjana Čelik in Urban Šilc. Prvi dan smo bili na Cerkljanskem in delo se je zavleklo v večer, oni pa so imeli dolgo pot nazaj v Kranj in Kamnik. Ko smo se na Reki razšli, je bilo ravno še toliko svetlo, da sem pogledal na bližnje prodišče ob Idrijci pri zaselku Kurnik, ki sem ga nekoč sicer že popisal. In tudi tam je bila, ustnatica iz Tolmina in Bače. Naslednji dan sta prišla le Branko in Urban, dobili pa smo se pri železniškem in cestnem predoru Kupovo med Hudajužno in Humarjem. Prva točka je bilo štetje zavite škrbice na Koritnici, a še prej sem na prodišču v Klontah sodelavcema pokazal še ne določeno rastlino.

Že ko smo končali vzorčenje na Koritnici, je Branko pomislil, da bi lahko kakšno ra-





Takrat še ne določena kadulja na prodišču Bače nad sotesko Klonte, začetek oktobra leta 2018. Foto: Igor Dakskobler.

stlino posadili tudi na Igu (kjer je že zametek rastlinjaka, tam bi lahko pospešili cvetenje). Zato smo se ponovno ustavili ob cesti pri Lušinu v zaselku Grapa (Bača pri Modreju) in na tamkajšnjem prodišču izkopal dve rastlini. Branko je eno posadil na Igu, eno pa doma v Kamniku, pokazal pa jo je tudi sodelavcem na inštitutu. Naša mlada sodelavka Eva Turk jo je fotografirala in fotografijo pokazala svojemu očetu Borisu, botaniku na Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Po fotografiji se mu je zdela znana in je po nekaterih lastnostih (tudi zelo poznem cvetenju) spominjala na severnoameriško vrsto, opojno kaduljo (*Salvia divinorum*). Po fotografijah na spletu se je precej zna-

kov ujemalo, vsi pa ne. Boris je po nekaj dneh, ko je na Igu posajeno rastlino videl tudi v živo, svojo določitev preklical, saj se listi na otip nikakor niso ujemali z listi opojne kadulje, pri kateri so očitno bolj nežni.

Zdaj smo imeli že bolj konkretno ime in ko sem se po končanem vzorčenju tal spet lahko posvetil prodiščem (vreme je bilo še naprej toplo in vedro, nobenih večjih padavin, prodišča pa razkrita), sem jo odslej začasno zapisoval kar *Salvia divinorum*.

Ob Idrijci sem nekaj primerkov našel na sotočju s Trebušico in nizvodno pri Oblazu (na prodišču, ki sem ga sicer popisal v prvi polovici septembra, a je tam takrat nisem opazil), več deset primerkov pa je bilo na prodišču nizvodno sotočja z Bačo, med Bačo pri Modreju in Postajo.

Prodišča sem popisal tudi ob Soči med Anhovim in Desklami in tudi tam je bilo na dveh prodiščih nekaj njenih primerkov.

Enako sem samo posamezne rastline opazil na prodiščih Soče med Tolminom in Modrejci in med Volarjami, Kamnim in Idrskim, en sam primerek pa sem popisal na prodišču Nadiže pod Borjano. 15. oktobra sva z Brankom šla na sedež Triglavskega narodnega parka na Bledu na pogovor o našem sodelovanju. Nazaj grede sem se ustavil na Soteski in popisal dve tamkajšnji prodišči ob Savi Bohinjki. Pri enem popisu se mi je pridružil tudi Branko, potem pa se je moral vrniti na Ig. Sam sem delo lahko še nadalje-





*Prodišče Idrijce pri Oblazu (Dolenja Trebuša), sredi oktobra leta 2018.*

*Foto: Igor Dakskobler.*

val in na velikem prodišču na desnem bregu reke našel nekaj primerkov še ne določene tujerodne kadulje. Prodišča Save Bohinjke sem v naslednjih dneh obiskal še enkrat in jo našel na več mestih med Sotesko in Nomenjem, ne pa tudi na prodiščih pri Bohinjski Bistrici.

Pregledal sem tudi obsežna Sočina prodišča med Srpenico in Žago, neznanko našel le na enem od njih, višje pri Čezsoči, Soči in v Trenti pa sploh ne. Prav tako je nisem opazil na prodišču Soče pri Solkanu in na prodiščih Idrijce pri Golem Brdu.

Na ruderalnem rastišču pri Tolminu in na prodišču Idrijce nizvodno sotočja z Bačo sem sredi oktobra opazil in fotografiral cvetne nastavke. V soboto 20. oktobra sem se s kolesom podal iz Tolmina proti Podbrdu in sproti pregledoval znana nahajališča, če je kje neznana rastlina že bližje cvetenju. Do zdaj sem jo najbolj ob teku reke navzgor poznal pri Humarju, zadnji hiši Koritnice, tistega dne pa sem jo našel tudi v Hudajužni (na prodišču pri sotočju Bače in Poreznice, pod domačijo Zapolje), med Hudajužno in Podbrdom pri Honzu (Znojile)



*Prodišče Soče pri Desklah, prva polovica oktobra leta 2018.*

*Foto: Igor Dakskobler.*



*Prodišče Save Bohinjke pri Soteski v drugi polovici oktobra leta 2018.*

*Foto: Igor Dakskobler.*

in celo na začetku Podbrda (pri Mahorcu). Tam je rasla na desnem bregu reke, na ozki uravnavi med novo, spomladi leta 2018 narejeno cestno brežino in Bačo, na nekakšni zmesi proda in grušča. Tudi tam so bili cvetni nastavki. V ponedeljek zjutraj sem o izletu nameraval poročati Branku. Tudi on ob koncu tedna ni bil nedejaven v zvezi z našo kaduljo, prav nasprotno, bil je še bistveno bolj uspešen od mene. V nedeljo, 21. oktobra, skoraj ob enajstih zvečer, mi je poslal naslednje sporočilo: »Malo sem se pozabaval s tvojo neznanko in z veliko ver-

jetnostjo menim, da je to morda oljna kadulja (mehiška čija oziroma chia) – *Salvia hispanica*. Kljub vsemu moramo počakati, da bo vzcvetela.« Priložil mi je spletne povezave, iz katerih sem se prepričal, da je njegova določitev skoraj gotovo pravilna. Tako so menili tudi sodelavci na inštitutu in tudi Boris, ki je Branku napisal, da rastline zdržijo do -5 stopinj Celzija, zato so verjetno ob rekah, kjer je malo topleje in bodo morda prezimile. V naslednjih dneh smo imeli še en inštitutski sestanek in izkoristil sem ga za kratek obisk prodišč Save pri Ježici in



*Desni breg Save pri Ježici, druga polovica oktobra leta 2018. Foto: Igor Dakskobler.*



*Prodišče Tolminke pri Tolminu v drugi polovici oktobra leta 2018. Foto: Igor Dakskobler.*

tudi tam sem jo našel, zdaj že z imenom in priimkom, torej oljno kaduljo.

Ob vožnji iz Ljubljane v Podbrdo sem jo iz avta opazil na prodišču Selške Sore pod Lubnikom, med Škofjo Loko in Praprotnim. Ustavil sem se za fotografijo na dveh prodiščih na obeh bregovih reke, a za natančnejši popis ni bilo časa. Lahko pa sem jo zelo podrobno popisal na prodiščih na obeh bregovih Tolminke v Tolminu, med sotočjem s Sočo in Ločami.

Število tam opaženih primerkov (skupno približno sto) je bilo ob tistih ob Bači (kjer je ob celotnem teku reke med Podbrdom in Bačo pri Modreju zagotovo raslo več kot tristo primerkov) med vsemi rekami drugo največje. Pišem »je bilo«, ker so se v dneh pred prvim novembrom le začeli zbirati oblaki z zahoda in deževje, ki je sledilo, je dobro napolnilo struge in rastlinska podoba prodišč se je po njem zelo spremenila, najbolj očitno prav ob Tolminki, kjer se je ohranila komaj katera oljna kadulja. Na

ostalih nahajališčih, ki sem jih pregledal po tem deževju, so bile nekatere rastline sicer uničene, a na prodišču nad Klontami je ostalo pokonci še precej primerkov (pol čete), tudi tisti polegli so bili večinoma še živi. Zapišem lahko, da je oljna kadulja to deževje, pri katerem dvig vodne gladine kljub vsemu ni bil izjemno visok (kot je bil v prejšnjih letih ob najhujših deževjih), kar dobro prestala.

Tretjega novembra mi je Branko poslal fotografije prvih cvetov oljne kadulje na rastlini iz gojitve v Kamniku.

Istega dne sem sam fotografiral zometke prvega cveta tudi na rastlini na prodišču pri Klontah. Sedmega novembra dopoldne je prve cvetove oljne kadulje na nahajališču blizu tolminskega pokopališča opazila Ljudmila, popoldne sem tam lahko fotografiral že več cvetočih rastlin. Naslednji dan sem take primerke fotografiral v Klontah, na prodiščih pri Bači pri Modreju in čez nekaj dni še na prodišču Idrijce med Bačo in Postajo.





*Prodišče Bače pri Bači pri Modreju, prva polovica novembra leta 2018. Foto: Igor Dakskobler.*

Brankova določitev je bila torej dokončno potrjena. November je bil še naprej toplel. V njegovem tretjem tednu je oljna kadulja zacvetela tudi v Klavžah in v Podbrdu. Ob Bači je torej cvetela ob skoraj celotnem teku. V začetku druge polovice novembra se je shladilo in čeprav sprva zaradi burje še ni bilo slane, je mraz rastlinam očitno ško-

doval, nekatere povsem požgal in dozoritev semen ni bila več mogoča.

Dejstvo je, da je oljna kadulja pri Tolminu in na prodiščih Bače od druge polovice avgusta do začetka novembra zrasla iz semen v dva metra visoko razraslo stebliko in tudi zacvetela. Njeno iskanje, ki je bilo povezano z zanimivim popisovanjem prodišč, ob katerem sem opazil kar precej zame novih okrasnih ali uporabnih rastlin, predvsem takih, ki so ušle iz vrtov, sem doživljal bolj čustveno, manj pa razumsko. Čeprav sem bil precej gotov, da je tujka iz Amerike, nisem niti pomislil, da bi jo recimo ruval, kot bi morda ambrozijo. Priznati moram, da se nad prizori cvetočih primerkov ob Bači z Jalovnikom v ozadju nisem zgražal kot nad prizori sestojev visokega pajesena (*Ailanthus altissima*) v Trenti, z Bavškim Grintavcem v ozadju. Ko sta se iskanje in določanje razpletli, je bilo treba vklopiti tudi razum – saj človek ob tujerodni rastlini na naravnih rastiščih takoj pomisli na pojem invazivka in na vse, kar je s tem povezano.



*Izrez socvetja oljne kadulje, posnetek rastline, ki jo je Branko Vreš iz Bače pri Modreju presadil domov v Kamnik. Foto Branko Vreš.*

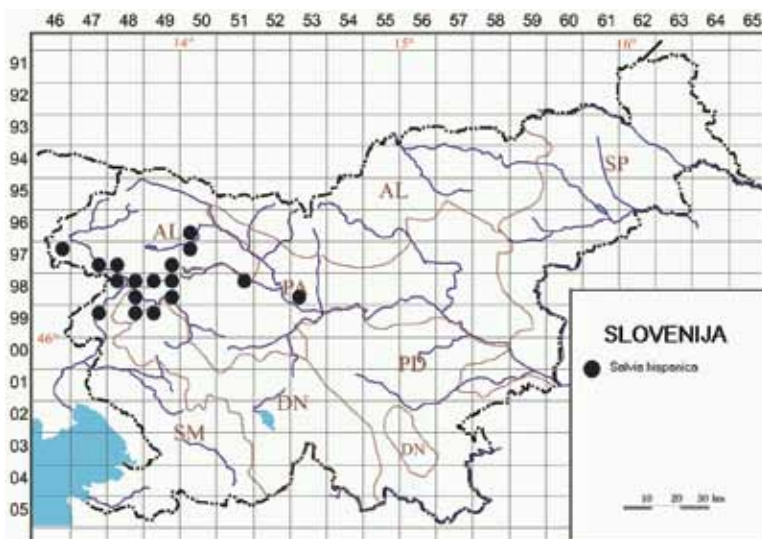




*Cvetoča oljna kadulja pri Bači pri Modreju, 8. novembra leta 2018. Foto: Igor Dakskobler.*

Zdaj znana nahajališča oljne kadulje, ki smo jih opazili v jesenskih mesecih leta 2018, so na priloženi sliki. Niso samo v Posočju, temveč tudi v porečju Save, na nadmorski višini od 70 do 480 metrov, v alpskem, predalpskem in submediteranskem fitogeografskem območju.

Vrste, ki se najbolj pogosto pojavljajo na njenih rastiščih (v 48 ali več od skupno 68 popisih), so: veliki trpotec (*Plantago major*), siva vrba (*Salix eleagnos*), regrat (*Taraxacum* sect. *Ruderalia*), bela medena detelja (*Melilotus albus*), mila in ščavjelistna dresen (*Polygonum mite*, *P. lapathifolium*), obrežno proso (*Panicum barbipulvinatum* = *P. riparium*), sivozeleni muhvič (*Setaria pumila*), navadni pelin (*Artemisia vulgaris*), navadna mokrica (*Myosoton aquaticum*), dolgolistna meta (*Mentha longifolia* s. lat.), navadna milnica (*Saponaria officinalis*), hrapava škrbinka (*Sonchus asper*), plazeča šopulja (*Agrostis stolonifera*), navadni repuh (*Petasites hybridus*) in enoletna latovka (*Poa annua*). Med skupaj 356 določenimi taksoni je bilo 77 (22 odstotkov) tujerodnih ali iz vrtov pobeglih gojenih vrst, med njimi jih ima svojo domovino v Ameriki 35 (10 odstotkov). Poleg na prodiščih smo jo popisali tudi na nekaj delno ruderalnih prodnatih rastiščih in celo



*Zemljevid zdaj znane razširjenosti oljne kadulje (*Salvia hispanica*) v Sloveniji (iz podatkovne baze FloVegSi).*



*Oljna kadulja (Salvia hispanica) na ruderalnem rastišču pri Tolminu, prva polovica novembra leta 2018.*

Foto: Igor Dakskobler.

v eni občestni združbi na peščenih tleh neposredno pri tolminskem pokopališču (kjer pa je bil v začetku novembra en sam mlad poganjek).

Razen ob Bači in Idrijci nizvodno sotočja z Bačo ter v Tolminu (na produ pod pokopališčem pri sv. Urhu in ob Tolminki) je bilo na posameznih nahajališčih število opaženih primerkov majhno (od enega do največ deset). Kljub temu je skupno število opaženih rastlin zagotovo več kot petsto.

Kje je doma oljna kadulja (ki ji pravijo tudi mehiška čija in to ime Slovincem ni neznano) in zakaj nas njeno pojavljanje na prodiščih naših rek mora tudi skrbeti? Vire za opis sta mi priskrbela Branko Vreš in še posebej Urban Šilc in onadva sta mi tudi pomagala z njihovo pravilno razlago. Njena naravna nahajališča so v gorskih pre-

delih osrednje in južne Mehike in Gvatemale, v tropskem in subtropskem podnebnju, na nadmorski višini od 400 do 2.500 metrov. V vseh razvojnih stopnjah ne prenaša mraza (zmrzovanja). Raste v okoljih, kjer je najnižja temperatura redko pod 11 stopinj Celzija in najvišja temperatura 36 stopinj Celzija, najbolje pa uspeva pri temperaturi od 16 do 26 stopinj Celzija. Štejejo jo za rastlino kratkega dneva (12 ur do 13 ur), zato je njena doba rasti in cvetenja odvisna od zemljepisne širine. Na severni polobli začne cveteti v oktobru. Mehiška čija, še posebej njena semena, so bila ena od štirih glavnih sestavin v prehrani srednjeameriških ljudstev v predkolumbovem času. Zaradi sestavin, ki jih ta semena vsebujejo (maščobe, ogljikovi hidrati in beljakovine), kultivirano raste ne samo v obeh državah, kjer so naravna nahajališča, temveč tudi v Paragvaju, Boliviji, Kolumbiji, Peruju, Argentini, prav tako v Avstraliji. Semena iz Mehike izvažajo tudi v Združene države Amerike, na Japonsko in v Evropo.

V uradnem listu Evropske unije je bila leta 2009 objavljena odločba (*Odločba Komisije 2009/827/ES (2), 13. 10. 2009; Izvedbeni sklep Komisije, 22. 1. 2013*), v kateri med drugim piše, da sta seme oljne kadulje in njeno zmleto seme kot nova živilska sestavina dovoljeni za uporabo na trgu, na primer v kruhu z največjo vsebnostjo 5 odstotkov (po letu 2013 do 10 odstotkov) njenih semen. Njena semena so torej na evropskem trgu zagotovo prisotna vsaj že skoraj deset let. Tudi v Sloveniji jih lahko kupimo v živilskih veleblagovnicah kot sestavino živil (jogurti, solate, napitki) ali kot vrečke (zavitki) semen.

V zadnjih letih v nekaterih evropskih državah opažajo tudi njeno subspontano pojavljanje, predvsem na ruderalnih rastiščih in prodiščih. Na Češkem so jo prvič našli leta 2013, poznajo jo na precej nahajališčih (najmanj dvanajstih), predvsem v ruderalnih združbah na železniških postajah in na bregovih rek. Prav tako je znano njeno



Socvetje oljne kadulje, posnetek s prodišča Bače pri Klontab. Foto: Igor Dakskobler.

subspontano uspevanje v Italiji – podatke nam je ljubeznivo posredoval prof. Fabrizio Martini iz Trsta (v več deželah: Lombardija, Trentino-Alto Adige, Emilia-Romagna, Marche, Sicilija, zelo verjetno tudi v Furlaniji, tam tudi ob spodnji Soči, a morajo podatke še potrditi) –, Avstriji, Nemčiji, Belgiji, na Švedskem in v Španiji (Kanarski otoki, Katalonija – tam tudi na prodiščih rek). Čeprav oljno kaduljo večinoma obravnavajo kot tujerodno vrsto, ki se v naravnem okolju še ni sposobna sama ohranjati, je velika količina semen in veliko proizvodov s semeni vse večja nevarnost za njeno udomačitev, še posebej ob uporabi drugih genotipov (po spletnih virih jih že poskušajo gojiti v Italiji), ki bi bili še bolj prilagodljivi evropskim razmeram.

Nevarnost udomačitve velja tudi za Slovenijo, čeprav rastline, ki smo jih v letu 2018 opazili cveteti, niso mogle uspešno seminiti. Je možno, da bi se oljna kadulja začela

v prihodnjih letih širiti tako kot nekatere druge invazivne rastline, na primer črno-plodni mrkač? Ali je njeno kar množično pojavljanje v Sloveniji vsaj delno povezano z vremenskimi razmerami (zelo topla jesen, nizek vodostaj rek)? Ker bodo prihodnja leta po napovedih morda podobna, jo lahko še naprej pričakujemo na prodiščih istih in zagotovo tudi drugih rek. Kako se lahko pred njeno morebitno invazivnostjo zavarujemo? Na ta vprašanja še ne znamo zadovoljivo odgovoriti, saj prepoved uporabe njenih semen v prehranskih izdelkih najbrž ne pride v poštev. Zagotovo bomo njeno pojavljanje na prodiščih v Posočju še naprej skrbno spremljali, na podobnih rastiščih pa bodo nanjo postali pozorni tudi botaniki iz drugih delov Slovenije.

#### Literatura:

- Aymerich, P., 2016: *Notes florísticas de les conques altes dels rius Segre i Llobregat. IV. Orsis*, 30: 133–165.
- Baginsky, C., J. Arenas, H. Escobar, M. Garrido, N. Valero, D. Tello, L. Pizzaro, A. Valenzuela, L. Morales in H. Silva 2017: *Growth and yield of chia (Salvia hispanica L.) in the Mediterranean and desert climates of Chile. Chilean Journal of Agricultural Research*, 76 (3): 255–264.
- Dakskobler, I., 2010: *Razvoj vegetacije na prodiščih reke Idrijce v zahodni Sloveniji. Folia biologica et geologica*, 51 (2): 5–90.
- Gallaso, G., in sodelavci, 2018: *An updated checklist of the vascular flora alien to Italy. Plant Biosystems*, <https://doi.org/10.1080/11263504.2018.1441197>.
- Gersič, M., 2010: *Pionirske rastlinske vrste in sukcesija na prodiščih. Geografski vestnik*, 82 (1): 23–35.
- Hobla, M., 2016: *Salvia hispanica L. – neu für Bayern. V: A. Fleischmann: Floristische Kurzmitteilungen. Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft*, 86: 277–294.
- Kaplan, Z., P. Koutecky, J. Danibelka, K. Šumberova, M. Ducháček, J. Štepankova, L. Ekrt, V. Grulich, R. Repka, K. Kubat, P. Mraz, J. Wild in J. Bruna, 2018: *Distribution of vascular plants in the Czech Republic. Part 6. Preslia*, 90: 235–346.

# Kemijske reakcije v gostih molekulkah oblakih

Matjaž Simončič

Mi, kakor tudi naše okolje, smo sestavljeni iz atomov. Atomi se med seboj povezujejo v večje ali manjše molekule s tvorbo kemijskih vezi. Te se nato združujejo v večje makromolekule, kot so denimo DNA, RNA in proteini, ki so ključne sestavine živih organizmov. Pot do nastanka življenja je seveda še dolga, temelji pa na povezovanju teh »enostavnejših« gradnikov v kompleksnejše strukture. Vprašanje, kako smo nastali, je vsekakor na mestu, a morda se je smotrno vprašati tudi, kje se je naša zgodba pričela?

Za življenje potrebujemo manjše sestavne elemente, ki jim pravimo *biokemijski prekursorji* (enostavne organske molekule: etanol, metanol, metanojska kislina, formaldehid, acetonitril in druge). Teorij, kako so se ti znašli na Zemlji, je več. Najpogostejša je, da so se tovrstne molekule tvorile ob hidrotermalnih vrelicah na dnu oceanov pred približno štirimi milijardami let. Nekatere druge teorije predpostavljajo nastanek preprostih organskih molekul zunaj Zemlje oziroma planetov, in sicer v velikih vesoljskih tvorbah, ki jim pravimo *molekulski oblaki*. Ti organski gradniki pa naj bi se v milijonih let nanesli na površja planetov z medzvezdnim prahom in trki meteoritov.

Naša zgodba se bo torej odvijala v molekulkah oblakih, ki so del medzvezdnega medija (območja med zvezdami). V splošnem gre za ogromne tvorbe plina, ki predstavlja približno 99 masnih odstotkov oblaka (75 odstotkov vodik, 24 odstotkov helij, 1 odstotek druge zvrsti), in zelo majhnih delcev prahu, ki predstavljajo preostali odstotek. Ker je vesolje prostrano in nehomogeno, obstaja več vrst molekulkah oblakov, ki jih opišemo z različnimi parametri, kot so temperatura,

gostota, svetlost, čas obstoja, masa, zastopnosti zvrsti in tako naprej. V nadaljevanju se bomo omejili na *hladne goste molekulske oblake*, ki imajo od  $10^3$  do  $10^6$  delcev v kubičnem centimetru, temperaturo od 10 do 30 kelvinov (od  $-263$  do  $-243$  stopinj Celzija) ter maso tudi do desetmilijonkrat večjo, kot je masa našega Sonca. Te eksotične razmere si je težko predstavljati, zato jih primerjajmo z razmerami na Zemlji. Pri temperaturi 25 stopinj Celzija (298 kelvinov) in na nadmorski višini nič metrov je v enem kubičnem centimetru zraka približno  $10^{13}$ -krat več delcev, kot jih je v najgostejšem delu gostih molekulkah oblakov. Morda je pridevnik »gost«, s katerim opišemo obravnavani oblak, malce zavajajoč, a gre za ustaljeni iz-

*Zvezdna meglica v ozvezdju Bika. Vir: ESO/APEX (MPIfR/ESO/OSO)/A. Hacar et al./Digitized Sky Survey 2. Acknowledgment: Davide De Martin.*





raz, saj obstajajo še veliko redkejši – *difuzni molekulkski oblaki*, kjer je v kubičnem centimetru manj kot  $10^3$  delcev. Zamislimo si torej delček tega oblaka, kjer je zvrsti (atomov, molekul, ionov, molekularnih ionov, radikalov in tako naprej) zelo malo, zaradi nizke temperature pa je njihova hitrost gibanja majhna. Na prvi pogled je morda malo verjetno, da pride do trka dveh delcev, kaj šele do uspešne reakcije med njima. Če upoštevamo velikost molekulkskih oblakov in čas nastajanja, ki znaša nekaj milijonov let, pa postanejo kemijske reakcije stalnica. Slednje podkrepi tudi podatek, da so doslej v medzvezdnem prostoru odkrili že več kot dvesto različnih spojin. Naj omenim, da poleg materije v molekulkskih oblakih najdemo še *sevanje* različnih valovnih dolžin (fotone različnih energij) in *kozmične žarke* (večinoma visokoenergijske protone). Gosti oblaki sicer ne prepuščajo ultravijoličnega sevanja, ki fotolizira (razgrajuje) molekule, a lahko tovrstno sevanje vseeno nastane v notranjosti oblakov kot posledica razpada molekule zaradi trka delca s kozmičnim žarkom.

Reakcije se v splošnem pričnejo s trkom kozmičnega žarka in molekularnega vodika (tega je največ), pri čemer nastane molekula  $H_2^+$ . Ta nato hitro reagira z drugo molekulo  $H_2$ , kar vodi do nastanka atomarnega vodika in molekule  $H_3^+$ . Slednja je pogosto udeležena v reakcijah, kjer drugi zvrsti odda proton in jo s tem aktivira za nadaljnje pretvorbe. Te v molekulkskih oblakih v grobem delimo na dva mehanistično različna načina, reakcije v *plinski fazi* in reakcije, ki potekajo na *prašnih delcih* in v *ledenih oklepkih* okoli njih.

### Kemijske reakcije v plinski fazi

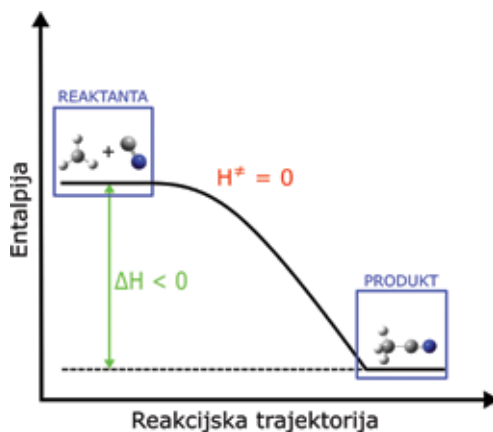
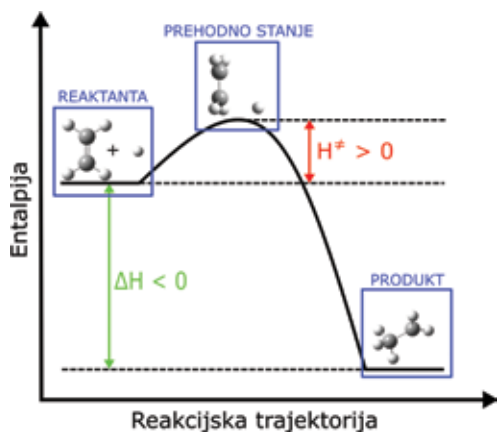
V zelo redkem mediju med seboj trčita dva delca (trk treh delcev naenkrat je skorajda nemogoč). Da reakcija poteče, morata imeti oba dovoljšno energijo in pravilno orientacijo.

Da si to lažje predstavljamo s stališča energije, skicirajmo entalpijo (mera za energijo, oznaka H) v odvisnosti od reakcijske koordinate (kako bo reakcija potekala) za dva različna primera.



Primer kemijske reakcije v plinski fazi.

Energijska profila dveh eksotermnih reakcij s prehodnim stanjem in brez njega.

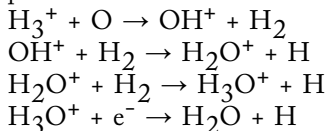


Entalpija je sestavljena iz elektronske energije in prispevkov zaradi translacije zvrsti, saj se le-ta giblje po prostoru, rotacije, saj rotira, in vibracij vezi, v kolikor gre za molekulo. Višja kot je temperatura, večji je doprinos slednjih treh prispevkov k skupni energiji zvrsti. Reaktanta morata skupaj imeti dovolj energije ( $H^\ddagger$ ), da dosežeta prehodno stanje. Če je ta energija večja od nič ( $H^\ddagger > 0$ ), je za nastanek prehodnega stanja potreben vložek energije. Običajno je to toplota, a ker je temperatura zelo nizka, reakcije z energijsko bariero (spodnja slika levo na prejšnji strani) v plinski fazi ne potekajo. Ravno obratno velja za reakcije brez energijske bariere (spodnja slika desno na prejšnji strani). Bistvena je tudi razlika v entalpiji med reaktanti in produkti. Če je ta negativna ( $\Delta H < 0$ ), je reakcija eksotermna (spontana), v kolikor je pozitivna ( $\Delta H > 0$ ), pa je endotermna (nespontana). V razmerah v hladnih gostih molekulkah oblakih v splošnem velja, da v plinski fazi potekajo le eksotermne reakcije brez energijskih barier ( $H^\ddagger = 0$ ).

V kolikor pride v plinski fazi vselej do

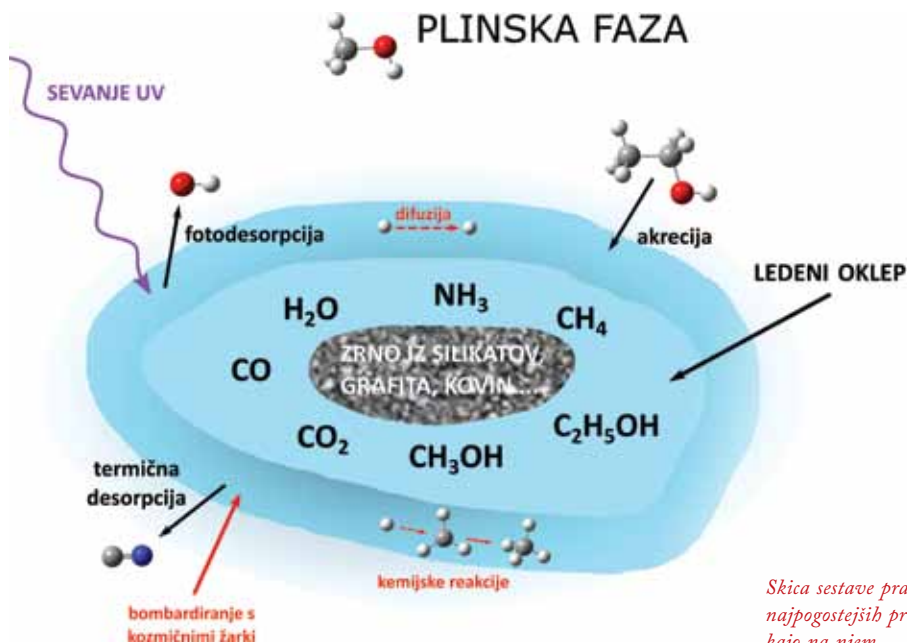
uspešnega trka, mora metastabilni produkt odvečno energijo nekako oddati, saj to v nasprotnem primeru vodi do razpada molekule. Običajno je ta proces vibracijska relaksacija, pri čemer produkt energijo preda bližnji molekuli. Zaradi nizke gostote to ni možno, zato je drugi način relaksacije izsevanje fotona ustrezne energije, kar pa je malo verjeten proces in delec velikokrat po trku razpade.

Oglejmo si primer tvorbe molekule vode v plinski fazi:



### Kemijske reakcije na prašnih delcih in ledenih oklepah okoli njih

Za kemijske reakcije v molekulkah oblakih so bistveni še delci prahu. Gre za zrna nepravilnih oblik in povprečnih velikosti od 0,25 do 0,5 mikrometra, ki so sestavljena iz silikatov, grafitu in raznih kovin. V hladnih molekulkah oblakih pride do vezave mo-



*Skica sestave prašnega delca in najpogostejših procesov, ki potekajo na njem.*

lekul iz plinske faze na površino teh zrn, pri čemer nastane ledeni oklep, kjer se prav tako odvijajo kemijske pretvorbe. Oklep je večinoma sestavljen iz vodnih molekul, metanola, ogljikovega monoksida, ogljikovega dioksida, metana in amonijaka.

Vpliv zrn na kemijo molekulkih oblakov lahko povzamemo v treh glavnih točkah:

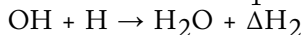
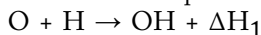
- Zrna imajo vlogo *adsorbenta*. Veliko bolj verjetno je, da reakcija poteče na površini zrn oziroma v ledenem oklepu, kot da med seboj v plinski fazi reagirata dva delca.
- Pri kemijskih reakcijah se lahko sprosti odvečna energija ( $\Delta H < 0$ ), ki se najlažje prenese na okolico z *vibracijsko relaksacijo*. Novonastali produkt prenese energijo na prašni delec oziroma njegov ledeni oklep.
- Ledeni oklep zrna štiti novonastale zvrsti pred vplivom sevanja ultravijolične svetlobe.

Prašni delci so vzrok zelo pestri kemiji molekulkih oblakov, saj na njih prihaja do akrecije (nanosa) in desorpcije zvrsti na površino, kemijskih reakcij med zvrstmi, difuzije, fotodisociacije, ionizacije in tako naprej. Novonastale zvrsti preidejo v plinsko fazo z desorpcijo, ki je lahko termična (toplota) ali pa fotodesorpcija. Do prve pri teh nizkih temperaturah pride takrat, kadar visokoenergijski delci (kozmični žarki) trčijo v prašni delec in ga zelo hitro segrejejo.

Vezani delci se po zrnju počasi gibljejo (difundirajo), vendar je ta difuzija omejena na lažje zvrsti (H, H<sub>2</sub>, He), saj sta temperatura in z njo sposobnost difuzije večjih molekul zelo majhni. Posledično to pomeni, da prav prah omogoča reakcije nastanka nasičenih zvrsti (NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>OH in tako dalje). Zelo zanimivo je tudi, da molekularni vodik kot najpogostejša molekula v vesolju nastaja izključno na delcih prahu, saj je reakcija eksotermna, metastabilni produkt reakcije med atomarnima vodikoma (H<sub>2</sub><sup>\*</sup>) pa mora

odvečno energijo prenesti na neko matrico, kar v plinski fazi ni možno.

Oglejmo si še enega izmed mehanizmov tvorbe vode na prahu:



Glede na tvorbo vode v plinski fazi gre za relativno enostaven proces ( $\Delta H$  je odvečna energija, ki se prenese na zrno ali ledeni oklep).

V splošnem je kemija medzvezdnega prostora precej drugačna od Zemljine. Tako lahko v molekulkih oblakih najdemo eksotične molekule, ki so na Zemlji zelo reaktivne (CH<sub>5</sub><sup>+</sup>, HOC<sup>+</sup>, C<sub>3</sub>N<sup>-</sup>, C<sub>8</sub>H<sup>-</sup> in tako dalje), in tudi nam bolj znane spojine (mravljinčna in očetna kislina, NaCl, etanol, TiO<sub>2</sub> in tako naprej). Detektiran je bil še glicin (najenostavnejša aminokislina) ter celo fullerena C<sub>60</sub> in C<sub>70</sub>.

Samo z reakcijami v plinski fazi ne pojasnimo pester kemije in nastanka kompleksnih zvrsti v molekulkih oblakih. Nastanek detektiranih biokemijskih prekurzorjev je tako posledica prašnih delcev. Glede na to, da smo v prejšnjem stoletju spoznali, da lahko molekule ne le obstajajo, temveč tudi nastajajo v molekulkih oblakih, doslej pa smo jih odkrili že več kot dvesto, lahko upravičeno rečemo, da smo korak bližje razumevanju molekulkih oblakov in kemijskih procesov, ki v njih potekajo.

### Slovarček:

**Akrecija.** Proces nanosa delcev na površino – v molekulkih oblakih gre za nanos zvrsti iz plinske faze na prašne delce in ledene oklepe.

**Desorpcija.** Obratni proces od akrecije. Do tega pride, če dobi delec dovolj energije, da se pretrga vez med delcem in površino (prenos s površine trdnega delca v plinsko fazo).

**Entalpija.** Termodinamska količina, ki je enaka seštevku notranje energije sistema ter zmnožka tlaka in volumna. Za zelo redke plin jo lahko razumemo kot mero energije, ki jo ima zvrst pri določenih pogojih.

**Fotodesorpcija.** Poseben primer desorpcije, kjer površini energijo za pretrganje vezi z delcem dovede foton.

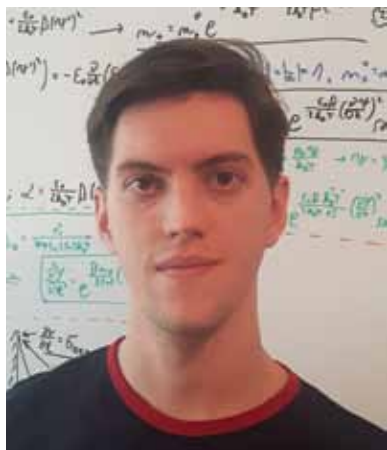
**Fotodisociacija.** Razpad molekule na fragmente zaradi trka s fotonom, v kolikor ima ta dovolj energije.

**Translacija ali vzporedni premik.** V fiziki gibanje togega telesa, pri katerem se njegovi deli gibljejo po vzporednih krivuljah, tako da ostaja telo ves čas vzporedno z začetno lego.

**Vibracijska relaksacija.** Molekula odvečno energijo odda preko ustreznega nihanja vezi, pri čemer se vrne v bolj stabilno stanje.

### **Zahvala:**

Zahvaljujem se prof. dr. Tomažu Urbiču za strokovni pregled.



**Matjaž Simončič** se je rodil leta 1994. Po opravljeni maturi na Gimnaziji Brežice se je odločil za študij kemije na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani. V diplomskem in magistrskem delu se je ukvarjal s preučevanjem kemijskih reakcij v medzvezdnem prostoru z uporabo kvantnokemijskih izračunov in računalniških modelov, ki napovedujejo razvoj in sestavo molekulskih oblakov, česar se je pričel na Inštitutu Maxa Plancka za astronomijo in astrofiziko v Heidelbergu. Sedaj je zaposlen na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo kot mladi raziskovalec, kjer se ukvarja s preučevanjem raztopin sintetičnih in naravnih polielektrolitov s poudarkom na ionspecifičnih učinkih.



# Pomen zdravnikovega pogovora z bolnikom – beseda, prvo zdravilo

Katarina Miklavec



Človeški pogovor med zdravnico in bolnico.

Vir: <http://drcherylwoodson.com/category/community-2/>.

»Sto let nazaj je bila medicina zelo blizu humanističnim znanostim, filozofiji, teologiji, sociologiji, ker takrat ni bilo zdravil, kirurgije, interne medicine ... Temu so sledile naravoslovne znanosti, ki so nam na nek način medicino ugrabile iz dejavnosti, ki je bila zelo blizu humanistični, v eno zelo visoko brezosebno tehnološko dejavnost.« (Teršeglav, 2015.) Izjava zdravnika iz leta 2013, ki me je nagovorila. Kaže na to, da se zavedamo, da se hkrati s svetom, ki postaja vse bolj tehnološki in breoseben, tako kot med vsemi ljudmi izgublja tudi stik med zdravnikom in bolnikom, kar opažajo tako zdravstveni delavci kot bolniki. Danes se včasih zdi, da je zdravnik bolniku na voljo le za to, da ga seznanj z rezultati ogromnega števila preiskav ter mu predpiše zdravljenje. Čeprav se večina očitno zaveda pomembnosti komunikacije, saj je o tem veliko govora, se ta vseeno izgublja. Komunikacija je glavni proces med dvema človekoma ne glede na to, v kakšnem odnosu sta drug z drugim, v težkih položajih, na primer boleznih, pa ima še toliko večjo vlogo. Iz za-

sebnega življenja vemo, da ko nam je hudo ali se znajdemo v kakem za nas brezizhodnem položaju, največ pomaga to, da nas nekdo, ki nam je blizu, posluša in reče kakšno spodbudno besedo. Enako velja za odnos med zdravnikom in bolnikom, ki ni nič drugega kot odnos med dvema človekoma, v katerem ima pogovor izredno pomembno (če ne najpomembnejšo) vlogo, ki pa ni vedno enostavna. Preseneča me predvsem to, da se v zdravstvenih krogih včasih pozablja na moč preprostega pogovora, ki se ga skuša nadomestiti z vsemi možnimi preiskavami, zdravili ... z željo, da bi bolniku tako pomagali po najboljših močeh, čeprav bi le naša beseda tehtnico lahko prevesila celo nižje. Ali dolgotrajnost in težavnost študija res opravičujeta to, da študentje medicine izgubijo sočutje do sočloveka, zdravniki pa zaradi pomanjkanja časa in preobremenjenosti ne uspejo vzpostaviti želenega odnosa in zaupanja?

## Odnos zdravnik-bolnik

Dober odnos med zdravnikom in bolnikom je temelj učinkovitega in kakovostnega zdravljenja, vanj pa morata vlagati tako zdravnik kot bolnik. Če zdravnik vse počne pravilno in bolnik ne želi sodelovati, je proces seveda otežen. Obstaja veliko študij, ki dokazujejo različne terapevtske učinke, ki jih imata ustrezna komunikacija in odnos na zdravje. Izboljšata lahko zdravstveno, funkcionalno in predvsem psihično stanje bolnika, povečujeta njegovo zadovoljstvo z zdravstvenimi storitvami in dejavno sodelovanje pri procesu zdravljenja ter zmanjšujeta verjetnost za neupoštevanje zdravnikovih navodil. Glavne sestavine odnosa so sočutje in profesionalnost zdravnika, informiranost in občutek

varnosti bolnika ter seveda komunikacija (Smith, 2017). Sočutje je pomembno, da se zdravnik lahko vživi v bolnikove izkušnje, občutke in potrebe ter ga tako lažje razume. Zaupanje in občutek varnosti sta prvi lastnosti, ki ju mora zdravnik vzpostaviti, da mu lahko bolnik res zaupa vse svoje težave (tudi tiste, ki se jih morda sramuje in o njih težje spregovori). Če si zdravnik pridobi zaupanje, bo od bolnika izvedel več podrobnosti ter ga tudi lažje vodil skozi celotni proces zdravljenja, saj bo bolnik bolj pripravljen sodelovati. Profesionalnost se mi zdi pomembna predvsem zato, ker mora zdravnik kljub dobremu odnosu še vedno ohranjati neko razdaljo, preveč prijateljski odnos za samo zdravljenje namreč ni vedno najboljši. Potrebna je tudi ustrezna stopnja obveščenosti bolnika, saj nepoznavalcu običajno rezultati preiskav ne povedo prav veliko, zato leži vsa odgovornost na zdravniku, da bolniku na čim preprostejši način razloži njegovo stanje ter načrtovano zdravljenje. Če je bolnik dobro obveščen, se bo lažje strinjal oziroma odločal glede samega poteka zdravljenja, določena stopnja obveščenosti pa je potrebna tudi pri svojcih.

»Verjamem, da gre v medicini in še posebno v onkologiji z dobro komunikacijo vse lažje. Prijaznost ali neprijaznost nista enosmerni cesti. Dobra beseda se vrača, osornost ali neprijaznost tudi. Dobra komunikacija je za varno zdravljenje najmanj enako pomembna kot laboratorijske preiskave. Če bolnik ne razume bistva bolezni, namena, načrta in realnih ciljev zdravljenja ter svoje vloge pri procesu zdravljenja, potem postane vsako zdravljenje hudo nevarno.« (Zwitter, 2005.)

### **Pogovor**

Obisk v ambulanti se vedno začne s pogovorom in čeprav se nam včasih zdi, da so vedno potrebne neke dodatne preiskave, lahko bolniku že na primarni ravni samo s pogovorom ogromno pomagamo. Največ informacij zdravnik ponavadi dobi prav iz anamneze, torej tega, kar mu bolnik sam

pove. Glede na to, da niso vsi bolniki enako zgovorni, je zelo pomembna večšina zdravnika, da zna postaviti prava vprašanja, in sicer taka, ki izzovejo odgovore, s katerimi pridobi čim več informacij. Prav gotovo pa pogovor ni v vseh položajih enako pomemben. Tako kot obravnava bolnika se gotovo razlikuje tudi pogovor z bolnikom, ki so ga na primer pripeljali na urgenco, ali z bolnikom, ki je prišel v ambulanto k svojemu osebnemu zdravniku. Poraja se torej vprašanje, kateri položaji so tisti, v katerih je pogovor res na prvem mestu.

V večini virov se pojavljata dve vrsti bolezni, pri katerih ima velik delež v zdravljenju pogovor – kronične bolezni (kar z zdravili postaja danes tudi rak) in duševne motnje. Pri nekaterih kroničnih boleznih sam vzrok bolezni pogosto ni znan in v takih primerih se je pogovor že pokazal za enako učinkovitega kot protibolečinska zdravila. Za nekaterimi boleznimi se lahko skrivajo psihični vzroki, stres, čustvene težave ..., ki jih zdravnik včasih sam od sebe težko zazna. Že to, da bolniku pokažemo, da v obstoj njegove bolečine zares verjamemo, mu lahko pomaga. Za take bolnike po mojem mnenju največ storimo, če jim ponudimo varnost, da o težavah spregovorijo, uho, ki je pripravljeno poslušati, toplo besedo in sočutje. Seveda pa se zdravniki danes na žalost morajo ukvarjati predvsem z raziskavami, papirji in elektronskimi zdravstveni kartotekami, kar popolnoma nasprotuje prej omenjeni posvetitvi pogovoru in komunikacijo močno otežuje (Gupta, 2015). Pogovor je izrednega pomena tudi v položajih, ko bolnik izve za hudo diagnozo in se mu poruši svet. V takih primerih je njegovo sprejetje zdravstvenega stanja zelo odvisno od zdravnika ter njegovega pogleda in načina ravnanja v nastalem položaju, pomembna pa je tudi komunikacija s svojci.

### **Ravnanje zdravnika z bolnikom**

Neizogibno dejstvo je, da je zdravniški poklic poseben poklic. Kakršnokoli delo z ljudmi zahteva določeno ravnanje, če pa

ti ljudje potrebujejo pomoč, je način, kako ravnamo z njimi, še toliko bolj pomemben. Zavedati se moramo, da so bolni ali poškodovani ljudje bolj ranljivi kot sicer. »Ljudje, ki prihajajo k zdravniku, potrebujejo pomoč, ker so bolni, prestrašeni, negotovi, v težavah, ker trpijo in jih je strah, so v marsičem nevedni v odnosu do svojega telesa, do svoje bolezni ali bolezni drugih, v odnosu do tega, kaj naj bi bilo zdravo življenje, in predvsem jih je strah smrti. Vse to postavlja pred zdravnika nalogo razvijanja sposobnosti poslušanja, vodenja pogovora s pravo mero potrpežljivosti, ustvarjanja vzdušja sprejetosti in varnosti za bolnika, kar se vse seštevava v pojmu - ustvariti ozračje zaupljivosti in varnosti.« (Mrevlje, 2005.) Pravijo, da je beseda prvo zdravilo. Ne nujno le za bolnika, temveč za vsakega človeka. Skoraj nepredstavlivo nam je, koliko lahko beseda naredi, seveda tako koristi kot škode. Sigmund Freud je leta 1940 zapisal: »Ne gre za nič drugega med vami, kot da govorite drug z drugim. Besede lahko neizmerno dobro denejo ali pa prispevajo k strašnim poškodbam.« V našem primeru se seveda osredotočamo na pozitivne učinke besede, ki ima neverjetno zdravilno moč.

Kot sem zapisala že v uvodu, sami vemo, da nam v težkih položajih najbolj pomaga nekdo, ki nam stoji ob strani. Če pomislite na svoje pretekle izkušnje, sem prepričana, da ste se že kdaj znašli v položaju, ko je nekdo, ki mu zaupate, rekel nekaj, kar je popolnoma spremenilo vaše počutje, odnos do položaja, v katerem ste se znašli, ali nadaljnje načrte. Ni nujno, da je bil pogovor dolg, lahko je bil le stavek ali odločilna beseda. In enako se lahko zgodi, ko se zdravnik pogovori z bolnikom. Pogoj seveda je, da mu bolnik zaupa. V takem primeru lahko zdravnik močno vpliva na bolnikovo dožemanje položaja, saj sta poleg odnosa človek-človek ponavadi prisotna še spoštovanje in zaupanje v zdravnikovo znanje ter odločitve. S pravim pogovorom je ozdravljena bolnikova duša. Mislim, da je to največ, kar

lahko naredimo. Če govorimo o paliativni oskrbi ter vzamemo za primer nekoga, ki ima neozdravljivo bolezen in lahko njegove simptome le lajšamo, fizične ozdravitve pa nikakor ne moremo doseči, je v takšnem položaju najpomembnejše, da poskušamo ozdraviti to, kar se je v njegovih čustvih in duševnosti od pojava bolezni spremenilo. Pomembno je zavedanje, da ne zdravimo le bolezni, temveč človeka.

Tako je v 12. stoletju zapisal tudi Maimonides, judovski filozof in zdravnik: »Zdravnik naj ne bi zdravil bolezni, temveč človeka, ki trpi za njo.« Zakaj se vedno več bolnikov odloči in zapravi celo premoženje za alternativno zdravljenje, ko v tradicionalni medicini ne najdejo več rešitev za svoje zdravstveno stanje?

Ker je osnova alternativne medicine prav to, kar ljudi pritegne. Razni zdravilci in vrači si zanje vzamejo veliko več časa. Seveda je pri nas nemogoče, da bi si zdravnik vzel eno uro za vsakega posameznika, čeprav vemo, da je vsak človek enkrat in je z vsakim treba ravnati na svoj način. Zato mislim, da je res že umetnost v tako kratkem času priti do takšne stopnje v komunikaciji z bolnikom, da mu lahko pomagaš. To, da se velika večina pritožuje nad zdravstvenim sistemom, ureditvijo, čakalnimi dobami in podobno, se mi ne zdi nič presenetljivega. Vedno znova pa me preseneča, da veliko ljudi ni zadovoljnih z zdravniki ali drugimi zdravstvenimi delavci. Morda zato, ker se bolniki o vsem že pred obiskom osebnega zdravnika sami informirajo na spletu? Imajo potem občutek, da vedo več kot ljudje, ki so dolga leta namenili nabiranju znanja s tega področja in so tam, da jim pomagajo, ter jih zato označijo za »nevedne, ne dovolj sposobne«? Morda zato, ker imajo zdravniki na voljo le povprečnih sedem minut, v katerih naj bi se v celoti posvetili bolniku? Kako sploh v tako kratkem času uspeš vzpostaviti zaveznitvo, zaupanje, sodelovanje in kakovosten pogovor, s katerim ozdraviš bolnikovo dušo? Ali leži vzrok v tem, da

se pozablja prvotno poslanstvo medicine in zdravniškega poklica? Da mlade, ki se odločajo za študij, zaslepi obljubljeni blišč ali zanimanje za naravoslovje, le redkokdo pa se za to še odloči z zavestjo, da pomeni poklic popolno predanost človeku kot takemu in ne le raziskavam? Nekateri opravičujejo, da študentje zaradi dolgotrajnosti in težavnosti študija izgubljajo veščine komunikacije, vemo pa, da so te še kako pomembne, če hočemo doseči stopnjo, na kateri lahko le z besedo bolniku najbolj pomagamo. In pomoč drugim je bistvo medicine.

### Zaključek

Sama se kot študentka medicine zavedam pomembnosti in verjamem v zdravilno moč besed. Žalosti me to, da je bil včasih pogovor nekaj samoumevnega, danes pa je velikokrat prej izjema. Ne morem pa reči, da se o pomembnosti pogovarjanja ne govori dovolj, saj že ogromno število člankov in kritik, ki jih najdemo na to temo, kaže, da se na problem veliko opozarja. Že mi kot študentje imamo v učnem načrtu kar nekaj predmetov, kjer nas učijo pomembnosti komunikacije z bolnikom, a se kasneje pri delu na to večkrat pozabi. Mogoče zato, ker vsi mislimo, da smo v komunikaciji veščji; komuniciramo seveda vsak dan, kako pa naj ne bi bili? Pozabljamo pa, da ni vsak pogovor tisti pravi. Če želimo biti pri njem uspešni, moramo imeti veliko znanja in izkušenj, predvsem pa je pomembno, da se tudi sami zavedamo pomembnosti komunikacije in čutimo v sebi skrb za soljudi. Tudi če bolnikovi boleznini ne bomo znali biti kos, bomo zanj z odkritim pogovorom lahko storili več, kot si predstavljamo. Vseeno pa mislim, da v zdravilno moč besed počasi začnemo verjeti vsi, ko to enkrat občutimo na lastni koži. In kar je najpomembnejše, beseda je sposobna bolj, kot karkoli drugo, povrniti upanje. Z njim pa tudi polnost življenja.

### Viri in literatura:

- Teršeglav, S., 2015: Pomen komunikacijskih kompetenc v procesu zdravljenja. Pridobljeno 5. 10. 2018 s [http://www.devz.si/wp-content/uploads/2015/06/4\\_Terseglav.pdf](http://www.devz.si/wp-content/uploads/2015/06/4_Terseglav.pdf).*
- Smith, Y., 2017: Doctor–Patient Relationship. Pridobljeno 5. 10. 2018 s <https://www.news-medical.net/health/Doctore28093Patient-Relationship.aspx>.*
- Zwitter, M., 2005: Komunikacija z bolnikom z rakom. Pridobljeno 5. 10. 2018 s [https://www.onko-i.si/fileadmin/onko/datoteke/dokumenti/2\\_2005\\_4.pdf](https://www.onko-i.si/fileadmin/onko/datoteke/dokumenti/2_2005_4.pdf).*
- Gupta, A., 2015: The Importance of Good Communication in Treating Patients' Pain. *AMA J Ethics*, 17 (3): 265-267. Pridobljeno 6. 10. 2018 s <http://journalofethics.ama-assn.org/2015/03/sect1-1503.html>.*
- Mrevlje, G., 2005: Prva pomoč: pogovor. Pridobljeno 5. 10. 2018 s [http://www.nebojse.si/portal/index.php?option=com\\_content&task=view&id=98&Itemid=51](http://www.nebojse.si/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=98&Itemid=51).*

### Zahvala:

Za pobudo in nasvete pri pisanju članka, predvsem pa za navdih, se iskreno zahvaljujem mentorici prof. dr. Zvonki Zupanič Slavec, dr. med.



**Katarina Miklavec**, rojena leta 1998, prihaja iz Šempetra pri Gorici in je študentka drugega letnika medicine na Medicinski fakulteti v Ljubljani. V prostem času se rada ukvarja s športom, njena največja ljubezen pa je že od malih nog ples. Rada ima ljudi in pogovore z njimi, zato se je odločila napisati članek, ki poudarja zdravilno moč besede in kaže na to, da sta pogovor in medicina nerazdružljiva.



# Toča žuželk izpod neba

Matija Gogala

Junija letos sva se s prijateljem in sodelavcem Tomijem Trilarjem pri raziskovanju škržadov mudila v Grčiji, in to v zahodnem celinskem delu. Z avtom sva obiskala tudi kraje na gorovju Paramythia blizu gore Tomaros in kasneje tudi Akarnaniko blizu otoka Lefkada. Način najinega terenskega dela je, da se na obetavnem terenu ustaviva, vzameva iz avta snemalnik zvoka z netopirskim (ultrazvočnim) detektorjem in entomološko mrežo ter preiščeva vsak svojo stran terena v lovu za škržadi. Toda to pot naju je na gorski cesti na pobočju gorovja Paramythia na višini 700 metrov že takoj, ko sva stopila iz avta, pritegnilo nekaj drugega. Z neba so začele padati žuželke in se z glasnimi poki zaletavati v pokrov motorja, v streho in v položno vetrobransko steklo avtomobila. Bile so hrbotplovke, vodne stenice

vrste *Notonecta viridis*, ki so očitno zamenjale bleščečo površino avtomobila za vodno gladino, v kateri se na podoben način zrcali nebo z oblaki vred.

Za ta pojav, ki je znan in raziskan, je pomembno tudi to, da je svetloba, odbita s take površine, polarizirana. Saj je znano, da je od vodne gladine odbita svetloba polarizirana, kar s pridom uporabljajo ribiči, da s posebnimi očali, ki zadržijo horizontalno polarizirano odbito svetlobo, bolje vidijo v vodo. V velikem odstotku je polarizirana tudi svetloba z neba in ta vzorec pri orientaciji uporabljajo tudi druge žuželke, na primer čebele pri orientaciji v prostoru in iskanju paše.

Le dan potem sva okoli 80 kilometrov južneje na gori Akarnanika na višini oko-

*Hrbotplovka (Notonecta viridis) je pristala na vetrobranskem, steklu kjer se je zrcalilo nebo z oblaki.*

Foto: Tomi Trilar.





*V špranji ob brisalcih so se nabrale hrbtnoplovke in vodni hrošči. Foto: Matija Gogala.*

li 1.100 metrov naletela na isti pojav, tam je priletavalo še več žuželk, in to ne samo hrbtnoplovke, temveč tudi vodni hrošči rodu *Agabus*. Čez nekaj minut se je v špranjah ob brisalcih in ob robovih pokrova motorja na-

bralo kar več teh žuželk, ki so potem spet vzletale in ponovno iskale svoj cilj, vodno gladino. Očitno sva naletela na selitvene roje teh živali, ki se oblikujejo predvsem ob presuševanju raznih mlak v toplejšem delu leta. Taki roji so očitno sestavljeni iz raznih vrst vodnih živali. Drugi vzrok, da se take selitve redno dogajajo, pa je tudi razmnoževanje. Ko nova generacija vodnih žuželk odraste in se zadnjič prelevi, postane čez nekaj časa sposobna za letenje, iskanje in poseljevanje novih vodnih življenjskih prostorov. Za nekatere je to tudi svatbeni let. V starem domovanju bi se brez selitev v druge vode populacija preveč zgostila in v takih razmerah prihaja ne samo do kompeticije, tekmovanja za hrano, temveč pogosto tudi do kanibalizma.

Zaradi tega rednega pojava selitev vodnih žuželk vode, primerne za naselitev, ne osta-

*Vodni hrošč rodu Agabus sedi na zloščeni pločevini. Foto: Tomi Trilar.*



nejo dolgo brez svojih prebivalcev, o čemer sem že pisal v *Proteusu* (2002).

Poročil o podobnih pojavih je v strokovni literaturi kar precej (na primer Schaefer, Schaefer, 1979), nekateri biologi so celo raziskovali, katere barve avtomobili so najbolj privlačni za vodne žuželke, in ugotovili, da so to rdeči, črni ali temno obarvani (Kriška in sod., 2006). Pri tem moramo omeniti, da večina žuželk ni občutljiva za rdeči del spektra in so zato zanje rdeči avtomobili enostavno temni. Pomembna pa je polarizacija odbite svetlobe, ki je izrazita na vodni gladini in na gladki pološčeni temni pločevini, kar smo omenili že v uvodu. Zanimivo je tudi, da ponekod priletavajo na avtomobile tudi enodnevnice in kačji pastirji ter poskušajo tam celo odlagati jajčeca. Zato lahko bleščeča parkirišča privabijo toliko vodnih žuželk, da se to kaže v zmanjševanju populacij v sosednjih naravnih vodnih bivališčih. Ali ste kaj podobnega že doživeli?

#### Literatura:

- Gogala, M., 2002: Čebri za grozdje in poseljevanje vodnih habitatov. *Proteus*, 64 (8): 370.
- Kriška, G., Csabai, Z., Boda, P., Malik, P., Horvath, G., 2006: Why do red and dark-coloured cars lure aquatic insects? The attraction of water insects to car paintwork explained by reflection-polarization signals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273 (1594): 1667-1671.
- Schaefer, C. W., Schaefer, M. I., 1979: *Corixids (Hemiptera: Heteroptera) attracted to automobile roof. Entomological news*, 90 (5): 230.

## »Invazija« ščinkavcev

Jurij Kurillo

19. marca leta 2018 se je nekoliko po sedmi uri zjutraj pojavila na travniku nad savskim mostom, v naselju Čirče pri Kranju, jata približno stotih ščinkavcev (*Fringilla coelebs*). Med njimi so bile pomešane tudi pinože (*Fringilla montifringilla*). Vsi so pridno kljuvali preostala semena na suhih bilkah, ki so kljubovale zimi in snegu. Po dobri uri se je jata dvignila in se ni več vrnila. Navadni opazovalci narave smo navajeni videti le posamezne ščinkavce, ki se pojavljajo poleti na vrtnem rastlinju, pozimi pa v krmilnicah. Tako množično »druženje« te ptičje vrste sem zdaj opazoval prvič!

V zanimivi knjigi Roberta Burtona *Življenje s ptiči* (Založba Narava, Kranj, 2005) najdemo na 112. strani podobno fotografijo jate ščinkavcev, ki pobirajo odpadlo semenje, z besedilom: »Da bi se v miru hranili, ohranjajo primerno medsebojno razdaljo, čeprav si dominantni ptiči vedno prisvojijo levji delež.« Na isti strani lahko beremo, da so v nemških in švicarskih gozdovih opazovali že milijonske skupine pinož, ki so obirale bukov žir. Kaj pa pri nas? Kaj pravijo naši ornitologi?



*Jata ščinkavcev in pinož se je prišla hraniti na zimski travnik. Foto: Jurij Kurillo.*

*Ptiči so se zbirali na ovnelem rastlinju, kjer je očitno ostalo še nekaj semenja. Foto: Jurij Kurillo.*



Fotografirano ob slabih svetlobnih razmerah s fotoaparatom Sony alfa SLT-A58.



# Nezakoniti lov in ubijanje ptic v Sloveniji

*Tjaša Zagoršek, Ivan Kljun*

*Društvo za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije je v letošnjem letu pričelo s štiriletnim projektom *Proti nezakonitemu ubijanju ptic na jadranski selitveni poti*, ki ga podpira nemška naravovarstvena fundacija *Euronatur*. Cilj projekta je pticam zagotoviti varnejšo selitev. Podatki po le nekaj mesecih dela kažejo, da je stanje pri nas precej slabše, kot se je domnevalo doslej.*

Doslej je veljalo, da je Slovenija nekakšna oaza, kjer so ptice varne pred nezakonitim ubijanjem, sploh če primerjamo Slovenijo s sosednjima državama, kot sta Italija ali Hrvaška, kjer je kriminalno početje s pticami splošno razširjeno. Za obdobje od leta 2000 dalje smo zbrali informacije o več kot 250 primerih suma nezakonitega ravnanja. Na



*Rentgenska slika ustreljene zavarovane vrste krokar (Corvus corax) z izstrelkom zračne puške v glavi.  
Foto: Bojan Zorko.*

podlagi trenutnega poznavanja problematike, ki je še nepopolno, ocenjujemo, da je v Sloveniji letno nezakonito ulovljenih in ubitih od 8.500 do 46.500 osebkov ptic.

*Žrtve nezakonitega lova s strelnim orožjem so pogosto ribojede vrste ptic – največkrat sive čaplje (Ardea cinerea).  
Foto: Jure Novak.*





*Past za lov na ujede na živo vabo. Foto: PU Murska Sobota.*

Videti je, da je v Sloveniji precej razširjen lov na ptice pevke za namene zadrževanja v kletkah ali preprodajo na italijanski trg. Kot kažejo trenutni podatki, je tega več v zahodni Sloveniji. Sporna ravnanja so zelo verjetno spodbujena s strani italijanskega črnega trga in ukinitivijo mejnega nadzora. Presenetile so nas tudi informacije o lovu ptic ujed s pastmi. Podatki kažejo na razširjeno trgovino s pastmi za tovrstni nezakoniti lov. Proti nezakonitemu ubijanju in lovu na ptice se lahko borite tudi vi. Vse ljubitelje narave in ptic prosimo, da v primeru zaznave suma

nezakonitega lova in ubijanja ptic to informacijo posredujejo na dopps@dopps.si ali telefon 041 955 988. Posebej bodite pozorni na osebe, ki lovijo ptice z mrežami ali pastmi, ter na kletke oziroma voljere, v katerih se zadržujejo prostoživeče vrste. Prav tako lahko sporočite, če najdete ptico, za katero se sumi, da je bila ustreljena. Dobrodošli pa bodo tudi podatki krivolova iz preteklosti, s katerimi lahko ugotovimo obseg nezakonitega lova in ubijanja ptic v Sloveniji. Najbolj zagrete prostovoljce vabimo, da se pridružijo DOPPS-ovi skupini za boj proti krivolovu.

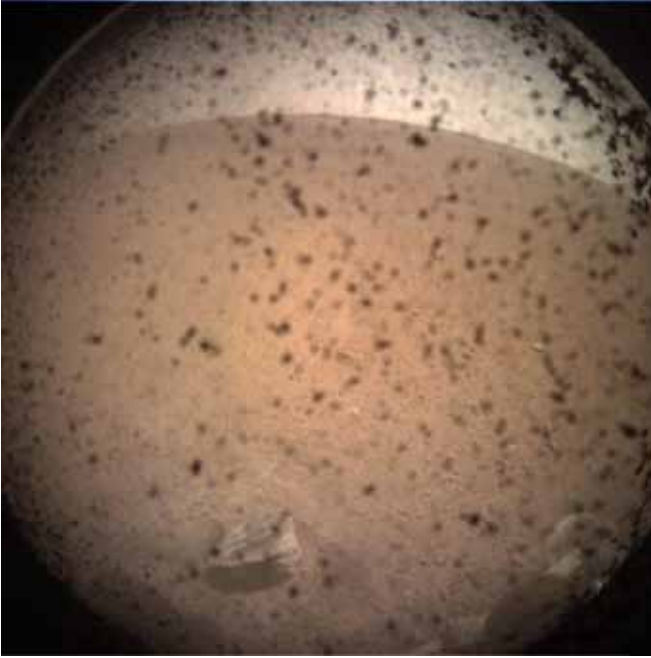
*Naše nebo • Sonda InSight je pristala na Marsu*

## Sonda *InSight* je pristala na Marsu

*Mirko Kokole*

Vesoljsko sondo *InSight* smo že omenili v zadnji številki prejšnjega letnika *Proteusa*, ko smo pisali o mikrosatelitih v vesolju in kako bosta mikrosatelita *MarCO-A* in *MarCO-B* pomagala pri pristanku sonde *InSight*. Mikrosatelita, ki so jo ljubkovalno poimenovali *Wall-E* in *Eva*, sta svoje delo zelo uspešno opravila. Na Zemlji smo lahko zato videli prve posnetke že pol ure po tem, ko jih je sonda *InSight* posnela, namesto da bi na njih čakali več ur, kot bi bilo potrebno, če teh dveh malih satelitov ne bi bilo.

Sonda *InSight* je uspešno pristala na Marsu 26. novembra po sedemmesečnem popotovanju skozi vesolje in sedemminutnem spustu na Marsovo površje. Pri spustu so uporabili sedaj že utečeni postopek: zaviranje v ozračju, nato zaviranje s ultrazvočnim padalom ter čisto na koncu nežen pristanek s pomočjo majhnih raketnih pogonov. Vse kaže, da so inženirji dobro izpilili postopek, saj je sonda brez težav pristala in se sedaj že pripravlja na znanstvene meritve, ki jih bo opravljala sledeči dve leti.

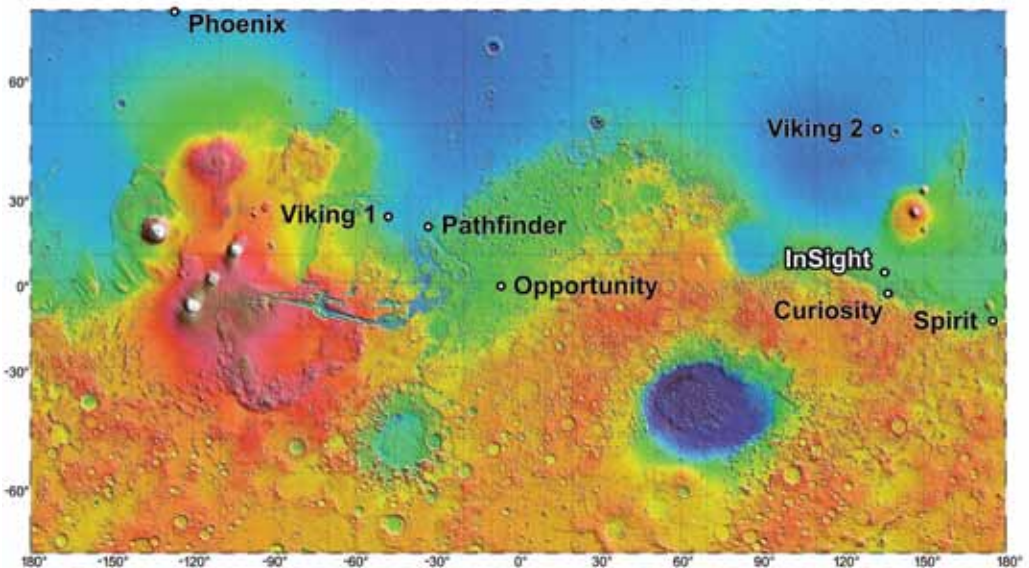


*Prva slika, ki jo je posnela sonda InSight le nekaj minut po svojem pristanku in ki prikazuje del površja, kjer je sonda pristala. Sliko smo lahko na Zemlji videli le nekaj minut potem, ko jo je sonda poslala, za kar sta zaslužna mala satelita Wall-E in Eva. Foto: NASA/JPL-Caltech.*

Sonda je nekoliko drugačna od prejšnjih sond, ki so jih poslali na Mars. V nasprotju s prejšnjimi sondami, ki so bile zelo splošne in so poskušale narediti čim bolj raznolike meritve, je *InSight* specializirana sonda. Namenjena je izključno seizmološkim meritvam. Z njihovo pomočjo bo mogoče neposredno raziskovati, kakšna je notranost Marsa in kakšna je njena dinamika. Prvi inštrument na sondi je zelo natančen seizmometer. Je tako občutljiv, da lahko zazna trke meteorjev z Marsovim površjem. S tem inštrumentom bodo znanstveniki preučevali, kako potujejo skozi Marsovo notranost seizmični valovi, in tako ugotovljali, kakšna je njegova notranja zgradba. Poleg seizmometra sonda *InSight* vsebuje tudi

*Slika prikazuje, kje se sonda InSight nahaja na Marsovem površju in kje se nahajajo druge pomembnejše sonde. Mesto, ki so ga znanstveniki in inženirji izbrali, je zelo pomembno, saj mora zagotoviti varen pristanek sonde, optimalno lego glede na Sonce in ravno pravo površje za uspešno delovaje termične sonde.*

*Foto: NASA/JPL-Caltech.*

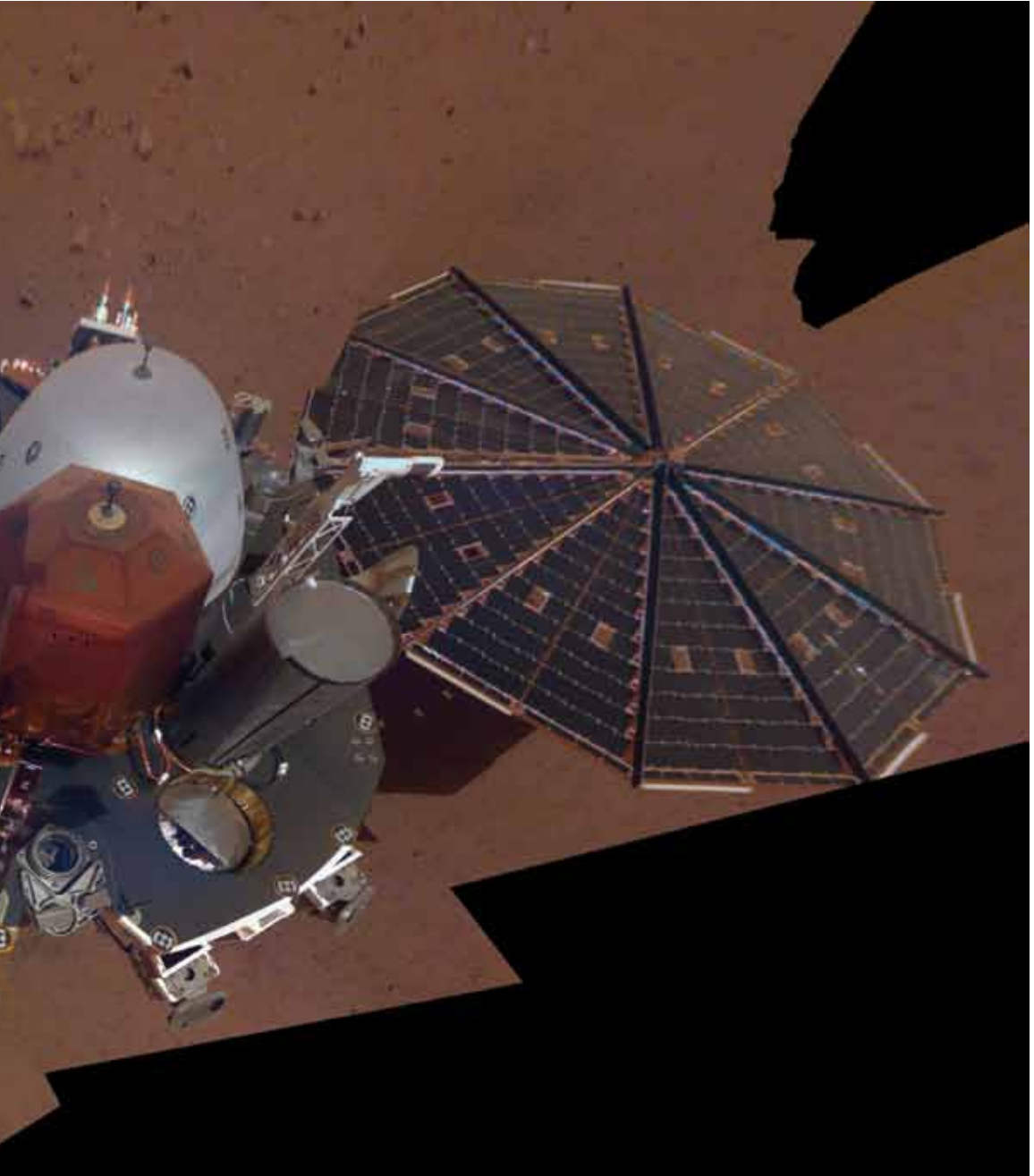




*To je prvi »avtoportret« sonde InSight na Marsu, ki je bil posnet 6. decembra letos. Na njem vidimo sončni plošči in krov. Na vrhu krova so znanstveni inštrumenti, senzorji za zaznavanje vremena in UHF-antena.*

*Foto: NASA/JPL-Caltech.*



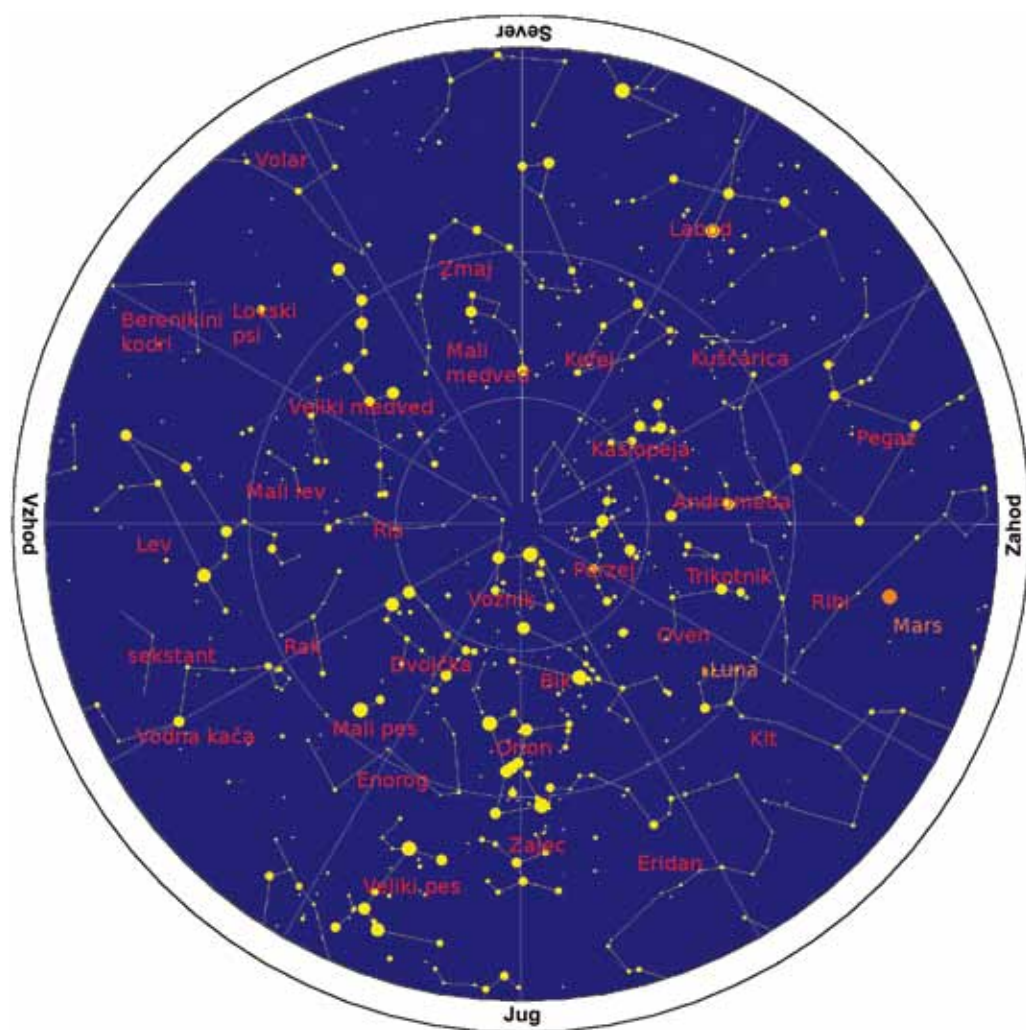


termično sondo, ki se bo sama zarila kar pet metrov pod površje. To bo naredila seveda zelo počasi, pri tem pa bo merila termično prevodnost Marsovega površja. Ker bo sonda pri prodiranju uporabljala kladivo, ki

jo bo počasi zabijalo v globino, bo pri tem povzročala tudi natančno opredeljena nihanja, ki jih bo zaznal seizmometer, in tako še dodatno povečal svoje in naše poznavanje materialov, ki jih najdemo na površju Mar-

sa. Poleg teh dveh glavnih inštrumentov sonda *InSight* vsebuje tudi radijske oddajnike, ki bodo več ur z Zemljo izmenjevali signale. Tako bodo zelo natančno izmerili, kako planet Mars niha, kar nam bo dalo še dodatne informacije o njegovi sredici. *InSight* na sebi nosi tudi zrcalo, ki pa ni namenjeno njej, ampak bo služilo sondam v prihodnosti, ki bodo od njega odbijale laserske žarke in tako zelo natančno določale razdaljo do površja.

Kot vidimo, je sonda *InSight* resnično zelo specializirana in namenjena izključno seizmološkim meritvam. Ta nam bodo prvič omogočila neposredni vpogled v Marsovo notranjost, kar nam bo posledično pomagalo pri razumevanju njegovega nastanka in nastanka kamnitih planetov ter njihovega razvoja.



*Nebo v januarju.  
Datum: 15. 1. 2019.  
Čas: 22:00.  
Kraj: Ljubljana.*

# OB VZNOŽJU DOLOMITOV

24. – 26. maj 2019



Benečija leži na stiku med Južnimi Alpami in Beneško laguno in v sebi skriva številne zgodbe o Zemljini zgodovini, o zgodovini človeka, o njegovem domiselnem načinu preživetja, o tekmovanju z naravo in izgubljenim bojem, o bogati kulturi različnih ljudstev, ki so v preteklosti naselila te kraje. Zgodbe o vodi, ki prihaja na površje v

številnih izvirih in je nekoč poganjala mline ter v dolgi geološki preteklosti preoblikovala površje v čudovite doline in soteske. Voda, ki napaja številna polja in vinograde in ustvarja pogoje za življenje številnim rastlinskim in živalskim vrstam. Toliko zgodb, da se jih bomo večino le dotaknili, podrobneje pa spoznali le izbrane in skupaj sestavili novo, le našo.

# ARAGATS, NAJVIŠJI VRH ARMENIJE

28. junij – 7. julij 2019



Armenska visoka planota je večinoma vulkanskega izvora, kar daje deželi poseben čar, to pa je v največji meri možno doživeti s pohodi po neokrnjeni pokrajini s čudovitimi razgledi. Začinjeno z bogato kulturno dediščino in odlično kulinariko ter prijaznostjo domačinov je prav gotovo pravo doživetje za vse, ki

se želite vsaj za nekaj dni umakniti od hitrega vsakdanjika in doživeti nekaj več od klasičnih turističnih ogledov. Vabljeni k nepozabnim doživetjem!

---

**Bralkam in bralcem**

**želimo prijetno in zvedavo sobivanje z naravo tudi v novem letu.**

**Srečno!**

**Uredniški odbor *Proteusa***

# DIVJI ZAHOD - SRBIJA

29. junij – 5. julij 2019



Zahodna Srbija se še vedno lahko ponaša z divjo in neokrnjeno naravo. Številna gorovja, planote, reke, ki so vanje vrezale globoke soteske, slapovi, kraške jame in prostrani gozdovi nam ponujajo široko paleto naravnih bogastev. Odlične destinacije, okusna domača hrana pri prijaznih in gostoljubnih domačinih, ohranjena bogata kulturna in naravna dediščina ter vrhunsko vodstvo krajevnega vodnika – več kot dovolj razlogov, da Zahodno Srbijo obiščete z nami.

# ARMENIJA IN GORSKI KARABAH

19. julij – 2. avgust 2019



Prva država, ki je sprejela krščanstvo za svojo uradno vero, skriva v sebi neprecenljiva naravna in kulturna bogastva. Dežela, ki so jo oblikovali vulkani, leži na Armenski visoki planoti in popotniku ponuja čudovite razglede na gorovja, reke, soteske, jezera, slapove, stepe in kamnite polpuščave. Starodavno armensko ljudstvo, ki se je v dolgi zgodovini svojega obstoja na Svileni poti ohranilo s pomočjo kulture, v sebi izžareva ponos in neizmerno gostoljubnost, prepredeno z iznajdljivostjo in

sposobnostjo preživetja. Vse to je dežela, ki vsakemu obiskovalcu pusti trajen in nepozaben pečat.

ISSN 0033-1805



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