

PROTEUS

februar 2014, 6/76. letnik
cena v redni prodaji 5,00 EUR
naročniki 4,20 EUR
upokojenci 3,50 EUR
dijaki in študenti 3,00 EUR
www.proteus.si



mesečnik za poljudno naravoslovje

■
Biotehnologija

Gobe in zaklad, ki se skriva v njih

■
Zgodovina medicine

Miro Košak –
utemeljitelj srčno-žilne kirurgije v Sloveniji

■
Fizika

Stoletnica Franck-Hertzevega poskusa

■
Krasoslovje

Rakov Škocjan in Planinsko polje 2014



■ stran 247

Biotehnologija

Gobe in zaklad, ki se skriva v njih

Jana Erjavec

Nabiranje gob nam poleg gibanja v naravi ponuja tudi možnost za pripravo pravih kulina-ričnih specialitet. Vendar se v gobah skriva precej več kot le paleta pisanih okusov. Gobe so tudi vir biološko aktivnih snovi, ki pozitivno vplivajo na naše zdravje in počutje ter jih že uspešno uporabljajo v različnih industrijskih panogah. Gobe v naravi izdelujejo številne snovi, s katerimi se branijo pred škodljivimi organizmi, plenilci ali pa z njihovo pomočjo pridobivajo hranilne snovi iz okolice. Biološko aktivne snovi iz gob razdelimo v sekundarne metabolite z nizko molekulsko maso in snovi z visoko molekulsko maso. Med manjše aktivne molekule uvrščamo na primer kisline, triterpenoide, sterole in antibiotike, med večje pa polisaharide, beljakovine in beljakovinske komplekse. Dosedanje raziskave kažejo, da imajo učinkovine iz gob protibakterijske, protiglivne, protivirusne, insekticidne, imunomodulacijske, protitumorske, protivnetne in druge lastnosti.



- 244 Uvodnik
Tomaž Sajovic
- 247 Biotehnologija
Gobe in zaklad, ki se skriva v njih
Jana Erjavec
- 255 Zgodovina medicine
Miro Košak – utemeljitelj srčno-žilne kirurgije v Sloveniji
Aleksandar Gavrić
- 264 Kristalografija
Razvrščanje kristalov po njihovih oblikah (četrty del)
Mirjan Žorž
- 271 Fizika
Stoletnica Franck-Hertzevega poskusa
Janez Strnad
- 275 Krasoslovje
Rakov Škocjan in Planinsko polje 2014
Franjo Drole
- 281 Botanika
***Abrus precatorius* L. – opozorilo tistim, ki potujejo v trope ali subtrope**
Luka Pintar
- 283 Naše nebo
Pomladansko nebo
Mirko Kokole
- 285 Table of Contents



Naslovnica:

Gobe so vir biotehnoško pomembnih molekul. *Mycena haematopus* (Pers.) P. Kumm. Na Kočevskem.

Foto: Petra Draškovič.

Proteus

Izbaha od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik: Prirodoslovno društvo Slovenije

Odgovorni urednik:

prof. dr. Radovan Komel

Glavni urednik: dr. Tomaž Sajovic

Uredniški odbor:

Janja Benedik

prof. dr. Milan Brumen

dr. Igor Dakskobler

asist. dr. Andrej Godec

akad. prof. dr. Matija Gogala

dr. Matevž Novak

prof. dr. Gorazd Planinšič

prof. dr. Mihael Jožef Toman

prof. dr. Zvonka Zupanič Slavec

dr. Petra Draškovič

Lektor: dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavoletič

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

Naslov izdajatelja in uredništva: Prirodoslovno društvo Slovenije, Salendrova 4, p.p. 1573, 1001 Ljubljana, telefon: (01) 252 19 14, faks (01) 421 21 21.

Cena posamezne številke v prosti prodaji je 5,00 EUR, za naročnike 4,20 EUR, za upokojence 3,50 EUR, za dijake in študente 3,00 EUR.

Celoletna naročnina je 42,00 EUR, za upokojence 35,00 EUR, za študente 30,00 EUR. 9,5 % DDV in poštnina sta vključena v ceno.

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

<http://www.proteus.si>

prirodoslovno.drustvo@gmail.com

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2014.

Vse pravice pridržane.

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

Uvodnik

Prejšnji uvodnik, v katerem sem opozarjal na pogubne posledice akademizacije v znanosti in univerzah, sem sklenil s trditvijo: »Kako nevarna pa je akademizacija, kaže na primer izjava 'iz domačih logov', da 'se nagrade podeljujejo za vrhunske znanstvene dosežke in ne za moralne vrednote'.« Izjava izvira iz krogov Odbora Republike Slovenije za Zoisovo nagrado in je bila izrečena potem, ko se je na odbor vsul plaz kritik zaradi sporne podelitve ene od lanskih Zoisovih nagrad, člane odbora, ki so odločitev sprejeli soglasno, z njimi pa tudi samo izjavo, pa »je vzel v bran« tudi minister za izobraževanje, znanost in šport (podrobnosti lahko preberete na primer v prispevku novinarka Barbare Smajila z naslovom *Ministru se etika ne zdi pomembna*, ki je bil objavljen 12. marca letos v *Dnevniku*).

Imena in podrobnosti nas ne zanimajo, toliko bolj pa nas zanima sama vsebina izjave, ki zbujata precejšnje moralno nelagodje, čeprav jo je širša skupnost, ne da bi jo premislila, že zdavnaj sprejela kot nekaj resničnega in zato neizogibnega. Pa je ne bi smela. Izjava namreč trdi nekaj »nečloveškega«: da znanost nima nič skupnega z etiko in da (zato?) znanost – vsaj v načelu – lahko ustvarjajo tudi neetični znanstveniki. Kar z drugimi besedami pomeni, da je znanost »pomembnejša« od etike in s tem tudi od človeka. Takemu »prepričanju« je med drugimi ostro nasprotoval tudi na primer nemški socialni psiholog, sociolog in humanistični filozof Erich Fromm (1900–1980), ki je v svoji knjigi *Zdrava družba* (1950, v slovenščino je bila prevedena leta 1970) o človekovi etični usodi v tem svetu zapisal tudi naslednje besede: »Etično

vedenje temelji na sposobnosti, da človek postavlja vrednostne sodbe na osnovi razuma; to pomeni odločanje med dobrim in zlim ter delovanje v skladu z odločitvijo. [...] *Nadalje temelji etika [...] na načelu, da nobena institucija ali stvar ni višja od katerega koli človeka posameznika; da je cilj življenja razvijati človekovo ljubezen in razum in da se mora vsaka druga človeška dejavnost podrediti temu cilju* (poudarek je moj).« Vprašanje, ki si ga moramo zastaviti, je, zakaj se je v človekovi zgodovini uveljavila taka »nečloveška« oblika znanosti, ki v svojem »svetišču« nima prostora za etiko, ker pa nima prostora za etiko, nima prostora – le pozorno je treba še enkrat prebrati odlomek iz Frommmove knjige – tudi za razum. Tudi za razum? Vendar – ali znanost ne velja za najvišji dosežek človekovega razuma? Kako naj razumemo ta za običajno pamet težko razumljiv paradoks?

Odgovor bomo poskušali iskati ob branju razprave, ki se ukvarja prav s tem paradoksom. Njen naslov je pomenljiv in osupljiv: *Ali znanost misli: znanost in etika*, napisal pa jo je slovenski filozof Rado Riha (*Filozofski vestnik*, 2005, dostopno tudi na spletu). Na vprašanje, *ali znanost misli*, sta v načelu možna dva odgovora: nikalni – da *znanost ne misli* – in pritrilni – da *znanost misli*.

V tokratnem uvodniku se bom posvetil nikalnemu odgovoru, torej odgovoru, da *znanost ne misli*. Prepričljivo sta ga zagovarjala nemška filozofa Edmund Husserl (1859–1938) in Martin Heidegger (1889–1976). Husserl je svoje stališče o znanosti, ki ne misli, utemeljeval v knjigi *Kriza evropskih znanosti in transcendentalna fenomenologija* (1936, v slovenskem prevodu jo imamo od leta 2005). V njej govori »o radikalni krizi moderne Evrope, ki zadeva njene temelje, postavljene pred tremi stoletji, v 17. stoletju«. Na te temelje je odločilni podpis prispeval Galileo Galilei (1564–1642), utemeljitelj moderne novoveške znanosti, toda to utemeljevanje je bilo izrazito protislovno. Za Husserla je bil namreč Galilei sicer res eden največjih novoveških izumiteljev, vendar pa ni bil le genij, ki je »razkrival« naravo, ampak tudi genij, ki je naravo prav s tem, ko jo je »razkrival«, tudi »zakrival«.

Galilei je bil »prelomni izumitelj v bistvu zato, ker je ustvaril 'popolnoma novo idejo matematiziranega naravoslovja', natančneje, ker je postavil temelje

za matematizacijo narave in začel s preobrazbo narave v matematično raznoterost«. V traktatu *Preizkuševalec (Il Saggiatore)*, objavljenem leta 1623, je Galilei svojo revolucionarno misel izrazil z metaforo o »knjigi narave«: »Filozofija [narave] je zapisana v tej ogromni knjigi, nenehno odprti pred našimi očmi, se pravi v veselju, vendar je ne moremo razumeti, če nismo najprej spoznali jezika, v katerem je napisana [...]. Napisana je v matematičnem jeziku, znamenja pa so trikotniki, krogi in drugi geometrični liki; brez njih človek ne more razumeti niti ene besede [...].« Od zdaj naprej je za človeka – v prvi vrsti za znanstvenika, v podzavesti pa tudi že za slehernega od nas – »resnična bit« narave postala matematična, to pa je pomenilo, da je od zdaj naprej vso naravo bilo mogoče »podrediti« kvantifikaciji in izračunu. Riha je to razumevanje narave sijajno opisal: »Matematična idealizacija postane tako rekoč sama sebi namen, naravoslovna znanost se spreminja v téchne [tehniko; opomba je moja], v golo večino pridobivanja rezultatov z računsko tehniko. A resnica teh rezultatov je razumljiva le mišljenju, ki se že nahaja v obzoru matematične formalizacije, matematizacija narave pelje tako postopno k temu, da se nekaj ustvarjenega, nekaj, kar je proizvod metodične idealizacije, predstavlja kot nekaj neposredno danega, še več, kot edino prava, edino resnična dejanskost. Oblačilo matematičnih simbolov ne samo da odeva in prekriva dejanski, čutno nazorni svet, svet življenja, ampak se daje kot svet sam. Matematična formalizacija učinkuje tako, da imamo to, kar je zgolj metoda, za resnično bit.« Prav z matematizacijo narave pa je Galilei – s Husserlovimi besedami – hkrati postal tudi »mračni« genij: prikril je namreč dejanski, čutno nazorni svet – ali kot je zapisal Riha –, »svet življenja, Lebenswelt, se pravi, izvorna tla vsega človeškega teoretičnega in praktičnega življenja. Tista tla, ki porajajo smisel vsega človeškega početja, tista izvorna danost, na podlagi katere in iz katere vselej že razumemo sami sebe, svoj okoliški svet in smisel svojega bivanja.«

In prav zato, ker znanost od Galileja dalje »pozablja« na svet življenja, »tista tla, ki edina lahko porajajo smisel vsega človeškega početja«, po Husserlu tudi *ne misli*. Natančneje povedano, znanost *ne misli* zato, ker »zakriva, še več, izničuje smisel«. Misli

je – po Husserlu – mogoče le tam, kjer je smisel. Da znanost *ne misli*, je bil prepričan tudi Martin Heidegger, ki je Husserlove argumente za tako trditev še zaostрил in poglobil. Eno ključnih besedil za razumevanje Heideggerjevega stališča je njegovo predavanje *Znanost in osmislitev* (1953, v slovenskem jeziku objavljeno leta 1995 v številki revije *Phainomena* z naslovom *Martin Heidegger: Konec filozofije in naloga mišljenja*). V njem se Heidegger sprašuje, v čem sploh temelji bistvo novoveške znanosti. Njegov odgovor je kratek: »Znanost je teorija dejanskega,« z drugimi besedami, »teorija resničnega«. Heideggerjevo razlago trditve naj začnem z znamenitim stavkom nemškega teoretičnega fizika in začetnika kvantne fizike Maxa Plancka (1858–1947): »Dejansko je to, kar lahko merimo,« kar je samo slogovna različica Galilejevega zgodovinskega manifesta, da je »knjiga narave« napisana v matematičnem jeziku. Za novoveško znanost je dejansko oziroma resnično samo tisto, kar je mogoče dokazati s poskusom: »Poskus je vprašanje, ki ga znanost zastavi Naravi, merjenje pa posnetek Njenega odgovora.« (Max Planck: *Spomini*, 1946.) Česar pa s poskusom ni mogoče dokazati, ni dejansko oziroma resnično – je le videz ali mnenje. Vsa bitnost sveta, ki so jo stari Grki še izkusili kot *prisotnost* in jih je navdajala z neizmernim začudenjem, se od 17. stoletja dalje kaže samo še kot »dejansko«, torej samo še kot predmet, »kot nekaj, kar je merljivo in preračunljivo.« »Tega« – zapiše Heidegger – »ne smemo razumeti [samo] na zožen način v smislu operiranja s števili. Računanje v širšem, bistvenem smislu pomeni: računati z nečim, računati na nekaj [v pomenu: računati na primer na uspeh; pojasnilo je moje], [...] postavi ga v območje pričakovanja.« V novoveški znanosti, ki se je rodila v 17. stoletju, o tem, kaj je dejansko, že vnaprej določa oziroma *pred-postavlja* teorija. Spomniti se moramo samo znamenite izjave Alberta Einsteina (1879–1955): »Ali boste stvar lahko opazovali ali ne, je odvisno od teorije, ki jo boste uporabili. O tem, kaj lahko opazujemo, odloča teorija.« Heidegger je to izrazil s stavkom: »Znanost postavlja dejansko.« Ta opredelitev znanosti pa je skoraj popolnoma enaka neki drugi Heideggerjevi opredelitvi, in sicer opredelitvi tehnike: »Tehnika postavlja naravo.« Kar ni nič čudnega, saj je tako kot Husserl tudi

Heidegger prepričan, da je znanost po svojem bistvu tehnična, samo da bistvo tehnike ni nič tehničnega. To bistvo tehnike je zlovešče bistvo. V njegovem imenu se je vse, kar biva na tem svetu, preobrazilo v »golo materijo«, ki je na razpolago za tako ali drugačno izkoriščanje, zlasti gospodarsko. To bistvo postavlja naravo v smislu izzivanja: »Poljedelstvo je motorizirana prehrabena industrija. Zrak je postavljen, da oddaja dušik, tla za rude, ruda npr. za uran, ta za atomsko energijo, ki jo je mogoče sprostiti za razdejanje ali miroljubno izkoriščanje.« (Heidegger: *Vprašanje po tehniki*, v knjigi *Predavanja in sestavki*, 2003.) Prej ali slej – piše Heidegger – »bo tudi človek lahko proizveden po določenem načrtu kot vsak drug tehnični predmet«. Bistvo tehnike je zlovešče, ker skriva pred našimi očmi neizmerno bogastvo bitnosti sveta, ki je stare Grke še navdajalo z neizmernim začudenjem, hkrati pa znanost spreminja v instrumentalno-tehnični pogon, ki je – po Rihi – »eden ključnih dejavnikov kapitalistične globalizacije«.

Zdaj lahko končno poskušamo pojasniti Heideggerjevo prepričanje, da *znanost ne misli*. Znanost seveda »nikdar ne more mimo že prisotne narave«. Ker pa s svojimi matematiziranimi metodami naravo »razume« le v njeni predmetnosti – predmetnost pa je le eden od načinov, kako se narava razodeva v svoji prisotnosti –, tudi nikoli ne more zaobjeti njene bitnostne polnosti. Bitnostne polnosti narave na primer fizikalna znanost s svojimi metodami torej sploh *ne more misliti*, z njihovo pomočjo pa tudi ne more reči, kaj fizikalna znanost sploh je. »O tem, kaj je fizika, lahko *mislimo* le na način filozofskega vprašanja.« (Heideggerjevi odgovori, 1969, v že omenjenem delu *Martin Heidegger: Konec filozofije in naloga mišljenja*.)

Ker – po Heideggerju – moderna znanost *ne misli*, tudi ni v njej nobenega prostora za etiko. Za svojo osmislitev potrebuje filozofijo, odkar pa se kaže kot instrumentalno-tehnični pogon, čigar smoter raziskovanja – po Rihi – »očitno ni človekovo dobro«, etika lahko le životari v etičnih komisijah. Etika se bo naselila v znanosti šele takrat, ko bo znanost *misllila*. O tem pa v prihodnjem uvodniku.

Tomaž Sajovic

Gobe in zaklad, ki se skriva v njih

Jana Erjavec

Nabiranje gob nam poleg gibanja v naravi ponuja tudi možnost za pripravo pravih kulinarčnih specialitet. Vendar se v gobah skriva precej več kot le paleta pisanih okusov. Gobe so tudi vir biološko aktivnih snovi, ki pozitivno vplivajo na naše zdravje in počutje ter jih že uspešno uporabljajo v različnih industrijskih panogah (slika 1).

Zgodovina

Dokazi o uživanju gob segajo na Kitajsko, več sto let pred našim štetjem. Kitajci gobam zaradi njihovih zdravlilnih učinkovin, ki se še danes uporabljajo v tradicionalni medicini, pravijo tudi »eliksir življenja«. V prehrani so jih prav tako uporabljali stari Grki in Rimljani, rimski cesarji so imeli dvorne preizkuševalce, ki so preverjali, ali je goba strupena ali užitna, saj namerne zastrupitve niso bile redke. Gobe, ki vsebujejo

psilocibin, so zaradi njihovih halucinogenih lastnosti v številnih deželah uporabljali pri verskih ritualih. Uporabo gob v tradicionalni medicini vse bolj preverjajo zaradi možnosti njihove uporabe v moderni medicini. Nekatere gobe, njihovi deli ali posamezne učinkovine se že uspešno tržijo kot prehranska dopolnila in zdravila. Na svetu naj bi obstajalo približno 140.000 vrst gob, poznamo pa jih le približno 15.000. Od tega je približno 2.000 vrst užitnih, običajno pa jih nabiramo le okrog 200. Tudi če bi bil delež uporabnih aktivnih snovi v teh vrstah zelo majhen, še vedno predstavljajo veliko zalogo biološko pomembnih molekul.

Biološko aktivne molekule, ki jih najdemo v gobah

Gobe v naravi izdelujejo številne snovi, s katerimi se branijo pred škodljivimi orga-

Slika 1: Užitne gobe že stoletja uporabljamo v prehrani. Biološko aktivne snovi iz užitnih gob so zato še bolj zanimive z vidika množične proizvodnje, saj zaradi dolgoletne uporabe v prehrani boljše poznamo njihove pozitivne učinke na zdravje.

Foto: Jana Erjavec.



nizmi, plenilci ali pa z njihovo pomočjo pridobivajo hranilne snovi iz okolice. Biološko aktivne snovi iz gob razdelimo v sekundarne metabolite z nizko molekulsko maso in snovi z visoko molekulsko maso. Med manjše aktivne molekule uvrščamo na primer kisline, triterpenoide, sterole in antibiotike, med večje pa polisaharide, beljakovine in beljakovinske komplekse. Dosedanje raziskave kažejo, da imajo učinkovine iz gob protibakterijske, protiglivne, protivirusne, insekticidne, imunomodulacijske, protitumorske, protivnetne in druge lastnosti. V nadaljevanju bodo predstavljene nekatere najpogostejše uporabljene zdravilne gobe in gobe, katerih molekule ali njihove izvlečke uporabljamo v različnih industrijskih panogah.

Užitni nazobčanec (*Lentinus edodes*), bolje poznan kot šitake, je poleg svoje kulinarične uporabnosti pomemben vir biološko aktivnih snovi, kot sta lentinan in eritadenin. Lentinan ima protibakterijske in protivirusne lastnosti, poleg tega pa učinkuje še protitumorsko in kot spodbujevalec imunskega sistema, zato se v obliki prehranskega dopolnila (na primer Lentinex) lahko uporablja kot pomožna terapija pri okužbah z vi-

rusom HIV in kemoterapijah. D-eritadenin pa je na voljo v obliki zdravila za zniževanje previsoke koncentracije holesterola v krvi. Komercialno zanimivi sta tudi oksalna kislina, ki učinkuje proti bakteriji *Staphylococcus aureus* in nekaterim drugim bakterijam, ter majhna beljakovina lentin, ki zavira rast patogenih gliv.

Bukov ostrigar (*Pleurotus ostreatus*) je lesna goba, pogosta tudi pri nas. Bogata je z beljakovinami in vsebuje veliko aminokislin, vitaminov, mineralov, nenasičenih maščobnih kislin (zlasti oleinsko) ter vlaknin. V vzhodni medicini ga uporabljajo od 5. stoletja dalje za krepitev ven, sprostitvev mišic in boljši krvni obtok. Bukov ostrigar izdeluje lovastatin, molekulo, ki se že uporablja za zniževanje holesterola v krvi (Mevacor, Altoprev). Poleg tega naj bi krepil imunski sistem in deloval proti tumorjem.

Svetlikava pološčenka (*Ganoderma lucidum*), tudi »goba nesmrtnosti«, reiši ali lingči, je ena izmed najbolj raziskanih medicinskih gob na svetu in se uvršča med najučinkovitejše zdravilne učinkovine, pridobljene iz narave (slika 2). Njeni učinki so bili prvič opisani že pred 2.400 leti v prvi



Slika 2: Svetlikavo pološčenko (*Ganoderma lucidum*) pogosto vidimo v okrasnih lončkih kot okras doma ali v službi. V resnici gre za zdravilno gobo z večtisočletno zgodovino. Danes lahko v trgovinah kupimo številne pripravke, pridobljene iz te gobe.

Foto: Jana Erjavec.

kitajski knjigi o zeliščih. Vsebuje številne pomembne učinkovine, katerih pozitivni učinki na človekovo zdravje so bili dokazani v številnih kliničnih študijah. Mednje sodijo polisaharidi v obliki beta-D-glukanov, ki imajo imunomodulacijske in protitumorske lastnosti ter blagodejen vpliv na arterijski krvni tlak. Triterpeni (na primer ganoderične kisline) imajo po izsledkih študij ugoden zaviralni vpliv na sproščanje histamina, uravnavajo delovanje jetrnih celic in jih tako varujejo pred kemično povzročeni poškodbami z zdravili ali pri kemoterapiji, izboljšujejo porabo kisika, uravnavajo raven LDL-holesterola in zmanjšujejo utrujenost. Triterpenom prav tako pripisujejo protitrombozni učinek.

Pisana ploskocevkva (*Trametes versicolor*) je pri nas pogosta lesna goba. Na Japonskem jo uporabljajo kot eno najbolj pogostih imunostimulacijskih sredstev proti raku. Za raziskave beljakovinsko vezanega polisaharida (PSK, Krestin) gre kar približno četrtnina vseh japonskih nacionalnih izdatkov za raziskave sredstev proti raku. Kaže, da PSK učinkuje na rakaste celice tako neposredno kot tudi posredno, s krepitvijo celične imunosti. Njegova protitumorska dejavnost se poveča v kombinaciji z obsevanjem, kemoterapijo ali imunoterapijo. Trenutno poteka klinično testiranje vpliva PSK na zdravljenje raka prostate. Raziskave kažejo, da naj bi PSK deloval tudi protivirusno in morda zaviral razvoj okužbe s HIV in citomegalovirusom.

Velika zraščenska (*Grifola frondosa*), poznana pod japonskim imenom maitake, je pri nas na seznamu ogroženih vrst. Je dobro znana zdravilna goba, ki poleg pisane palete vitaminov vsebuje tudi pomembne polisaharide in beljakovine, ki zavirajo rast tumorjev in krepijo imunski sistem. Prehransko dopolnilo, pripravljeno iz izvlečka velike zraščenske, je znano pod imenom D-fraction. Raziskave so tudi pokazale, da lahko z uživanjem velike zraščenske znižamo krvni sladkor.

Navadna cepilistka (*Schizophyllum commune*) izdeluje polisaharid shizofilan. Shizofilan pozitivno vpliva na naš imunski sistem, ki se zato lažje bori proti številnim boleznim (Sizofiran).

Uporaba gob in njihovih molekul v različnih industrijskih panogah

Z uporabnega stališča so še posebej zanimive tiste učinkovine, ki imajo širok spekter delovanja. Nekatere delujejo hkrati na primer proti bakterijam, odpornim proti več antibiotikom, druge pa hkrati proti več vrstam bakterij. Take gobe so dišeča tramovka (*Gleophyllum odoratum*) in pološčenke (*Ganoderma* spp.), saj vsebujejo ganomicin A in B, ki zavirata rast bakterij *Staphylococcus aureus*, odpornih proti meticilinu (MRSA), *Bacillus subtilis*, *Micrococcus flavus* in bakterij, ki povzročajo kožna obolenja. Iz pološčenk so osamili tudi ganoderiol, lucidadiol in nekatere druge manjše molekule, ki naj bi delovale proti virusom HIV, gripe in herpes simplex. Protibakterijsko delujejo tudi merulinične kisline A, B, C iz gobe drhtavi zgubanec (*Merulius tremellosus*).

Gobe in njihove biološko aktivne molekule imajo vse večjo vlogo tudi v biotehnologiji, kemični industriji, farmaciji in agronomiji, tu se uporabljajo pri predelavi odpadnega organskega materiala, krme. Še posebej pomembne so gobje beljakovine, saj imajo v primerjavi z drugimi znanimi beljakovinami pogosto zelo posebne lastnosti. Številne so odporne proti višjim temperaturam in učinkujejo v širokem območju pH. To je zelo uporabno v številnih industrijskih procesih, kjer nekatere faze potekajo pri višjih temperaturah, vrednosti pH substratov ali mešanic pa se pogosto spreminjajo.

Encim fitaza iz gobe *Peniophora lycii* se na primer uporablja kot dodatek krmi za živali, saj poveča prevzem fosforja in mineralov iz krme. Hidrofobini so beljakovine, ki jih najdemo samo v kraljestvu gliv. Prvi hidrofobin je bil izoliran iz navadne cepilistke (*Schizophyllum commune*), nato pa še iz

številnih drugih gob, na primer bukovega ostrigarja (*Pleurotus ostreatus*) in dvotrosnega kukmaka (*Agaricus bisporus*). Njihova posebna lastnost je ta, da spreminjajo hidrofobnost površin in so na ta način uporabni za stabilizacijo emulzij v farmaciji in kozmetični industriji, v prehranski industriji za proizvodnjo hrane z manj maščobe, premaze večjih površin kot zaščita pred nabiranjem umazanije na steklu, avtomobilih, ladjah. Zelo pomembni so tudi lektini, beljakovine, ki imajo vezani sladkor. Take so beljakovine FIP (angleško *fungal immunomodulatory proteins*), ki so jih raziskovalci izolirali iz pološčenk (*Ganoderma* sp.), nožničark (*Volvariella* sp.) in zimske panjevke (*Flammulina velutipes*) ter naj bi krepile delovanje imunskega sistema. Nepravilno delovanje encimov proteaz je značilno za številna bolezenska stanja, na primer rakava obolenja. Gobe izdelujejo zaviralce (inhibitorje) proteaz, ki zavirajo njihovo delovanje in bi bili lahko uporabni pri zdravljenju takih bolezni. Zaviralce proteaz so že izolirali iz orjaškega dežnika (*Macrolepiota procera*) in poprhnjene livke oziroma meglenke (*Clitocybe nebularis*). Nekateri zaviralci proteaz imajo tudi insekticidne lastnosti, ki bi jih lahko uporabljali za zaščito poljščin. Pomembno področje raziskav gobjih učinkovin predstavlja razgradnja odpadnih organskih materialov, saj gobe vsebujejo veliko encimov oksidoreduktaz, celulaz in hemicelulaz, s katerimi lahko učinkovito razgrajujejo lignin, celulozo in hemicelulozo. Z njihovo uporabo bi lahko predelovali odpadke iz kmetijstva, gozdarstva in nekaterih industrijskih panog ter jih nato uporabili pri proizvodnji hrane. Veliko pozornosti je usmerjeno tudi v uporabo gob in njihovih encimov v proizvodnji energije iz obnovljivih virov.

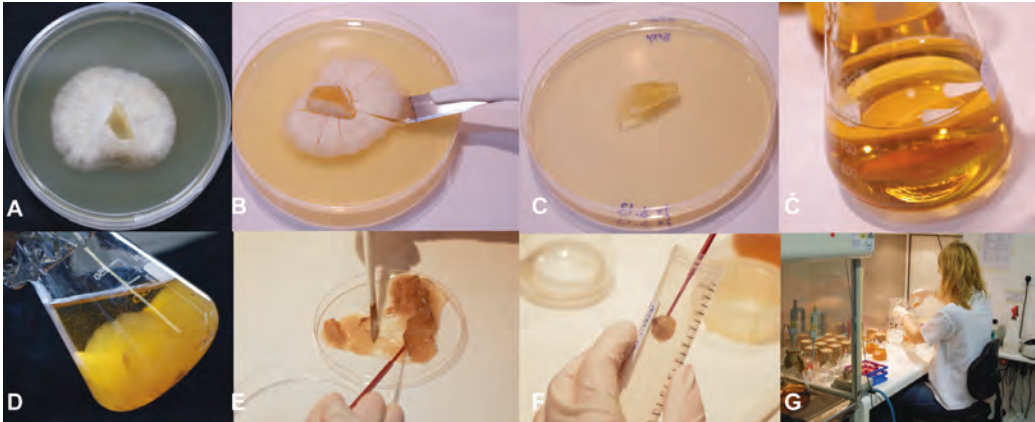
Kljub izjemno pozitivnim lastnostim snovi iz gob pa njihovo delovanje ni nujno usmerjeno samo proti tarčnim molekulam ali celicam, ki jih želimo uničiti. Ugotovljena protibakterijska aktivnost gobje beljakovine torej še ne pomeni, da bo uporabna tudi pri

zdravljenju bakterijskih okužb pri človeku ali živalih. Mehanizmi delovanja protibakterijskih učinkovin iz gob so lahko namreč zelo splošni, kar pomeni, da ne bodo uničili samo nevarnih bakterij, ampak tudi tiste koristne, na primer v črevesju ali na površini kože. Enako velja tudi za učinkovine iz strupenih gob, ki negativno delujejo na rakaste celice, vendar pa ubijejo tudi zdrave celice. Ena od možnih rešitev je uporaba dostavnih sistemov (angleško *delivery systems*). Pri tem uporabimo prenašalno molekulo, na primer protitelo, ki specifično prepozna samo določeni tip celic. To pomeni, da loči med rakavo in zdravo celico ali da prepozna samo škodljive bakterije in viruse ter se veže nanje. Na prenašalno molekulo nato vežemo učinkovino, ki tarčno celico uniči. V eni izmed nedavnih raziskav so raziskovalci pokazali, da lahko na specifično protitelo, ki prepozna samo rakave celice, vežejo štiri do osem molekul α -amanitina, smrtonosnega strupa, izoliranega iz zelene mušnice (*Amanita phalloides*). Pripravek so vbrizgali miškam z rakom trebušne slinavke, prostate ali črevesja in pri vseh so se tumorji zmanjšali ali izgini. Negativnega vpliva na druge celice in telesne organe ni bilo. Ta in številne podobne raziskave potrjujejo dejstvo, da tako iz vidika zdravja človeka kot uporabe molekul iz gob v drugih panogah niso uporabne samo užitne vrste, ampak tudi tiste, ki se jih najpogosteje izogibamo.

Postopek testiranja biološko aktivnih snovi iz gob

Večino učinkovin iz gob lahko pridobimo iz micelija ali iz plodišč z gojenjem v bioreaktorjih. Tudi v laboratoriju lahko gojimo micelij gob v gojiščih, iz njega pripravimo izvleček in testiramo, ali vsebuje aktivne učinkovine. Postopek gojenja micelija je prikazan na sliki 3.

Zaradi vse bolj pogostih pojavov odpornosti bakterij proti obstoječim antibiotikom je iskanje novih (naravnih) antibiotikov še toliko

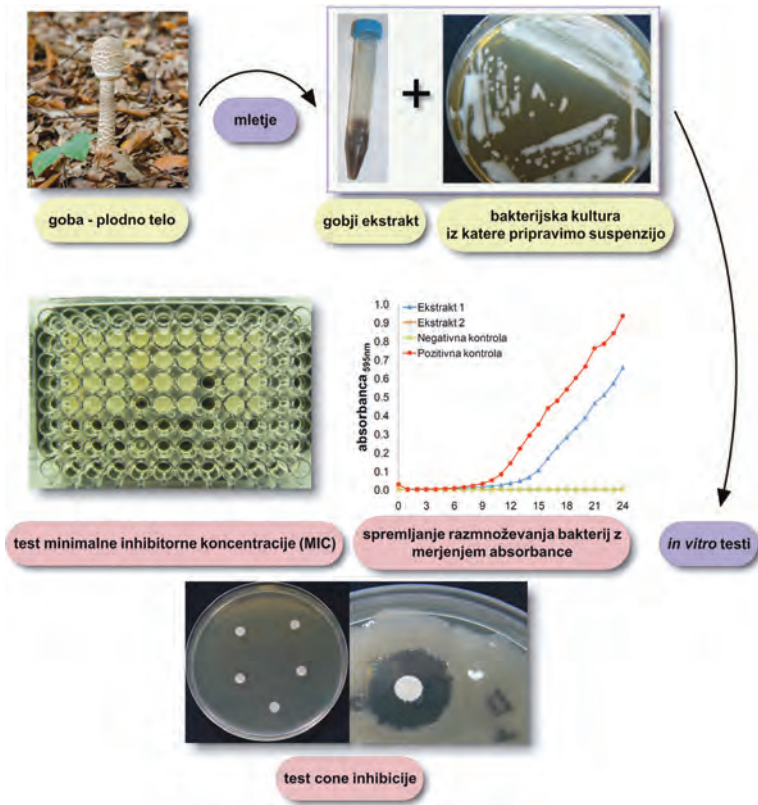


Slika 3: Postopek gojenja micelija gliv v laboratoriju na trdnem (A) in v tekočem gojišču (D). Micelij na trdnem gojišču razrežemo s skalpelom (B) in posamezne koščke nacepimo na sveže trdno gojišče (C) in v tekoče gojišče (Č). Po nekaj tednih v tekočem gojišču zraste puhast micelij (D), ki ga nežno ločimo od koščkov gojišča (E) in shranimo pri -20 stopinjah Celzija v sterilnih plastičnih posodah. Celotni postopek poteka v sterilni komori (G). Foto: Jana Erjavec (A-D) in Tina Naglič (E-G).

bolj pomembno. Zato številni raziskovalci iščemo nova naravna protimikrobna sredstva, ki bi nadomestila tista manj učinkovita sredstva. Novo potencialno aktivno snov, ki smo jo osamili, ali pa celotni izvleček, ki smo ga pripravili iz micelija ali plodišč gob, najprej testiramo v laboratorijskih razmerah – *in vitro*. Če so rezultati testiranja *in vitro* obetavni, se nadaljuje testiranje v živih sistemih – *in vivo*. V primeru testiranja zdravilnih učinkovin tako teste najprej opravimo na rastlinskih, živalskih ali človeških celičnih kulturah, kasneje na rastlinah ali živalih in v zadnjih fazah kliničnih testiranj še na ljudeh. Glede na končno uporabo učinkovine se posamezni postopki med seboj nekoliko razlikujejo.

Testiranja *in vitro* potencialnih novih protibakterijske snovi, ki jih najdemo v gobah, potekajo v več korakih. Gobe določimo do vrste, jih zmeljemo in pridobljeni izvleček testiramo. Predvsem za tiste gobe, ki jih ne moremo umetno gojiti, je pravilna določitev gobe zelo pomembna. To še posebej velja v primeru, ko potrdimo prisotnost aktivne snovi in želimo opraviti dodatna testiranja. Najpogosteje uporabljena metoda testiranja protibakterijske aktivnosti je metoda mi-

nimalne inhibitorne koncentracije (MIC), pri kateri delovanje neznane aktivne snovi primerjamo z delovanjem standarda (antibiotika), katerega koncentracijo poznamo. Zaželeno je, da poznamo tudi koncentracijo neznane snovi, kar pa pri testiranju izvlečkov ni mogoče. Analiza poteka v testni ploščici s 96 luknjicami, v katere nanesemo bakterije, proti katerim snov testiramo, novo potencialno zaviralno snov, in standard (antibiotik), ki preizkušeno zavira rast bakterij. Rast bakterij spremljamo spektrofotometrično z merjenjem absorbance. Druga metoda testiranja je test območja inhibicije, pri kateri bakterijo gosto nacepimo na trdno gojišče in nanj položimo okrogle diske iz filtrirnega papirja. Na diske nato nanesemo testirano snov in referenčni standard (antibiotik) znane koncentracije. Po nekaj dneh oziroma takrat, ko se bakterije namnožijo, preverjamo prisotnost območja inhibicije. Če snov zavira rast bakterije, potem se okrog papirnega diska pojavi bistro območje, kjer bakterije ne rastejo. Premer območja primerjamo glede na standard in s tem sklepamo o učinkovitosti nove snovi. Shematski potek testiranja je prikazan na sliki 4.



Slika 4: Shema testiranja protibakterijskega učinka gobjega izvlečka. Foto: Jana Erjavec.

Gobe in onesnaženje

Gobe lahko uporabljamo kot kazalce onesnaženosti tal s težkimi kovinami, na primer kadmijem, svincem, živim srebrom ali arzenom. Vsebnost težkih kovin je odvisna od vrste in starosti gobe, vira onesnaženja in oddaljenosti od vira onesnaženja. Sposobnost kopičenja težkih kovin imajo gobe zaradi posebnega načina rasti in prehranjevanja. Pri prehranjevanju se prebavni encimi iz celic hif sprostijo v okolico, kjer razgradijo prehranske molekule na enostavnejše molekule. Prebavljene snovi se nato iz okolice v obliki vodne raztopine vsrkajo skozi celične stene nazaj v hife. Na ta način iz tal vanje vstopajo tudi kovine, ki so pomembni mikroelementi v človekovi prehrani, na primer železo, cink, mangan in selen, pa tudi težke kovine, ki so v tleh kot posledica onesnaževanja. Lisičke (*Cantharellus* sp.), prašnice

(*Lycoperdon* sp.), kostanjevka (*Xerocomus badius*), veliki slinar (*Gomphidius glutinosus*), vijoličasta bledivka (*Laccaria amethystina*) in nekatere druge gobe kopičijo težke kovine v večjih količinah kot večina ostalih gob. Med drugim so tudi zato nekatere izmed njih užitne samo mlade. Kot posledica onesnaženja se lahko spreminja tudi vrstna sestava gob, občutljivejše vrste zamenjajo tiste, ki so bolj tolerantne do različnih onesnažil.

Poleg težkih kovin gobe kopičijo tudi radioaktivne delce. Po jedrskih nesrečah v Černobilu leta 1986 in Fukušimi leta 2011 v polmeru nekaj 100 kilometrov zaznavajo previsoke koncentracije radioaktivnih delcev cezija 137 (^{137}Cs) tudi v gobah. Povečane vrednosti so bile zaznane tudi v drugih državah in v oddaljenih mestih, kamor jih je odnesel radioaktivni oblak. Ker je razpolovna doba cezija 137 30 let, lahko povečane



Slika 5: Lisičke (*Cantharellus sp.*) vidimo na marsikateri svetovni tržnici doma in po svetu. Foto: Tanja Dreo.

vrednosti pričakujemo še kar nekaj let. Poleg popolne prepovedi uživanja gob iz okolice obeh nesreč nosijo posledice tudi živali, ki živijo v okoliških gozdovih, jedo gobe in brskajo po tleh. Ker živali, na primer divji prašiči, živijo dolgo, se v njih lahko nakopičijo visoke koncentracije radioaktivnih delcev, ki ob zaužitju njihovega mesa negativno vplivajo tudi na človeka.

Prav iz teh razlogov je zelo pomemben nadzor uvoženih pošiljk gob, saj lahko vsebujejo previsoke količine težkih kovin, radioaktivnih delcev ali drugih škodljivih snovi. Tako so na primer leta 2011 v Veliki Britaniji zasegli eno tono posušenih gob iz Bolgarije, pri katerih so vrednosti cezija 137 kar desetkrat presegale zakonsko dovoljene vrednosti. Vsebnost radioaktivnih delcev naj bi bila posledica nesreče v Černobilu pred 25 leti. Poleg tega so v številnih pošiljkah gob, predvsem s Kitajske, zaznali tudi stokrat previsoke koncentracije nikotina. Obsežno poročilo in analiza tveganja s strani Evropske agencije za varnost hrane (European Food Safety Authority, EFSA) opozarjata na negativni vpliv nikotina na človeka kot tudi na to, da je nadzor pošiljk gob zelo

pomemben. Vzrok previsoke vsebnosti nikotina ni znan, se pa nikotin, predvsem v državah tretjega sveta, še vedno uporablja kot insekticid. Kar zadeva kopičenje človeku škodljivih snovi, gojene gobe, namenjene za prehrano, niso nevarne.

Zaradi sposobnosti kopičenja snovi iz okolja pa lahko gobe uporabljamo tudi pri čiščenju onesaženih tal v postopkih bioremediacije. Z naselitvijo nekaterih vrst gob bi lahko močno onesažena območja očistili, saj bi se škodljivi delci nabrali v plodiščih, te pa bi nato lahko odstranili in uničili.

Zaključek

Gobe poleg pomembnih vitaminov, mineralov in vlaknin vsebujejo tudi biološko aktivne molekule, kot so antibiotiki, polisaharidi in beljakovine. Številne raziskave so pokazale, da so gobe pomembni vir novih snovi in nekatere med njimi že uspešno izkoriščajo v različnih industrijah. Kljub temu je raziskav na tem področju še razmeroma malo, zato je pomembno, da v prihodnosti namenimo več pozornosti gobam in »zakladu«, ki se v njih skriva.



Slika 6: *Boletus edulis* ali jurček. Foto: Jana Erjavec.

Slovarček:

Zaprtotrosonice (Ascomycota). Najštevilčnejše deblo v kraljestvu gliv, saj vsebuje več kot 64.000 vrst. Mednje sodijo tartufi, smrčki, številne plesni in kvasovke, med drugim tudi pivske in pekavske kvasovke.

Prostotrosonice (Basidiomycota). Drugo večje deblo, ki skupaj z zaprtotrosonicami sestavljajo podkraljestvo Dikarya, imenovano tudi višje glive. Mednje sodi večina gob, ki jih nabiramo v gozdovih, vključno z jurčki, lisičkami, golobicami, prašnicami.

Micelij. Vegetativno telo glive, ki je sestavljeno iz hif.

Goba (plodišče). S prostim očesom dobro viden del glive oziroma masiven splet hif, v katerem se razvijajo trosi. Gobe tvorijo višje glive, torej tako zaprtotrosonice kot prostotrosonice.

Literatura:

- Erjavec, J., Kos, J., Ravnikar, M., Dreo, T., Sabotič, J., 2012: *Proteins of higher fungi - from forest to application. Trends in Biotechnology*, 30 (5): 259-273.
- Wasser, S. P., 2002: *Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. Applied Microbiology and Biotechnology*, 60: 258-274.
- Moldenhauer, G., Salnikov, A. V., Lüttgau, S., Herr, I., Anderl, J., Faulstich, H., 2012: *Therapeutic potential of amanitin-conjugated anti-epithelial cell adhesion molecule monoclonal antibody against pancreatic carcinoma. Journal of the National Cancer Institute*, 104 (8): 622-634.
- Vrhovec, B., 2010: *Zdravilne gobe in 100 okusnih gob Slovenije. Kranj: Založba Narava.*
- Gobarsko društvo Lisička Maribor, 2013, <http://www.gobe.si/>.
- Gozd in gozdarstvo – Zdravilne lesne gobe, 2013, <http://www.gozd-les.com/novice/zdravilne-lesne-gobe>.
- ClinicalTrials.gov, a service of the U.S. National Institutes of Health, <http://clinicaltrials.gov/>.

EFSA STATEMENT - Potential risks for public health due to the presence of nicotine in wild mushrooms, <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/286r.pdf>.



Jana Erjavec se je po končanem dodiplomskem študiju mikrobiologije na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani zaposlila na Oddelku za biotehnologijo in sistemsko biologijo na Nacionalnem inštitutu za biologijo. Kot mlada raziskovalka se je vključila v številne projekte, diagnostiko ter raziskave, povezane z varstvom rastlin, največ časa pa je posvetila prav raziskavi proteinov in proteinskih ekstraktov iz gob. Ti namreč vsebujejo številne biološko aktivne učinkovine, ki bi se s pridom lahko uporabljale na področju varstva rastlin, okolja, v humani medicini in v različnih industrijskih panogah.

Miro Košak – utemeljitelj srčno-žilne kirurgije v Sloveniji

Aleksandar Gavrić

Profesor Miro Košak se je rodil leta 1919 v Ljubljani, kjer je tudi vpisal študij medicine. Nadaljeval ga je v Beogradu in zaključil v Zagrebu leta 1942. Takoj po stažu je začel prostovoljsko delati na kirurški kliniki v Ljubljani in kmalu začel specializacijo iz kirurgije, kjer je bil eden izmed ožjih sodelavcev in učencev velikega slovenskega kirurga profesorja Božidarja Lavriča. Konec petdesetih let se je prof. Košak usmeril v srčno-žilno kirurgijo in leta 1961 postal prvi predstojnik Oddelka za srčno-žilno kirurgijo v Ljubljani ter istega leta še asistent na Medicinski fakulteti Univerze v Ljubljani. Na tem mestu je ostal do upokojitve leta 1987.

Po njegovi zaslugi so se najnovejši svetovni dosežki s področja srčno-žilne kirurgije sproti vpeljevali v slovenski prostor. Domači bolniki so imeli tako na voljo najsodobnejše načine zdravljenja srčno-žilnih bolezni. V ljubljanskem kliničnem centru so se zdravili tudi mnogi bolniki iz drugih republik nekdanje Jugoslavije. Profesor Košak je s svojim delom postavil Slovenijo na zemljevid svetovne srčno-žilne kirurgije.

Uvod

Razvoj srčne kirurgije lahko delimo v tri obdobja. Prvo, ki je trajalo od leta 1954 do 1970, je bil čas novosti. Razvoj črpalke za zunajtelesni krvni obtok je omogočil kirurško popravo zapletenih srčnih napak, tako prirojenih kot pridobljenih. Srčni kirurgi so bili pogumni pionirji, ki so se podajali v neznano in opravljali herojsko delo. Drugo obdobje, ki je trajalo od leta 1970 do 1985, je bilo obdobje utrjevanja. V tem času se je nabralo že veliko znanja in izkušenj. Nastale so mnoge kirurške šole, ki so med seboj primerjale rezultate. Kirurške tehnike so se standardizirale in tehnologija se je razvijala. V srčni kirurgiji so se začele uporabljati proteze in umetni materiali. Tretje obdobje, ki se je začelo leta 1985 in traja še danes, je čas, ko srč-



Profesor dr. Miro Košak (1919-2010).

na kirurgija postaja znanost. Slovenska srčna kirurgija je sledila posameznim stopnjam razvoja hitro in učinkovito. Velike zasluge, da je bilo temu tako, gredo profesorju Mirotu Košaku, ki je s sodelavci soustvarjal slovensko srčno kirurgijo in bil glavna gonilna sila v vseh treh obdobjih njenega razvoja.

Profesor Miro Košak se je začel ukvarjati s srčno-žilno kirurgijo v drugi polovici petdesetih let 20. stoletja, torej v njenem prvem, inovacijskem obdobju. Veliko delovno vnemo in energijo za srčno-žilno kirurgijo je kazal že od samega začetka. Študij je začel v Ljubljani, nadaljeval v Beogradu, končal pa leta 1942 v Zagrebu. Po stažu je med letoma 1944 in 1945 prostovoljsko delal na Kirurški kliniki v Ljubljani, nato pa kot nastavljeni specializant. Leta 1947 se je izobraževal na Vojnomedicinski akademiji v Beogradu. Tam se je na predavanju britanskih anesteziologov seznanil z endotrahealno anestezijo in metodo prenesel v Ljubljano. Izdelal je tudi skice za laringoskop, s katerim so vršili intubacije sapnika. V teh letih je uvedel še nekaj tehnik, na primer bronhoskopijo in endobronhialno intubacijo. Ambicioznost in želja po sledenju svetovnih medicinskih dosežkov in njihovem uvajanju v domače okolje sta bili pri profesorju Košaku jasno vidni še pred začetkom velikih del na področju kirurgije.

Odlični učenec velikega mentorja

Velik privilegij je učiti se od najboljših. Profesor Košak ga je bil deležen. Profesor Božidar Lavrič, rojen leta 1899, ima za razvoj slovenske kirurgije izjemen pomen. Na njegovo pobudo se je ustanovila Kirurška klinika v Ljubljani. Bil je redni profesor kirurgije in prvi predstojnik Kirurške klinike. Leta 1945 je postal tudi prvi dekan popolne medicinske fakultete v Ljubljani. Bil je dober klinik in odličen operater. Operiral je predsednika Tita in ga spremljal na službenih potovanjih po svetu (tako kot tudi Košak). Poleg splošne kirurgije je izvajal tudi

operacije subspecialnih vej kirurgije, predvsem se je ukvarjal z nevrokirurgijo in torakalno kirurgijo. Nekoč je na izobraževalnem potovanju v Združenih državah Amerike nakupil ameriško medicinsko literaturo in jo poslal v Ljubljano, saj je čutil, da morajo slovenski kirurgi brati in se učiti ob najsoodnejši literaturi. Na njegovo pobudo je bila organizirana služba za transfuzijo krvi, korenito pa je bila posodobljena tudi anestezija. Slednje je zaupal mlajšemu sodelavcu Košaku. Ko je profesor Lavrič slišal, da dela v Beogradu ekipa britanskih plastičnih kirurgov in anesteziistov, je svojega ambicioznega učenca poslal na izobraževanje v Beograd. Košak je v Ljubljani, tako kot tudi mnogokrat kasneje, vpeljal metode, ki se jih je naučil v tujini. Trdo delo in spremljanje novosti sta pripomogli, da so lahko tudi v Ljubljani začeli z izvedbo najbolj zahtevnih in dolgotrajnih operativnih posegov. Pod vplivom vtisov iz Amerike in naraščajočega obsega operativnega dela je profesor Lavrič sklenil, da bo kirurgija hitreje napredovala, če se bo vsak od njegovih mlajših sodelavcev posvetil eni kirurški specialnosti. Prva leta po specialističnem izpitu se je profesor Košak ukvarjal s torakalno kirurgijo. S profesorjem Lavričem je redno vodil operativni program v bolnišnici Golnik. Ob rednem delu je skrbel tudi za eksperimentalno kirurgijo. S časom se je začel vse bolj in bolj ukvarjati s srčno-žilno kirurgijo in že v petdesetih letih sta s profesorjem Lavričem operirala anevrizme in koarktacije aorte. Nato je prišel na vrsto pomembni obisk v Franciji.

Prva operacija z uporabo zunajtelesnega krvnega obtoka

Prva operacija z uporabo zunajtelesnega krvnega obtoka je bila v svetu izvedena leta 1954. To je bila pomembna prelomnica v srčni kirurgiji, ki je pomenila začetek kirurgije na odprtem srcu. Profesor Košak se je leta 1956 dva meseca izobraževal v Lyonu v Franciji. V isti kliniki so v popoldanskem



Titovi zdravniki sredi petdesetih let. Profesor Miro Košak stoji četrti z leve zadaj. Profesor Božidar Lavrič stoji osmi z leve.

času izvajali poskusne posege z uporabo zunajtelesnega krvnega obtoka na psih. Takrat se je prvič seznanil s črpalko za zunajtelesni krvni obtok. Profesor Košak je poskuse aktivno obiskoval in si zapisoval pomembne podrobnosti ter delal skice črpalke. Nato se je za dva tedna odpravil še v Pariz, kjer je prvič videl operacijo na odprtem srcu na človeku. Po vrnitvi v Slovenijo je hitro stopil v stik s prijateljem Lojzeto Murnom, ki je bil takrat direktor podjetja Avtoobnova. Predal mu je dokumentacijo in skice aparature, ki jo je videl v Lyonu. Denarja za nakup originalne črpalke ameriške izdelave ni bilo, zato ga je zaprosil za pomoč pri izdelavi lastne naprave. Ob pomoči tehnikov je bila črpalka za zunajtelesni krvni obtok izdelana v pol leta. Profesor Lavrič in profesor Košak sta začela s poskusi na psih. Ekipa je poskusne posege opravljala predvsem ponoči, po končanem rednem delu. Posege na psih so opravljali več kot eno leto, preden

so bili pripravljene za operacijo na človeku. Pomemben dan je nastopil 23. septembra leta 1958 in ga štejemo kot začetek kirurgije na odprtem srcu v Sloveniji. Profesor Lavrič je operiral komaj petletnega dečka z okvaro atrijskega septuma. To je bil prvi tovrstni poseg v Jugoslaviji, Ljubljana pa je z operacijo prehitela celo nekatere napredne evropske centre. Pri operaciji je sodelovalo 21 ljudi, trajala je štiri ure. Zunaj operacijske dvorane je bila zbrana množica ljudi, ki je nestrpnost pričakovala izid operacije. Ko so izvedeli, da je uspešno zaključena, je nekdo vzkliknil: »*To ljudstvo bo živelo!*«

Po zaslugi izjemnih posameznikov, ki so zgodaj prepoznali pomen skupinskega dela in pomembnosti mednarodnega sodelovanja, smo v Sloveniji le štiri leta po prvi operaciji v svetu tudi sami izvedli operacijo na odprtem srcu s črpalko za zunajtelesni krvni obtok. Profesor Košak je pri operaciji sodeloval kot prvi asistent.



Prva operacija z uporabo zunajtelesnega krvnega obtoka v Jugoslaviji leta 1958. Glavni operater je profesor Božidar Lavrič, na njegovi levi prvi asistent profesor Miro Košak, na desni drugi asistent dr. Dušan Müller. Foto: Vlastja Simončič.

Prvi predstojnik in uvajanje novosti v slovensko srčno kirurgijo

Oddelek za srčno-žilno kirurgijo je bil ustanovljen leta 1961. Sprva je srčnokirurška dejavnost potekala v stari kirurški kliniki na Zaloški 2. V Univerzitetni klinični center so se preselili poleti 1975, ko je bila zgradba največje bolnišnice v Sloveniji dokončana. Profesor Košak je postal prvi predstojnik oddelka za srčno-žilno kirurgijo in ostal na položaju vse do upokojitve leta 1987.

Nemirni duh profesorju Košaku ni dopuščal počivanja na lovorikah in je ves čas svojega delovanja z mladostniškim navdušenjem postavljajl mejnik za mejnikom v slovenski srčni kirurgiji. Po njegovih zaslugah so se lahko slovenski bolniki zdravili v domačem

okolju z enakimi operacijami, kot so jih izvajali tudi drugod v zahodnem svetu z napredno medicino.

Po prvi operaciji na odprtem srcu je profesor Košak nadaljeval z operiranjem otrok s prirojenimi srčnimi napakami. Pridobljene izkušnje na področju pediatrične srčne kirurgije so omogočile nadaljnji razvoj srčne kirurgije za pridobljene bolezni srca. V ljubljanski center so se v tistem obdobju prihajali zdraviti dojenčki iz vse Jugoslavije.

Leta 1964 je dal profesor Košak glavno pobudo za ustanovitev oddelka za rentgenološko invazivno diagnostiko srčnih bolezni. Pri ustanovitvi so sodelovali še oddelki za rentgenologijo, kirurški, internistični in pediatrični oddelek. S tem je postala možna diagnostična kateterizacija pred posegom. S tem postopkom so ugotovili stopnjo za-



Prof. Miro Košak je bil prvi predstojnik oddelka za kardiovaskularno kirurgijo od ustanovitve leta 1961 do upokojitve leta 1987.

Foto: Vlastja Simončič.

mašenosti žil, sprva perifernih arterij, predvsem spodnjih okončin, kasneje še venčnih oziroma srčnih arterij. Takšen skupinski pristop k zdravljenju je pomenil za bolnike veliko prednost, saj je bila priprava na operacijo učinkovitejša in izid posega boljši.

Začetki kirurškega zdravljenja bolezni zaklopk segajo v leto 1960, ko so v Združe-

nih državah Amerike prvi vstavili umetno zaklopko. Profesor Košak je za zdravljenje mitralne stenoze prvi v Jugoslaviji in le pet let po tovrstnem posegu v svetu vstavil mehanično kroglično zaklopko (model Starr-Edwards). Istega leta je izvedel tudi prvo vsaditev srčnega spodbujevalnika, in sicer pri bolniku s popolnim atrioventrikularnim blokom. Za primerjavo, v svetu so vstavili



Operacija dojenčka s prirojeno srčno napako. Operira profesor Miro Košak na desni, asistirata mu profesorica Jolanda Jezemik Leskovšek in docent Borut Pirc.



Profesor Košak na desni med operacijo na odprtem srcu. Asistira mu profesorica Jolanda Jezernik Leskovšek.

Foto: Vlastja Simončič.

prvi spodbujevalnik leta 1958. Zaostajali nismo tudi na področju zdravljenja koronarne ishemične bolezni, zaradi katere je umrlo vedno večje število ljudi. Ekipi iz Clevelanda je uspelo prvi predstaviti izsledke velikega števila posegov koronarne revaskularizacije (ang. CABG – coronary artery bypass graft). To je bilo leta 1967. Profesor Košak je enak poseg opravil že leta 1971.

Poleg kliničnega dela je bil enako uspešen tudi v akademski karieri. Za izrednega

profesorja Medicinske fakultete v Ljubljani je bil izvoljen leta 1969. Z znanstvenoraziskovalnim delom pri problematiki žilne mikrokirurgije je leta 1974 dosegel doktorat znanosti. Leto pozneje je bil izvoljen za rednega profesorja kirurgije na Medicinski fakulteti v Ljubljani.

Pionirski poseg na svetovni ravni

Prvo presaditev srca smo v Sloveniji dočakali pozno, 23 let po prvi presaditvi na svetu, ki je bila 1967 v Južni Afriki. Ta operaci-

ja je nenadno sprožila velik val navdušenja, ki je zajel kirurge po vsem svetu. Velika delovna energija je zajela tudi slovenske zdravnike, saj so se kmalu začele priprave na prvo presaditev ledvice. Profesor Košak je bil glavni pobudnik in gonilna sila na tem področju. Prvo presaditev ledvice je v sodelovanju z urološko kliniko opravil leta 1970. V želji, da bi med bolniki s končno ledvično odpovedjo z večjo verjetnostjo našli ustreznega darovalca, se je profesor Košak povezal tudi s kliniko z Reke.

Eden izmed pomembnih razlogov, zakaj smo tako dolgo časa čakali na prvo presaditev srca, je bila tudi zakonodaja. Zakon o presajanju organov in tkiv je bil namreč pri nas sprejet leta 1985. Šele s tem zakonom se je uvedel pojem možganske smrti, ki ima pri srčni transplantacijski dejavnosti pomembno vlogo. Srce umrlega lahko kirurg namreč vzame le takrat, ko je možganska smrt z gotovostjo dokazana.

Leta 1985 je profesor Košak operiral bolnika zaradi tumorja v levem atriju. Tumor se je čez sedem mesecev znova pojavil in pacient je potreboval ponovno operacijo. Šele pri eksploraciji srca so ugotovili, da gre za obsežen tumor, ki ga ne bo mogoče odstraniti v prsni votlini. Med operacijo je bilo potrebno hitro sprejeti odločitev, ali od posega odstopiti in bolnika prepustiti usodi ali pa srce odstraniti iz prsne votline in izrezati tumor. Odločili so se za drugo možnost, ki se je pokazala za pravilno. Srce so najprej izrezali in odstranili veliko tumorsko maso. Nastale okvare v atriju so rekonstruirali s sintetičnim materialom in nato srce všili nazaj v prsno votlino. To je bila šele druga avtotransplantacija srca v svetu, a prva uspešna, saj je bolnik po enakem posegu, ki so ga leto prej izvedli v Združenih državah Amerike, umrl.

13. junij leta 1986 je zato pomemben mejnik v slovenski kardiovaskularni kirurgiji. Ne le zaradi pionirskega posega, ampak tudi zato, ker je profesor Košak s svojo ekipo dokazal tehnično pripravljenost in sposobnost za iz-

vajanje ortotopne presaditve srca.

Mednarodno sodelovanje

V svoji karieri je profesor Košak opravil veliko študijskih obiskov in izpopolnjevanj v najboljših svetovnih središčih v Bostonu, Clevelandu, Houstonu, Parizu, Londonu in drugod. Leta 1965 je na kongresu v Torinu spoznal enega največjih srčnih kirurgov in pionirjev svojega področja, Michaela E. DeBakeyja. Leto kasneje je poznanstvo utrdil med obiskom v Houstonu in takrat mu je profesor DeBakey ponudil, da lahko pride v Slovenijo. Obljubo je držal. Avgusta leta 1967 je desetčlanska ekipa iz največjega medicinskega centra v Houstonu v Združenih državah Amerike opravila enotedenski strokovni obisk v Ljubljani. Profesor Košak je v sodelovanju s kardiologi pripravil dokumentacijo 14 bolnikov, ki jo je že dva meseca prej poslal v Houston. Dr. DeBakey je nato operiral le osem bolnikov, pri sedmih je opravil poseg na zaklopkah, pri enem pa je operiral aorto. Vse operacije so bile predvajane v predavalnici Kirurške klinike, saj so oskrbeli neposredni barvni prenos iz operacijske dvorane. Predavalnica je bila vsakič polno zasedena. Poleg operacij je DeBakey s svojo ekipo pripravil več predavanj in seminarjev. Dogodkov so se udeležili tudi strokovnjaki iz drugih republik Jugoslavije in bližnjega zamejstva.

Profesor Košak je v poročilu zapisal, da je virtuosno delo takšnega strokovnjaka edinstveno vplivalo na nadaljnji razvoj slovenske srčnožilne kirurgije. Posebnost obiska je bila tudi v tem, da je DeBakey prav v Ljubljani prvič uporabil novejšo, s posebnim materialom prevlečene zaklopke, kar je zmanjšalo nastajanje krvnih strdkov na umetnih zaklopkah. Poleg tega je na enem izmed svojih predavanj predvajal film o uporabi umetnega mehničnega levega prekata (angleško LVAD), ki je bil prav tako prvič predvajan v Ljubljani.



Obisk M. E. DeBakeyja iz Houstona v Ljubljani leta 1967. Profesor Košak stoji v prvi vrsti drugi z desne, ob njem Michael E. DeBakey in docent Dušan Müller. Foto: Vlastja Simončič.

Profesor DeBakey na desni pri eni izmed osmih operacij, ki jih je opravil v Ljubljani. Profesor Košak stoji na skrajni levi.



V spominu bolnikov in sodelavcev kot velik strokovnjak in zdravnik s srcem

Profesor Miro Košak je bil velik zdravnik in človek. Zaradi svoje filozofije, da je za vsakega bolnika prav njegova lastna bolezen najtežja, se je zavzelo lotil tudi zdravljenja blagih zdravstvenih težav, kot so na primer varikozne vene na nogah. Do dolgih vrst čakajočih bolnikov je imel zelo človeški odnos, kar še posebej dokazuje naslednji dogodek. Zaradi neznanega razloga je bil onemogočen pravočasen uvoz srčnih spodbujevalcev, zato je profesor Košak vzel stvari v svoje roke. Pridobil je denarna sredstva za elektrostimulatorje in spodbujevalnike sam nabavil v Trstu. V svojih spominih na profesorja Košaka je hvaležna sodelavka opisala naslednji dogodek: »*Ko sva se s profesorjem pozno zvečer vračala z nekega sestanka na Reki, me je prosil, če me lahko odloži na mojem domu šele potem, ko bo šel pogledat, kako gre bolniku, ki ga je operiral tistega dopoldneva. To je bil on. Vedela sem, da je ugleden srčni kirurg. Spoznala pa sem, da je tudi velik zdravnik s srcem.*«

Bolniki so ga ohranili v najlepšem spominu. V izvodu mariborskega *Večera* iz leta 1998 se je oglasil bralec, nezadovoljen z novico, objavljeno v stalni rubriki *Pred tridesetimi leti*, da se je namreč tistega dne pred tridesetimi leti iz Houstona vrnila Štajerka, ki ji je zdravnik DeBakey zamenjal srčno zaklopko. Le tri dni po tistem datumu pred tridesetimi leti - tako piše bralec - je leta 1968 profesor Košak vstavil mitralno zaklopko njegovi ženi, ki je potem živela še 27 let. »*Čemu toliko popularnosti tujim strokovnjakom, domače pa prepustimo pozabi?*«

Avtor članka se zahvaljuje prof. dr. Zvonki Zupanič Slavec z Inštituta za zgodovino medicine Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani za dovoljenje za objavo fotografij.

Slovarček:

Anevrizma aorte. Omejeno izbočenje stene aorte.

Atrio-ventrikularni blok. Bradikardna motnja ritma, pri kateri je prekinjeno prevajanje impulzov iz atrija v prekat.

Avtotransplantacija srca. Odvzeto srce se vsiže v prsni koš istemu človeku.

Defekta atrijskega septuma. Povezava med levim in desnim atrijem preko luknje v medpreddvornem pretinu. Oksigenirana in deoksigenirana kri se mešata.

Ishemija. Pomanjkanje krvi v delu organa ali organizma zaradi stisnjenja ali obstrukcije arterije.

Koarktacija aorte. Prirojeno zoženje svetline aorte.

Koronarna bolezen. Zaradi ateroskleroze v srčnih arterijah je motena preskrba srčne mišice s krvjo in kisikov. Posledično se razvije ishemija srčne mišice.

Mitralna stenoza. Žožitev ustja mitralne zaklopke.

Ortotopna presaditev srca. Dajalčevo srce presadimo na običajno mesto, to je v prsni koš prejemnika.

Revaskularizacija. Ponovna vzpostavitev krvnega obtoka z razširitvijo zožitve žile z balonskim katetrom in po potrebi z vstavitvijo žilne opornice (stenta) ali kirurško z obvodom.

Viri in literatura:

Brecelj, A., 2005: *In memoriam. Zdravstveni vestnik, 74 (Supl. I): 1-3.*

Gabrijelčič, T., 1992: *Razvoj kardiološke kirurgije v svetu. V: Smrkolj, V., 1992: Zbornik XXVIII. podiplomskega tečaja za zdravnike splošne medicine. Ljubljana, 165-78.*

Gabrijelčič, T., 1993: *Prof. dr. Miro Košak. Zdravstveni vestnik, 62: 307.*

Gavrič, A., 2013: *Možnosti kirurškega zdravljenja pridobljenih bolezni srca v Sloveniji. Proteus, 75 (6): 247-256.*

Juras, S., 1986: *Odločili so se za nov tvegan poseg. Bilten UKC, 6-7: 19-20.*

Juras, S., 1989: *Danes je srčna kirurgija že utečeno delo. Bilten UKC, 1-2: 6.*

Kalinšek, I., 2000: *Akademik Božidar Lavrič, mojster skalpela: Življenjska pot in delo akademika Božidarja Lavriča, utemeljitelja moderne in znanstvene kirurgije v Sloveniji. Ljubljana: Zdravniška zbornica Slovenije.*

Košak, M., 1967: *Poročilo o obisku prof. dr. DeBakeya in njegovega tima iz Baylorjeve univerze v Houstonu-ZDA. Zdravstveni vestnik, 36: 305-306.*

Soban, D., Jagodic, A., Gros, M., 2000: *Profesorju Miru Košaku ob osemdesetletnici. Zdravstveni vestnik, 69: 183-204.*

Zupanič, Slavec, Z., 2008: *Razvoj slovenske kirurgije srca. Ob 50-letnici prve operacije na odprtem srcu (1958-2008). Znanstvena monografija. Ljubljana: Klinični oddelek za kirurgijo srca in ožilja.*

Zupanič, Slavec, Z., 2011: *Kardiokirurg Miro Košak (1919-2010) in njegov doprinos razvoju kardiološke kirurgije v Sloveniji. Acta medico-historica Adriatica, 9 (1): 135-142.*

Vir fotografij:

Vse v članku objavljene fotografije so last fotoarhiva Inštituta za zgodovino medicine Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani.

Razvrščanje kristalov po njihovih oblikah (četrti del)

Mirjan Žorž

V tem nadaljevanju opisujemo štirištevne minerale, ki jih delimo v dve skupini. V prvi so minerali, ki so lahko štirištevni samo vzdolž glavne osi in jih uvrščamo v tetragonalni sistem simetrij, medtem ko so v drugi minerali, ki so lahko štirištevni vzdolž treh osi, ki so si med seboj pravokotne. Slednje uvrščamo v sistem kubičnih simetrij. V obeh sistemih je nekaj simetrij, katerih števnost je pol nižja, kristali takih mineralov pa imajo zato zanimive oblike.

Štirištevni minerali $n = 4$

Vsi minerali s to števnostjo imajo kvadratni presek vzdolž svoje glavne kristalografske osi. Kristali z najvišjo štirištevno simetrijo imajo štiri ravnine simetrije, ki so vzporedne z glavno osjo in se sekajo pod kotom 45 stopinj. Pravokotno nanje je še ena ravnina simetrije. V tej holomorfiji je torej največje možno število enakih ploskev 16, kar ustreza ditetragonalni bipiramidi. Idiomorfno razvite kristale s to simetrijo najdemo pri anatazu, avtunitu, fluoroapatitu, torbernitu, vezuvianu in cirkonu.

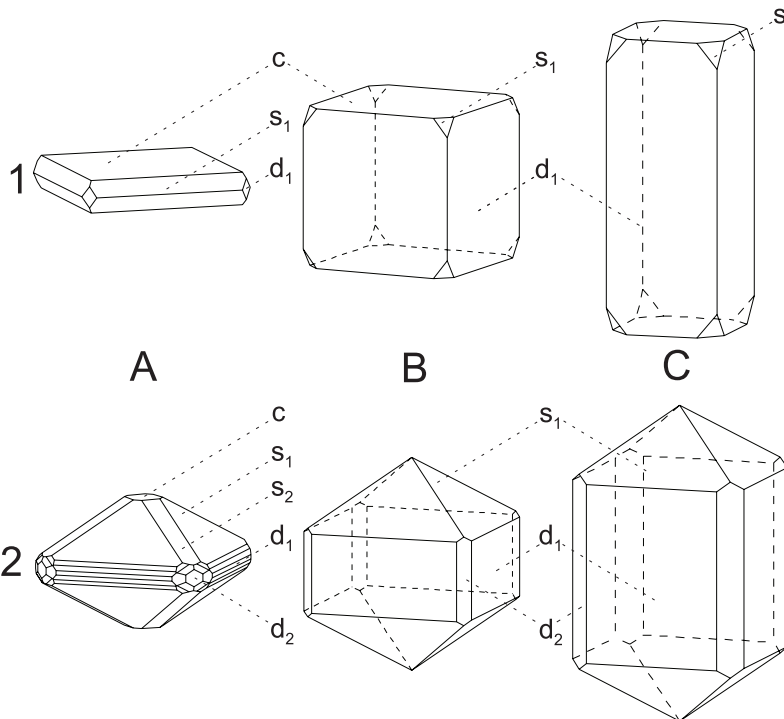


Slika 15: Oblike kristalov nekaterih mineralov so zavajajoče. Kristal na posnetku je kockaste oblike. Njegova oglišča so posneta s ploskvami, ki bi lahko ustrezale kristalnemu liku oktaedra. Podrobnejši pregled pokaže, da v kristalu potekajo vodoravne linije, ki so vzporedne s terminalnim robom. To so linije razkolnosti. Poleg tega so ploskve še navpično narebne. Ker so linije razkolnosti samo vodoravne, narebrenost pa samo navpična, ta mineral ne more biti kubičen. To je kristal apofilita, ki ima štirištevno holomorfijo. Navpično narebne ploskve zato ustrezajo kristalnemu liku prizme, trikotne ploskve pa liku tetragonalne bipiramide. Beli kristali spodaj so laumontit. Velikost kristala je 48 x 44 milimetrov. Nahajališče: Nasik pri Mumbaju v Indiji.

Foto: Mirjan Žorž.



Slika 16: Pri Potoj Čuki v vzhodni Srbiji je nahajališče idiomorfni kristalov vezuviana. Kristali imajo modelno obliko, ki jo določajo ploskve dveh tetragonalnih prizm in tetragonalne bipiramide. Kristal na posnetku je dolgoprizemske oblike in meri 40 milimetrov. Foto: Mirjan Žorž.



Risba 15: Vrstica 1 prikazuje oblike kristalov fluoroapofilita, vrstica 2 pa vezuviana. Značilne oblike kristalov so sploščeni bipiramidalni 1A, kratkoprizemski bipiramidalni 2A, izometrični prizemski 1B, prizemski bipiramidalni 2B, dolgoprizemski 1C in dolgoprizemski bipiramidalni 2C. Posamezne oblike se razlikujejo glede na razvitost ploskev prizem d in bipiramid s . Sploščenost je izrazitejša pri kristalih, ki imajo bolj razvite ploskve pinakoida c .

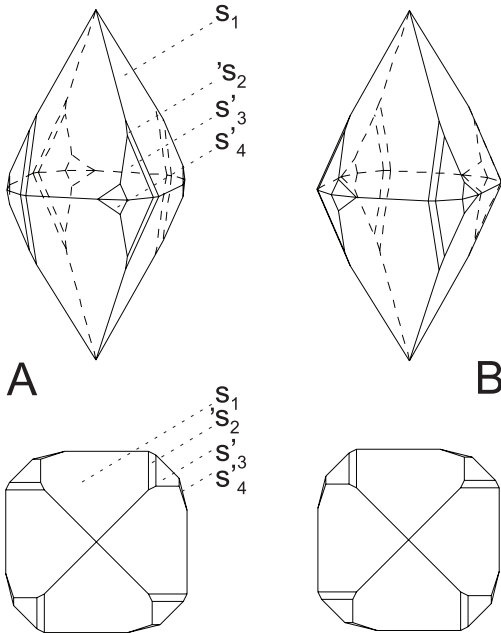
Risba: Mirjan Žorž.

Če holomorfiji odvzamemo dve ravnini simetrije, ki sta vzporedni s štirištevno osjo, dobimo štirištevno antimorfijo, ki ima največ osem enakih ploskev, ki ustrezajo tetra-

gonalni bipiramidi. Najznačilnejša predstavnika take simetrije sta scheelit in powellit.

Najnižjo štirištevno simetrijo – tripomorfijo – dobimo, če ima kristal samo še eno štirištevno os in nobene ravnine simetrije. Zaradi tega so možne le štiri enake ploskve z levo ali desno orientacijo, kar ustreza tetragonalni piramidi. Najlepši primer minerala s to simetrijo je wulfenit in prav

kristali iz Mežiškega rudnika najizraziteje kažejo vse značilnosti te simetrije. Njihova zgornja terminacija se razlikuje od spodnje, ki je omejena s pedionom. Nekateri kristali iz mežiškega rudišča Graben so tej simetriji primerno tudi svedrasto zviti.



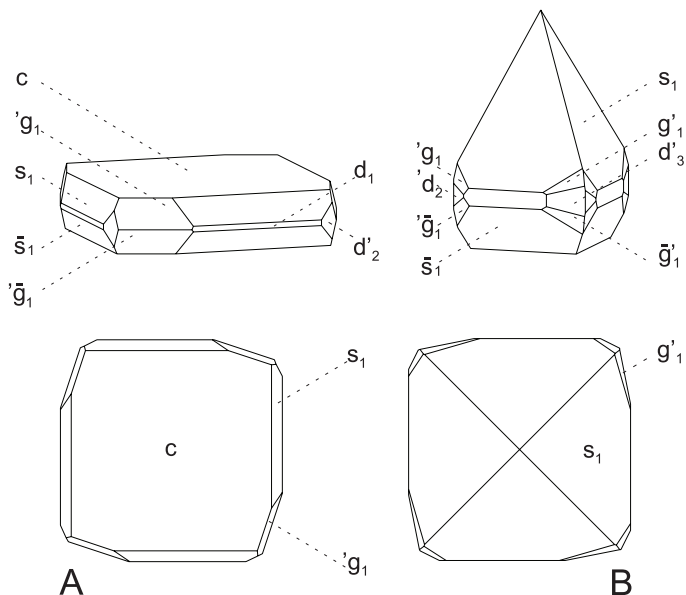
Risba 16: Najizrazitejšo štirištevno antimorfijo imajo kristali scheelita in powellitita. Imajo bipiramidalno obliko. Določajo jo ploskve bipiramide s_1 , ki se ji pridružijo še druge bipiramide z desno orientacijo s'_3 in s'_4 ter levo orientacijo s_1 in s_2 . Kot pri vseh antimorfijah se tudi pri tej z rotacijo okoli osi, ki je pravokotna na štirištevno os, orientacija ploskev spremeni iz desne (A) v levo (B) in obratno.

Risba: Mirjan Žorž.

Slika 17: Wulfenit ima redko štirištevno tripomorfno simetrijo. V večini svetovnih nahajališč kristali nimajo značilnosti te simetrije. Kristali iz Mežiškega rudnika pa so tej simetriji primerno razviti. Na levem posnetku je hemimorfno razvit kristal s ploskvami, ki se kažejo kot orientirana narebrenost. Na desnem posnetku so sploščeni kristali z manj izrazitim hemimorfizmom. Na zgornjem pedionu največjega kristala je opazna mreža, ki je odraz rasti ploskev piramide. Svetlejša gladka ploskev manjšega kristala pred njim pa ustreza spodnjem pedionu, na katerem se ploskve piramide niso razvile. Kristal na levi je velik 6 x 6 milimetrov in se je nahajal na devetem obzorju Union. Primerek na desni je velik 41 x 27 milimetrov, nahajal pa se je na desetem Unionskem obzorju. Slika: Mirjan Žorž.



Risba 17: Kristali wulfenita iz Mežiškega rudnika so značilni predstavniki štirištevne tripomorije, ker imajo hemimorfno obliko z levo ali desno orientiranimi liki. Pri sploščenih kristalih (A) je hemimorfnost manj opazna, zato pa je izrazitejša pri piramidalnih kristalih, ki nimajo ploskev zgornjega pediona c , ker prevladujejo ploskve zgornje piramide s_1 . Manj razvite so prizma d_1 , desni prizmi d'_2 in d'_3 ter leva prizma d_2 . Poleg teh so razvite še ploskve desnih gornjih piramid g'_1 in levih gornjih piramid g_1 ter desnih spodnjih piramid \bar{g}'_1 in levih spodnjih piramid \bar{g}_1 . Risba: Mirjan Žorž.



Štirištevni minerali – kubični $n = 4$

Če postavimo pravokotno na štirištevno os še dve enako dolgi štirištevni osi tako, da se vse med seboj sekajo pod pravim kotom, dobimo kubični osni križ. Posledično nastane četvero trištevni osi, ki potekajo v sredini med štirištevni osmi, in dvanajst ravnin simetrije. Če pogledamo kristal s to simetrijo vzdolž ene izmed trištevni osi, ugotovimo, da ima popolnoma enak presek kot kristal s trištevno simetrijo. Vsaka od petih kubičnih simetrij ima zato svoj ustreznik v petih simetrijah s trištevno simetrijo. Najenostavnejši kristali s tako simetrijo imajo obliko kocke. Enako simetrijo imajo oktaedri, ki so sestavljeni iz osmih enakih enakostraničnih trikotnikov, in rombski dodekaedri, ki so sestavljeni iz dvanajstih enakih rombov. Vsakega od naštetih likov lahko razdelimo na določeno število manjših, zaradi česar imajo kristali več ploskev. Vsako ploskev oktaedra lahko razdelimo na šest enakih raznostraničnih pravokotnih trikotnikov in dobimo 48 enakih ploskev, kar je hkrati tudi najvišje možno število

enakih ploskev, ki ustreza kristalnemu liku heksakisoktaedra. Čim več različnih likov in posledično ploskev ima kristal, tem bolj je okrogel. Zaradi enako dolgih osi uvrščamo kubične simetrije med sferične, ker se približujejo simetriji krogle. Minerali s to simetrijo so fluorit, halit, galenit, skupina granatov, loparit, magnetit, spinel ter baker, platina, srebro, zlato in diamant.

Če kubični holomorfiji odvzamemo vse diagonalne ravnine simetrije (risba 18: 2A), se vse tri štirištevne osi spremenijo v dvoštevne. Simetrija obdrži središče inverzije in pridobi antimorfni značaj. Ker pa imajo trištevne osi večjo števost, opazimo to značilnost vzdolž teh osi. Levo orientirane ploskve se ob zavrtenju kristala za 180 stopinj pravokotno na trištevno os spremenijo v desno orientirane in obratno. Število enakih ploskev se razpolovi na 24, kristalni lik s tem številom ploskev pa je diakis-pentagonski dodekaeder. Najznačilnejši predstavnik te simetrije je pirit.



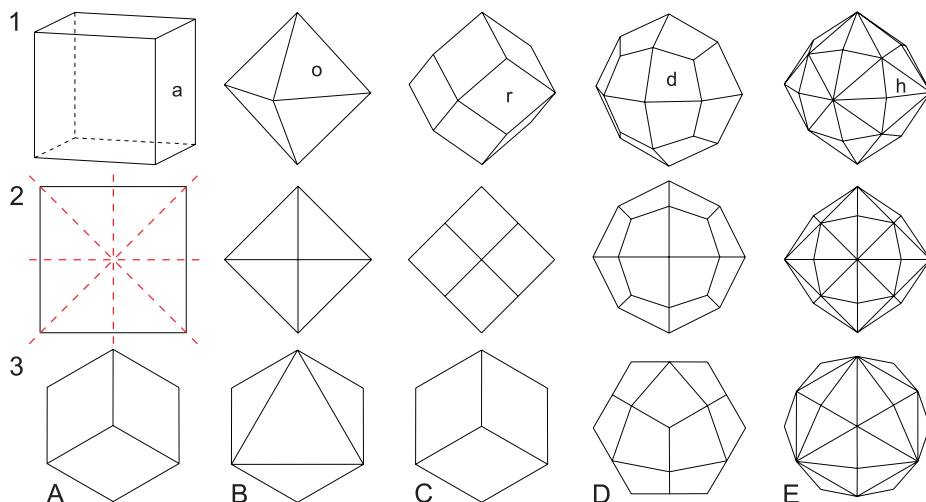
Slika 18: Na levem posnetku so kocke fluorita iz Osojnika pod Blegošem. Primerek meri 44 x 38 milimetrov. Na desnem posnetku je oktaeder fluorita iz Xianghualinga na Kitajskem, ki meri 38 x 28 milimetrov. Slika: Mirjan Žorž.



Slika 19: Andradit je mineral iz skupine granatov, ki kristalizirajo v kristalih, omejenih z 12 ploskvami rombskega dodekaedra. Na posnetku sta vidni štirištevna in trištevna os, kar je značilnost kubične holomorfije. Ploskve imajo tako imenovano parketno strukturo, ki je nastala zaradi kompenzacije rahle konkavne ukrivljenosti ploskev. Kristal z grškega otoka Serifos ima 14 milimetrov v premeru. Slika: Mirjan Žorž.



Slika 20: Kristali levcita na posnetku se približujejo obliki krogle zato, ker so omejeni s 24 ploskvami deltoidnega ikozitetraedra. Večji kristal ima 22 milimetrov v premeru. Najdišče: Mt. Saint Hilaire v Kanadi. Slika: Mirjan Žorž.



Risba 18: Oblike kristalov s štirištevno kubično holomorfijo. V prvi vrstici so prikazani v ortografski projekciji, v drugi so njihovi štirištevni in v tretji njihovi trištevni preseki. Najenostavnejši lik je kocka **a**, ki jo določa šest enakih kvadratnih ploskev (1A, 2A in 3A). Vsaka ploskev kocke ima eno pravokotno, eno vodoravno in dve diagonalni ravnini simetrije, ki so prikazane s prekinjenimi črtami (2A). Oktaeder **o** je sestavljen iz osmih enakostraničnih trikotnikov (1B, 2B in 3B). Pri rombskemu oktaedru **r** se število enakih ploskev, ki so rombi, poveča na 12 (1C, 2C in 3C), pri deltoidnem ikozitetraedru **d** je 24 enakih deltoidnih ploskev, heksakis-oktaeder **h** pa določa 48 enakih raznostraničnih trikotnikov. Slednji je za to simetrijo značilni lik z najvišjim možnim številom enakih ploskev. Čim več ploskev ima kristal s to simetrijo, tem bolj se njegova oblika približuje krogli.

Risba: Mirjan Žorž.



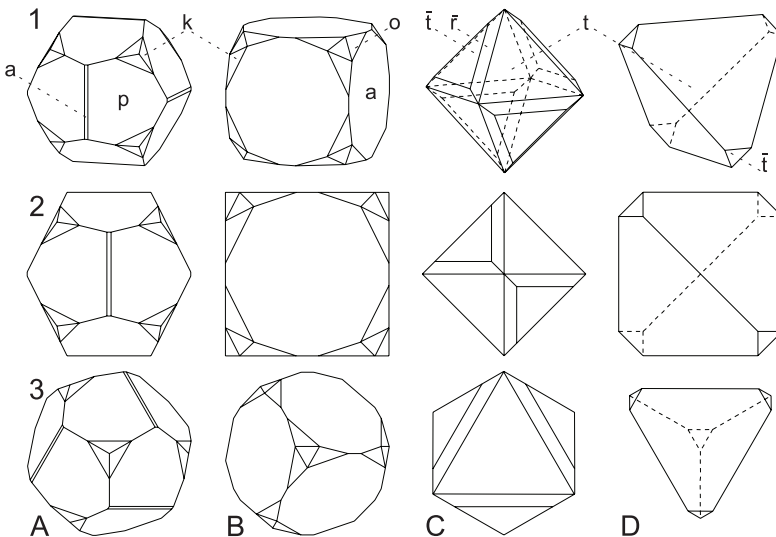
Slika 21: Ta oblika kristalov je za pirit tako značilna, da jo imenujemo piritoeder. Kristal je omejen z 12 ploskvami pentagonskega dodekaedra. Pirit ima nižjo dvoštevno kubično antimorfijo, kar se na kristalih kaže z odsotnostjo štirištevni osi. Svetla ozka ploskev zgoraj pripada kocki in leži na dvoštevni osi. Desno spodaj je trikoten vzorec treh ploskev diakis-pentagonskega dodekaedra, ki so razvrščene okoli trištevne osi. Na zrcalno nasprotni strani je enak trištevni vzorec. Kristal ima 44 milimetrov v premeru. Nahajališče: Ambasaguas v Španiji. Slika: Mirjan Žorž.



Slika 22: Kristal sfalerita, obraščen s kristali kremenca, iz rudnika Madan v Bolgariji. Kristal ima nižjo dvoštevno kubično simetrijo, zato je tetraedrske oblike. Zaradi te simetrije se iz ploskev oktaedra razvijejo štiri večje ploskve pozitivnega tetraedra in štiri manjše ploskve negativnega tetraedra. Ploskve obeh vrst tetraedrov se med seboj razlikujejo tudi po progavosti in sijaju. Slika: Mirjan Žorž.

Risba 19: Kubična simetrija, ki nima diagonalnih ravnin simetrije, je dvoštevna antimorfija, kar prikazuje risbe 1A in 1B ter 2A in 2B. Na risbi 2A je presek izrazito dvoštevne pravokotne oblike, medtem ko je na risbi 2B dvoštevnost nekoliko manj očitna. Antimorfnost opazimo ob pogledu vzdolž troštevne osi, ki razkrije, da so ploskve levo (3A) in desno orientirane (3B). Minerali s to simetrijo so pogosto v

kristalih, ki jih omejuje 12 enakih ploskev peterkotne oblike, vendar se stranice teh ploskev razlikujejo po velikosti. Te ploskve pripadajo liku pentagonskega dodekaedra **p**. Robovi med njimi so lahko odrezani s ploskvami kocke **a**, oglišča pa s ploskvami diakis-pentagonskega dodekaedra **k** (1A, 2A in 3A). Če je najbolj razvit lik kocka **a**, potem so tudi kristali take oblike (1B, 2B in 3B). Njihova oglišča so lahko odrezana s ploskvami oktaedra **o** in ploskvami diakis-pentagonskega dodekaedra **k**. Na kristalih se liki, ki so za to simetrijo



značilni, pogosto ne razvijejo. Če bi se na kristalu 1B ploskve lika **k** ne razvile, bi imel navidezno višjo holomorfno simetrijo, kar je pri pinitu zelo pogosto.

Naslednja vrsta dvoštevne kubične simetrije nima vodoravnih in navpičnih ravnin simetrije. Zaradi dvoštevnosti se razvijejo liki pozitivnega tetraedra **t** in negativnega tetraedra **t̄**. Če sta oba lika približno enako razvita, imajo kristali navidezno oktaedrsko obliko (1C, 2C in 3C). Pogosto se pridruži še negativni triakis-tetraeder **t̄**. Kadar pa se, in to je pogosto, pozitivni tetraeder bolj razvije, imajo kristali enostavno tetraedrsko obliko (1D, 2D in 3D). Njihovi trištevni preseki so hemimorfni (3C in 3D).

Risba: Mirjan Žorž.

Če odvezamo kubični antimorfiji vse navpične in vodoravne ravnine simetrije (risba 18: 2A), izgubi središče inverzije, namesto štirištevnih osi pa nastanejo dvoštevne. Kristali imajo vzdolž trištevnih osi enako simetrijo kot pri trištevni hemimorfiji. Tudi pri tej simetriji se število enakih ploskev razpolovi na 24, značilni kristalni lik pa je heksakis-tetraeder. Posledica tega je razvoj kristalov, ki so omejeni s štirimi enakostraničnimi trikotniki. Kljub nižji simetriji so

kristali lahko še vedno kockaste ali oktaedrske oblike, vendar je za slednje značilno, da se ena polovica oktaedrskih ploskev razlikuje od drugih vsaj po sijaju ali vzorcu. Če se jim pridružijo še drugi liki, dobijo kristali zopet precej kroglasto obliko. Najznačilnejši minerali s to simetrijo so iz skupin svetlic in medlic, kamor prištevamo sfalerit in tetraedrit.

(Nadaljevanje prihodnjič.)

Stoletnica Franck-Hertzevega poskusa • Fizika

Stoletnica Franck-Hertzevega poskusa

Janez Strnad

Pred sto leti sta James Franck in Gustav Hertz poročala o znamenitem poskusu. Za »odkritje zakonov, ki urejajo trk elektrona z atomom«, sta leta 1925 dobila Nobelovo nagrado iz fizike.

Franck-Hertzev poskus je bil pomemben za razvoj fizike. V drugi polovici 19. stoletja so poskusi in razmišljanja v različnih delih fizike podprli misel, da snov sestavljajo atomi. Proti koncu stoletja so odkrili elektron in spoznali, da je sestavni del atomov. Elektron ima negativni osnovni naboj, to je najmanjši prosti od nič različni naboj v naravi, in skoraj dvatisočkrat manjšo maso od mase najlažjega, vodikovega atoma. Spraševali so se, kako je v nevtralnem atomu razporejen pozitiven naboj z veliko maso, ki uravnovesi naboj elektronov z zelo majhno maso.

V laboratoriju Ernesta Rutherforda v Manchesteru so ugotovili, da se posamezni delci α iz radioaktivnega izvira na zelo tankih kovinskih lističih odklonijo za velik kot. To je pomenilo, da pozitivni del atoma na delec α deluje z veliko silo. Sila je velika le, če je pozitiven del atoma zelo majhen. Po tem

je Rutherford leta 1911 sklepal, da je pozitiven naboj v atomu zbran v *atomskem jedru*, stotisočkrat manjšem od atoma. Delec α je atomsko jedro helija. Elektroni, ki se gibljejo okoli jedra podobno kot planeti okoli Sonca, pa so spravili fizike v zadrego. Nabiti delec, ki se pospešeno giblje – in kroženje je pospešeno gibanje –, seva. S sevanjem bi elektron izgubljal energijo in nazadnje padel v jedro. Atomi ne bi bili obstojni. Snov pa je obstojna in obstojni so tudi atomi.

Niels Bohr, ki je gostoval na Rutherfordovem inštitutu, se je zavedel, da za ta primer ne morejo veljati klasični zakoni, ki veljajo za velika telesa. Max Planck je pojasnil sevanje segretyh teles z zamisljijo, da svetloba izmenjuje energijo s steno sevajočega telesa v energijskih obrokkih, *kvantih*. To misel je Bohr prenesel na atome. Po nekaj zapletih je leta 1913 sestavil model najpreprostejšega, vodikovega atoma. Ta edini elektron se lahko giblje okoli jedra samo po krožnicah z določenim polmerom. Določenemu polmeru ustreza določena energija. Vrednosti med dvema dovoljenima polmeroma in energijama so izključene. Bohr je privzel, da pri



James Franck je bil rojen leta 1882 v Hamburgu v judovski družini z ameriškimi koreninami. Leta 1911 je postal profesor na univerzi v Berlinu. Sodeloval je v prvi svetovni vojni in bil odlikovan. Po vojni je vodil fizikalni del inštituta za fizikalno kemijo v Berlinu. Leta 1920 je postal profesor in ravnatelj fizikalnega inštituta na univerzi v Göttingenu. Kot udeleženca prve svetovne vojne ga nacistični zakoni sprva niso prizadeli. Iz odpora do nacizma pa je leta 1933 odšel v Združene države Amerike. Leta 1938 je postal profesor na Univerzi v Chicagu. Med drugo svetovno vojno je na njej vodil »Metalurški laboratorij«, ki je bil del načrta za izdelavo jedrske bombe. Predsedoval je odboru, ki je še junija leta 1945 svetoval, naj Japoncem najprej pokažejo učinek jedrske bombe, preden jo uporabijo. Poleg Nobelove nagrade je dobil več visokih priznanj. Umrli je leta 1964.

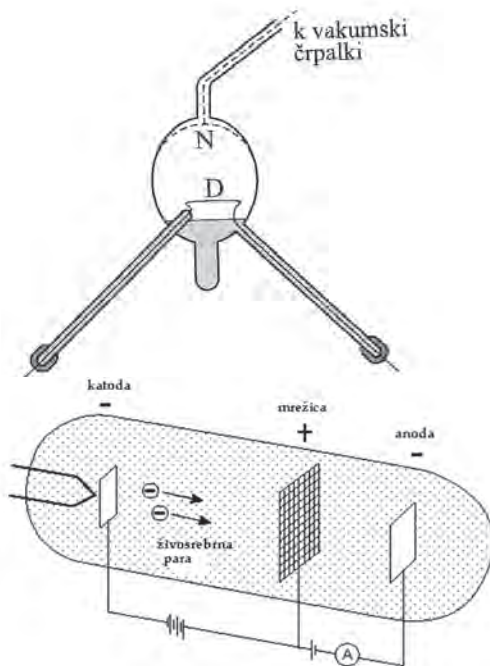
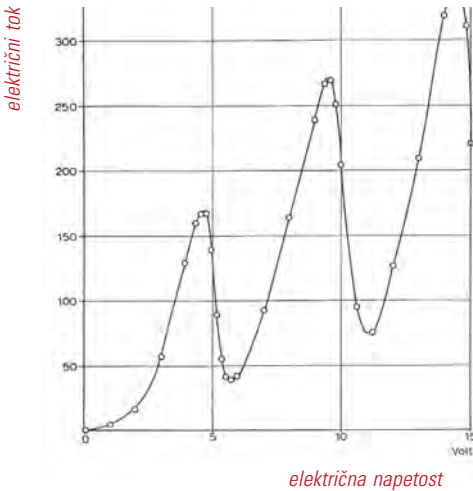
gibanju po krožnici z določenim polmerom atom, klasičnim zakonom navkljub, ne seva. To nasprotuje izkušnjam z velikimi telesi: planet se okoli zvezde giblje po krožnici s katerim koli polmerom in ima katero koli energijo.

Kroglo na klancu lahko poljubno malo dvignemo in ji s tem poljubno malo povečamo potencialno energijo. Pri energiji atomov je drugače. V tej prispodobni jo opišemo s stopnicami. Od najnižje stopnice z najnižjo energijo v osnovnem stanju se lahko energija poveča samo v skoku do prve naslednje sto-



Gustav Ludwig Hertz je bil rojen leta 1887 v Hamburgu v družini z judovskimi predniki. V prvi svetovni vojni je bil ranjen in se je leta 1917 vrnil na univerzo v Berlinu. Leta 1920 se je zaposlil kot raziskovalec v laboratoriju družbe Philips v Eindhovnu. Leta 1925 je postal profesor in vodja fizikalnega inštituta univerze v Halleju. Leta 1928 je prevzel enako mesto na Tehniški visoki šoli v Berlinu. Kot častnik v prvi svetovni vojni tudi Hertz sprva ni imel težav zaradi nacističnih zakonov. Leta 1935 pa je zaradi njih zapustil univerzo in postal vodja raziskovalnega laboratorija družbe Siemens. Po vojni je deloval v Rusiji. Leta 1955 je postal profesor na univerzi v Leipzigu v Nemški demokratični republiki. Tudi Hertz je dobil več visokih priznanj. Umrli je leta 1975.

pnice, do energije v prvem vzbujenem stanju. Stanj z vmesno energijo ni. Za prvo stopnico so druge stopnice, ki ustrezajo višjim vzbujenim stanjem. Pri prehodu z višje stopnice na nižjo atom izseva kvant elektromagnetnega valovanja, foton, ki prevzame razliko energij. O tem pričajo črte v spektru. Spekter nastane, ko svetlobo, ki jo sevajo atomi v plinu, razstavimo na sestavine po valovnih dolžinah. V spektru so zastopane samo črte pri določenih valovnih dolžinah. Te črte kažejo, kako se energija atoma spreminja v stopnicah.



Franck in Hertz sta v bučko iz kremenca dala kapljo živega srebra. Platinasto žičko (D) sta segrevala z električnim tokom, da so iz nje izhlapevali elektroni. Ti so na poti do mrežice (N) na pozitivni napetosti trkali z atomi živega srebra. Dokler je bila napetost manjša kot 4,9 volta, so bili trki prožni. Pri večji napetosti so trki postali neprožni in so atomi živega srebra začeli sevati (na sredini). V odvisnosti toka od napetosti pri večji napetosti od 4,9 volta tok izrazito pade. Pri še večji napetosti tok z naraščajočo napetostjo še naprej narašča in pri napetosti dvakrat 4,9 volta znova pade (zgoraj). Spodnja risba kaže sodobno napravo.

Kljub temu, da je Bohr pojasnil valovne dolžine črt v spektru vodika, številni fiziiki njegove zamisli niso sprejeli. Ali bi mogli zamisel o stanjih atomov z določenimi energijami podpreti še na strani delcev? Tak poskus se je posrečil Francku in Hertzu na univerzi v Berlinu. Za Bohrov račun iz leta 1913 nista vedela, ker »sta bila malomarna in nista brala revij«, kot je Franck izjavil v poučnem filmu o poskusu. Zanimalo ju je, kaj se dogaja z energijo atoma pri trku z elektronom. Atom ima kinetično energijo zaradi gibanja in notranjo energijo, ki izvira iz njegove notranje zgradbe.

Z vodikom je težko delati poskuse, ker sta po dva atoma vodika vezana v molekulo. Franck in Hertz sta za poskus izbrala živosrebrno paro, ki ima molekule z enim samim atomom. Izdelala sta bučko iz kremenca in jo priključila na vakuumsko črpalko, ki je iz nje izsesala zrak. V bučko sta dala kapljo živega srebra in bučko segrevala. Živo srebro je izhlapelo in bučko je napolnila živosrebrna para. Elektroni so izhajali iz platinaste žičke, ki jo je segreval električni tok, in se gibali proti kovinski mrežici na pozitivni napetosti. Občutljiv merilnik je meril tok elektronov na mrežico. Večala sta napetost, da so elektroni dobivali vse večjo hitrost in kinetično energijo, ter merila tok. Najprej je tok z naraščajočo napetostjo in naraščajočo kinetično energijo elektronov enakomerno naraščal. Večja pozitivna napetost je pač na mrežico pritegnila več elektronov. Ko je napetost dosegla 4,9 volta, pa je tok izrazito padel. Pri tej napetosti je živosrebrna para v bučki začela sevati. V spektru izsevane svetlobe se je pojavila črta z valovno dolžino 253,6 nanometra na ultravijoličnem območju (nanometer je milijonina milimetra ali milijardina metra). Ta valovna dolžina je natanko ustrezala energiji elektronov, ki so preleteli napetost 4,9 volta.

Franck in Hertz sta izid poskusa pojasnila v člankih *Trki med elektroni in molekulami živosrebrne pare in ionizacijska napetost le-te in O vzbujanju živosrebrne resonančne črte pri*

2536 ångströmih s trki z elektroni leta 1914 v *Razpravah nemškega fizikalnega društva* (ångström je stara enota, desetina nanometra). Izid poskusa pojasnimo takole: pri zelo majhni napetosti so trki elektronov z atomi živega srebra prožni. To pomeni, da je skupna kinetična energija elektrona in atoma po trku enaka kot pred njim. Atom ima večstokrat večjo maso od elektrona, zato si predstavljamo, da gre za trk medicinke in žogice za tenis. Žogica za tenis se na medicinki odbije, ne da bi zaznavno spremenila hitrost medicinke. Atom je po trku prav tak, kakor je bil pred njim. Tudi njegova hitrost se le neznatno spremeni. Atom pri trku ne preide na višjo stopnico, njegova notranja energija se ne spremeni. Ne preide iz osnovnega stanja v prvo vzbujeno stanje. Atomi živega srebra ne sevajo.

Pri večji napetosti od 4,9 volta pa je kinetična energija elektrona dovolj velika, da atom ob trku preide na prvo stopnico. Atomu se poveča notranja energija in iz osnovnega stanja preide v prvo vzbujeno stanje. Pri takem - neprožnem - trku je skupna kinetična energija elektrona in atoma po trku manjša, kakor je bila pred njim. Elektronu se zmanjša kinetična energija in zaradi tega ne dospe do mrežice. Poveča pa se notranja energija atoma in atom preide iz osnovnega stanja v prvo vzbujeno stanje. Iz tega stanja se atom vrne v osnovno stanje, ko izseva foton ultravijolične svetlobe. Energija izsevanega fotona se ujema z razliko notranje energije atoma in s kinetično energijo elektrona, ki preteče napetost 4,9 volta.

Kot kažeta naslova člankov, sta Franck in Hertz zmotno mislila, da se atom pri trku z elektronom ionizira in hitri elektron iz atoma izbije najšibkeje vezani elektron. Pozneje sta spoznala, da ne gre za ionizacijo, ampak za prehod v prvo vzbujeno stanje. Do ionizacije pride pri precej večji napetosti 10,4 volta. Danes pomeni »resonančna črta«, da gre za prehod iz prvega vzbujenega stanja v osnovno.

Poskus s trki elektrona z atomom prepi-

čljivo podpira Bohrov sklep, da imajo atomi stanja z določeno energijo in da se notranja energija atomov spreminja v stopnicah. Po vrsti so stopnice pri danem atomu različno visoke in se spreminjajo od elementa do elementa. Franck-Hertzev poskus je eden od tistih, ki jasno razkrijejo razliko med svetom velikih teles in svetom atomov.

Pri navadni temperaturi in še pri precej višji temperaturi so atomi danega plina vsi v osnovnem stanju z najmanjšo mogočo notranjo energijo. Tako drugega od drugega ni mogoče razločiti in so vsi popolnoma enaki. Atom ostane v osnovnem stanju tudi po trku z drugim atomom, če ni na voljo dovolj energije, da bi prešel v prvo vzbujeno stanje. Atomu se notranja energija ne more spremeniti za toliko, kolikor bi bilo energije na voljo pri trku, ker ni nobenega stanja, v katerega bi prešel pri tako majhni energiji. Atomi se tedaj vedejo, kot da se njihova notranja energija sploh ne more spremeniti. Skupna kinetična energija dveh atomov po trku je natančno enaka energiji pred trkom in trki med atomi so prožni. Zaradi trkov med molekulami plina v posodi se na zunaj nič ne spremeni. Način gibanja molekul v plinu se spremeni le, če se spremenijo zunanje okoliščine. Da bi atomi živega srebra pri trkih prešli v vzbujeno stanje in bi živosrebrna para začela sevati, jo je treba segreti do nekaj tisoč stopinj. Na podobne pojave kot pri živosrebrni pari naletimo tudi pri drugih plinih. Atomi imajo stanja z določenimi energijami. To velja za vse sestavljene delce v svetu atomov.

Atomi v plinu se vedejo drugače kot jeklene kroglice v škatli. Škatlo tresimo, da se kroglice začnejo gibati in trkati z drugimi kroglicami. Ko škatlo prenehamo tresti, se kroglice po zelo kratkem času zaustavijo. Med seboj kroglice trkajo tako, da je kinetična energija dveh kroglic po vsakem trku manjša kakor pred trkom. Trki kroglic niso prožni, ampak neprožni. Kinetična energija kroglic se zmanjša, ker se kroglici, ki trčita, neznatno segrejeta in se poveča njuna

notranja energija. Kroglica lahko sprejme katero koli notranjo energijo. Če se le za malenkost poveča temperatura, sprejme le malenkostno energijo. Atomi v plinu se pri neprevisoki temperaturi vedejo popolnoma drugače kot telesa iz velikega sveta.

Zdaj poskusi Franck-Hertzeve vrste niso več zanimivi za raziskovanje, ampak za poučevanje fizike. Poskuse, ki niso preveč zahtevni, delajo študenti pri vajah. Uporabijo bučko s tremi ali več elektrodami, izdelano prav za ta namen. Poskus se posreči tudi z običajno živosrebrno triodo, elektronko s tremi elektrodami. Treba je le imeti občutljiv merilnik električnega toka na območju od deset milijardin ampera navzgor. Podobne poskuse delajo tudi z drugimi plini, ki imajo v molekuli en atom, na primer s

helijem ali neonom. Na tržišču so bučke s helijem, s katerimi je mogoče pri trkih z elektroni zasledovati prehod atoma v prvo vzbujeno stanje in v druga vzbujena stanja vse do ionizacije.

Franck-Hertzev poskus jo je odnesel bolje kot Bohrove krožnice. V kvantni mehaniki, ki se je razvila iz Bohrove zamisli, je lega elektrona popolnoma neznana, če je natančno znana hitrost, in je hitrost popolnoma neznana, če je natančno znana lega. Elektronom ne moremo pripisati ostrih tirnic. Stanja z določenimi energijami pa so v kvantni mehaniki ostala prav takšna, kot jih je predvidel Bohr. To pomeni, da je obveljala razlaga spektralnih črt in trkov atomov z elektroni.

Rakov Škocjan in Planinsko polje 2014 • Krasoslovje

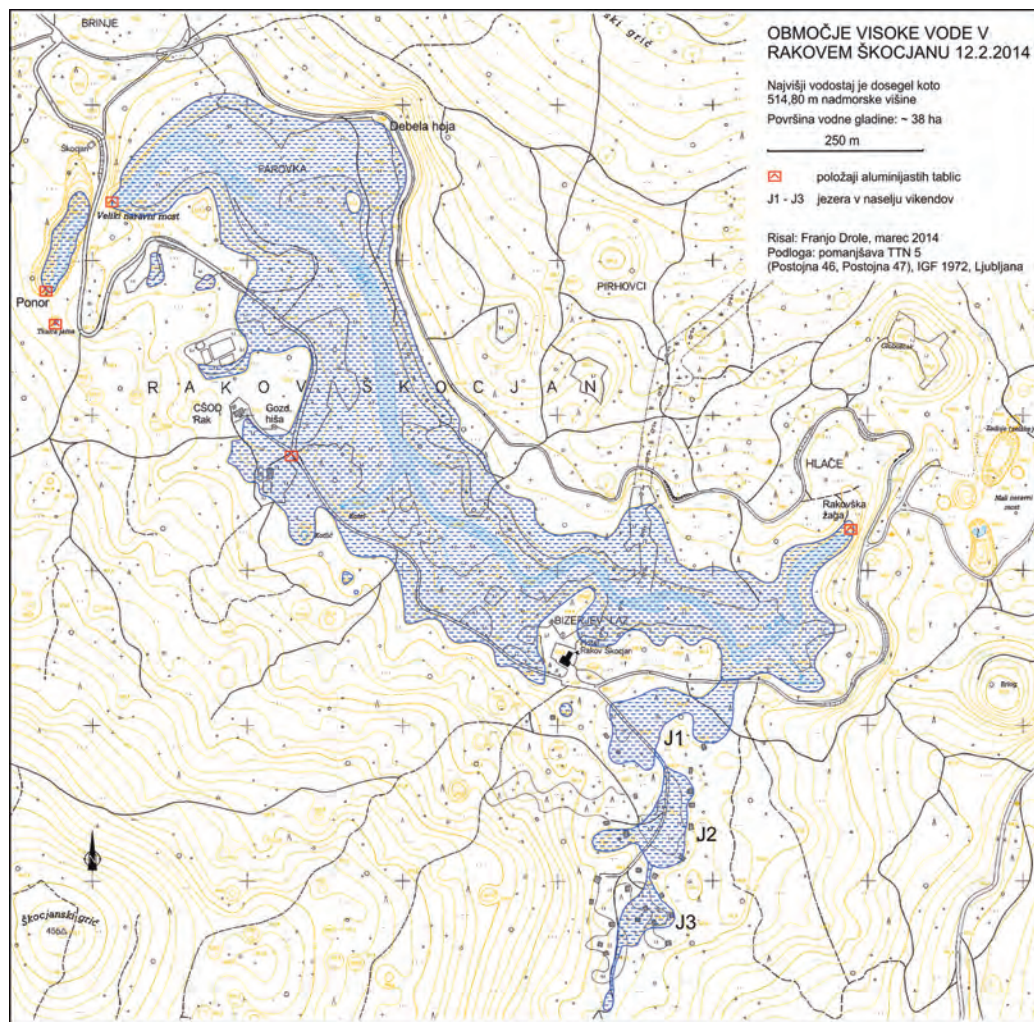
Rakov Škocjan in Planinsko polje 2014

Franjo Drole

V dneh od 31. januarja do 16. marca letos je kraška dolina Rakov Škocjan v uravnavi ob severnem vznožju Javornikov, s površino približno 1,25 kvadratnih kilometrov (*Enciklopedija Slovenije*, 1996), pokazala svoj do sedaj neznani ali pa močno pozabljeni obraz. Obilne padavine v obliki snega, žleda in dežja so dobro spremenili do sedaj znano idilično dolino, kot jo poznajo obiskovalci. Člani Jamarskega društva Rakek spremljamo dogajanja v Rakovem Škocjanu že več desetletij. Letošnje dogajanje pa je bila presenečenje tudi za nas.

V začetku februarja je velik del osrednje Slovenije močno prizadel žled, in to po obdobju, ko je na območju Javornikov padla že večja količina dežja - v dobrem mesecu približno 350 litrov na kvadratni meter. Ker je bil kras v podzemlju že poln vode, so me-

teorologi in hidrologi po hitri otoplitvi opozarjali na veliko možnost poplavljanja večjih kraških polj v zaledju Ljubljani. Njihove napovedi so se uresničile predvsem v Rakovem Škocjanu in na Planinskem polju. Takoj, ko so gozdarji in ostale komunalne službe očistile dostopne poti v Rakov Škocjan, sem s Tonetom Ileršičem obiskal Rakov Škocjan. Polomljeno in izruvano drevo je kazalo, da bodo posledice žledoloma hude in dolgotrajne. Gibanje po poteh in zunaj njih je bilo zelo oteženo in podobno počasnemu teku čez ovire. Tudi pogled z Velikega naravnega mosta je dal slutiti, da je vodostaj Raka zelo blizu ali pa že čez višino, ki ga je potok Rak dosegel 26. novembra leta 2000, ko je dosegel 513,23 metrov nadmorske višine. Po pričakovanju se je najina pot zaustavila že pred kostanjevim drevoredom, na travniku z ledinskim imenom



Slika 1: *Rekordno območje visoke vode v Rakovem Škocjanu – 12. februarja 2014. Kartografija: Franjo Drole.*

Srednja njiva. Da sva dosegla vodomerno lato (uradno ime late Rak – Slivice), ki jo je postavil Hidrometeorološki zavod okoli leta 1960 (Kolbezen, 1998), sva morala zaradi visoke vode narediti velik ovinek skozi gozd. Pot do zelene točke je bila preko podrhtih in polomljenih dreves kar naporna in dolgotrajna. Prvi odčitek na lati je 10. februarja letos pokazal 14,90 metra, kar je pomenilo, da je bil vodostaj Raka za deset centimetrov višji kot pa leta 2000 (Drole,

2001). Da se bo višina vode v prihodnjih dneh še povečevala, je napovedovalo že samo vreme. Vsakodnevno spremljanje vodostaja Raka na dodatno montirani vodomerni lati je pokazalo, da je Rak dosegel najvišjo višino 12. februarja med 16. in 17. uro, ko smo na dodatni lati odčitali, da je bila višina vodne gladine 16,37 metra (slika 1). Dolino Rakovega Škocjana je zapolnilo veliko jezero, ki je segalo od izvira Zelške jame na vzhodu do Velikega naravnega mosta



Slika 2: Veliki naravni most - 12. februarja 2014. Foto: Franjo Drole.

na zahodu doline. Voda je pritekala v dolino v velikih količinah na vseh stalnih in občasnih izvirih. Travnik na vzhodni strani Velikega naravnega mostu, s katerega pleti občudujemo most, je bil slabih 14 metrov pod gladino vode. Vrh oboka Velikega na-

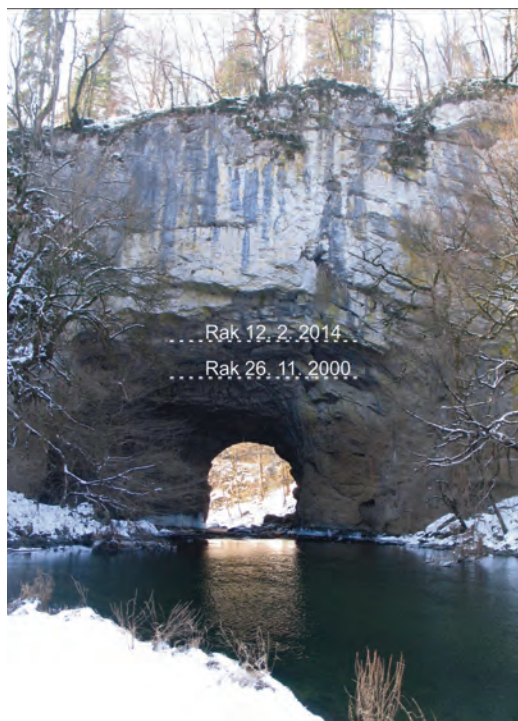
ravnega mosta je bil 5 metrov pod vodo (slika 2). V kanjonu na zahodni strani Velikega naravnega mosta je ob normalnem vodostaju možno opazovati deroči Rak, ki izginja skozi mogočni ponor Tkalca jame v podzemlje. Ta dan pa je naključni obiskovalec videl le

Slika 3: Gladina Raka pred gozdarsko kočo Rakov Škocjan - 12. februarja 2014. Foto: Franjo Drole.





Slika 4: Pogled proti Tkalca jami z Velikega naravnega mosta. Foto: Franjo Drolc.



mirno gladino Raka, ki je popolnoma zakrivala vhod v Tkalca jamo (slika 4). V severnem delu doline na območju Farovke je bila pri Debeli hoji voda en meter pod višino ceste. Naslednje presenečenje naju je pričakalo na območju gozdarske kočje in Centra šolskih in obšolskih dejavnosti Rak v Rakovem Škocjanu. Na travniku pred gozdarsko kočjo je voda segla do vrha temelja znaka z napisom Gozdarska kočja Rakov Škocjan (slika 3). Dovož do doma Centra šolskih in obšolskih dejavnosti Rak je bil pod vodo do pol poti. Nekdanja Zwölfova hiša je bila poplavljen v višini 70 centimetrov nad temelji. Zelo zanimiva je bila situacija v okolici gostišča Rakov Škocjan.

Slika 5: Primerjava visoke vode leta 2000 in 2014.

Foto: Franjo Drolc.



Slika 6: Označba najvišjega vodostaja Raka pri Rakovski žagi. Rdeči krog označuje mesto aluminijaste ploščice. Foto: Franjo Drole.

Tu je voda dosegla kletne prostore gostišča in poplavlila električni daljnovod. Transformator, ki dovaja gostišču elektriko, je bil pod vodo skoraj do polovice. Pri daljnovodu se je podrl tudi en od A-drogov. Voda je bila vidna tudi v vrtači južno od gostišča. Južno od gostišča se je voda dvignila tudi v bližnjem naselju vikendov. Nad dovozno cesto pri prvih vikendih je bila voda visoka približno 70 centimetrov. Takoj sva opazila, da voda ne priteka le iz tal. Največji dotok je bil po sami poti, ki vodi proti notranjosti naselja vikendov s smeri Javornikov. Prehod na drugo stran vode je pokazal, da sta se v dveh nivojih med vikendi naredili še dve jezera, ki sta imeli močan dotok vode iz doslej neznanih izvirov pri obračališču na koncu naselja. Voda teh dveh jezer je poplavlila večje število vikendov. Nekatere nekaj centimetrov, druge pa tudi preko metra in pol višine. Vodna gladina v prvem jezeru (J1) je dosegla 515,3 metra nadmorske višine, v drugem (J2) 516,4 metra in tretjem (J3) 518,6 metra nadmorske višine. Nekateri lastniki vikendov bodo imeli precej stroškov z odpravljanjem posledic letošnje visoke vode.

Naslednjega dne, 13. februarja, sva ogled Rakovega Škocjana opravila s čolnom. Vožnja s čolnom je še bolj razkrila sliko pohljenih in poškodovanih dreves. Nekatera drevesa, predvsem listavci, so bili podobni ostrnicam. Mogočni hrasti so obdržali le najmočnejše veje. Vrhove večine iglavcev je žled znižal za nekaj metrov ali pa jih podrl v celoti. Ta dan sva nad ponorom in pri stopnicah Tkalcu jame, na vzhodni strani Velikega naravnega mostu, pri Centru šolskih in občolskih dejavnosti Rak in izviru Zelške jame – Rakovška žaga pritrnila aluminijaste tablice z označeno najvišjo višino Raka (slika 6). Pri gozdarski koči Rakov Škocjan sva se s čolnom vozila nad traso ceste, ko pa je pogled skozi smaragdno vodo prišel do površine ceste, je razkril, da je cesta močno erodirana. Zopet se je pokazalo, da je bilo naše opozorilo upravljavcu ceste leta 1987 pravilno. Takrat smo jih namreč opozorili, da se iz Kotla proti Raku velikokrat pretaka velika količina vode. Takrat je upravljavec ceste, ki vodi skozi Rakov Škocjan, podrl starejši most in namesto njega vgradil le eno sedemdesetcentimetrsko cev. S tem je pov-



Slika 7: Ojezerjeno Planinsko polje ob najvišjem vodostaju 24. februarja 2014. Foto: Franjo Drole.

zročil občasni nastanek jezua in posledično prelivanje vode preko ceste.

Obisk okolice Malega naravnega mosta je, če odštejemo veliko podrtega in polomljenega drevja, kazal klasično podobo ob visokih vodah. Voda iz Zelških jam je po brzicah hitro tekla proti izviru z imenom Rakovška žaga. Na svoji poti je preplavila umetni betonski most v Južni udornici Zelških jam. Visoka voda na izviru Rakovška žaga je omogočala, da sva se s čolnom brez težav zapeljala približno 50 metrov v notranjost jame, kjer naju je ustavila ožina jame. Tu je postal Rak prehitel in preveč nevaren, zato sva se umaknila iz jame. Vodna gladina Raka je od 12. do 16. februarja upadla za 1,27 metra, nato pa jo je obilnejše deževje zopet dvignilo za 0,5 metra. Po 20. februarju se je Rak začel počasi vračati proti svoji strugi, ki pa jo do sredine marca še ni dosegel.

Če primerjamo letošnjo visoko vodo, ko je Rak dosegel 514,80 metra nadmorske višine, s stanjem leta 2000, lahko izračunamo, da se je Rak letos dvignil za 1,57 metra nad prejšnjo najvišjo izmerjeno višino. Nadmorska višina 514,80 metra je sedaj najvišja zabeležena višina potoka Rak (slika 5).

Pri letošnjih visokih vodah se je za raziskovalce krasa odprlo kar nekaj novih vprašanj.

Ob prejšnjih visokih vodah se je sistem kraških polj lepo zaporedoma polnil in praznil. Letos pa sta imela Rakov Škočjan in Planinsko polje ekstremne vodostaje, medtem ko je bilo Cerkniško jezero približno 25 centimetrov nižje kot leta 2000. Tudi ostali kraški polji, Loško in Babno polje, sta imeli najvišji vodostaj pod višino iz leta 2000. Pivka pred Postojnsko jamo je bila skoraj ves čas v svoji strugi.

Veliko padavin in njihovo hitro prenikanje v kraški masiv na območju Javornikov sta se ob predhodni nasičenosti krasa z vodo v Rakovem Škočjanu in Planinskem polju pokazali v presežku vode med pritokom in odtokom vode v kraškem vodonosniku. V Rakovem Škočjanu je bila tako dosežena rekordna višina vode 514,80 metra nadmorske višine, na Planinskem polju pa je vodna gladina dosegla 453,24 metra nadmorske višine (ARSO, 2014). Glavnina vode je na Planinsko polje pritekla iz Planinske jame, Škratovke in izvirov v Malnih. Unica, ki je pritekala iz Planinske jame, ni bila kalna, kar kaže na večji delež Raka in manjši pritok reke Pivke. Tudi vode iz Malnov in Škratovke niso bile kalne. Ta višina vodne gladine na Planinskem polju je po dostopnih podatkih (Gams, 1981) peta najvišje

zabeležena poplava na Planinskem polju (slika 7). Najvišja naj bi bila leta 1801, ko je voda dosegla približno 455,5 metra nadmorske višine.

Špekulacije o zamašitvi ponorov z raznim materialom bomo preverili v sušnem obdobju, vendar dosedanje izkušnje kažejo bolj na predhodno veliko napolnjenost kraškega vodonosnika z vodo ter hkratno hitro taljenje snega in žledu kot pa na karkoli drugega.

Kot vztrajni opazovalci dogodkov v Rakovem Škocjanu želimo, da bi Agencija Republike Slovenije za okolje obnovila že močno načete vodomerne late. Če so preveč zaposleni, pa bi člani Jamarskega društva Rakek s svojim delom, po navodilih strokovnjakov iz Agencija Republike Slovenije za okolje, tudi pripomogli k hitrejši obnovi vodomer-

nih lat.

Pravijo, da vsak rekord slej ko prej pade. Mogoče bomo videli, v bližnji prihodnosti, pasti tudi letošnji rekord Rakovega Škocjana?

Literatura:

Enciklopedija Slovenije, 1996: 10. Zv. (PT-Savn), 75-76.

Ljubljana: Mladinska knjiga.

Drole, F., 2001: Rakov Škocjan v jeseni leta 2000. *Proteus*, 63 (5): 221-223.

Gams, I., 1981: Poplave na Planinskem polju. *SAZU.*

Geografski zbornik, 20: 9-33.

Kolbezen, M., 1998: Površinski vodotoki in vodna bilanca SLO.

Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, 73.

<http://www.arso.gov.si/vode/poročila>.

Abrus precatorius L. – opozorilo tistim, ki potujejo v trope ali subtrope • Botanika

Abrus precatorius L. – opozorilo tistim, ki potujejo v trope ali subtrope

Luka Pintar

Prijatelj mi je, na mojo prošnjo, prinesel s Floride semena rastline *Abrus precatorius L.*, ki so zelo strupena. Ta semena v deželah, kjer rastlina uspeva, nizajo v rožne vence, ogrlice in drugi ceneni nakit. Zaradi svoje rdeče-črne barve so zelo privlačna. Prodaja teh izdelkov je marsikje že prepovedana (na primer v Združenih državah Amerike). Ker Slovenci veliko potujemo tudi v toplejše predele, želimo pokazati sliko teh nevarnih semen. *Abrus precatorius L.* (sodi med Fabaceae) ima več angleških imen: Rosary Pea (rožni venci), Jequirity Bean, Crab's Eyes, Francozi jo imenujejo Pois Rouge, Nemci pa Paternostererbse. Rastlina izvira iz Indije in se je od tam razširila po večini toplih

območjih. Tako so jo tudi na Florido zanesli kot okrasno rastlino. Zelo se je razširila, enako kot pri nas razni neofiti (na primer japonski dresnik). Je lesnata vzpenjalka. Listi so lihopernati, cvetovi blede purpurni, neopazni. Razvije stroke, vsak vsebuje štiri do pet rdeče-črno obarvanih semen (»fižolčkov«), velikih pet do devet milimetrov. Semena ima trdo, za vodo neprepustno ovojnico. Vsebuje skrajno nevarni celični strup lektin abrin, ki je uvrščen v stopnjo toksičnosti I A po klasifikaciji Svetovne zdravstvene organizacije. Gre pravzaprav za mešanico štirih lektinov. Visoka temperatura ga inaktivira. Abrin zavira (inhibira) sintezo ribosomskih proteinov, povzroča pa tudi hemaglutinacijo.



Semena rastline *Abrus precatorius* L. Foto: Luka Pintar.

Zgrajen je iz dveh polipeptidnih verig, povezanih z disulfidnimi vezmi. Veriga B se veže na površino celice (haptomer), veriga A inaktivira ribosomsko proteinsko biosintezo (efektomer). Kljub toksičnosti uporabljajo semena v Indiji kot afrodisijak, kontraceptik, abortivum. V kakšnih »homeopatskih« dozah ga uporabljajo za te namene, ni opisano. Seme je strupeno le, če je poškodovana njegova čvrsta ovojnica. Po podatkih iz literature zadostuje že eno seme za smrtni (letalni) izid. S Floride so poročali o dveh smrtnih primerih pri otrocih, kjer je po nesreči prišlo do uživanja (ingestije). Diagnoza je zelo težavna, ker se simptomi pojavijo po latentni periodi več ur, kot pri zastrupitvi z zeleno mušnico. Zastrupljeni dobi krvavo drisko, bruha, pojavijo se krvavitve, mrzlica, delirij, krči, koma. Smrt nastopi v treh do štirih dneh. Da je koristno poznati semena *Abrus precatoriusa*, je lepo prikazano v članku v *Journal of Medical Toxicology*

decembra leta 2010, ki opisuje uživanja teh semen v samomorilske (suicidalne) namene. Oče pacienta je prinesel v bolnišnico škatlico majhnih trdih rdečih semen. Domneval je, da jih je sin zaužil v poskusu samomora. Teh semen v bolnišnici niso poznali. Poslali so njihovo sliko, posneto s fotoaparatom v telefonu, po elektronski pošti v New York City Poison Control Center, ki je semena takoj prepoznal.

Naj dodamo, da toksične lektine vsebujejo še:

1. *Ricinus communis* (stopnja toksičnosti I A), slovensko navadni ricinus, kloščev, kloščevina, vranek, ki sodi med Euphorbiaceae in je uvrščen v najvišji razred toksičnosti I A,
2. *Phaseolus vulgaris* – navadni fižol (Fabaceae), surov je uvrščen v razred toksičnosti II do III,

3. *Robinia pseudoacacia* – navadna robinija, ki tudi sodi med Fabaceae in je uvrščena v razred toksičnosti I B,
4. *Viscum album* – bela omela, *Viscum abietis* – jelova omela, *Viscum laxum* – avstrijska omela –, vse tri sodijo v razred toksičnosti II.
5. V tropskih predelih Amerike rastejo iz družine mlečkovk (Euphorbiaceae) *Jatropha curcas*, *Jatropha gossipifolia* in *Jatropha multifida*. Vse tri vsebujejo ricinu podoben toksalbumin curcin. Zaradi uživanja semen *Jatropha curcas* so znani smrtni primeri.

Priporočilo Svetovne zdravstvene organizacije pozna štiri razrede – stopnje toksičnosti:

I A	Izjemno nevarno
I B	Zelo nevarno
II	Zmerno nevarno
III	Manj nevarno

Ta razdelitev temelji na določitvi LD₅₀ pri podganah. To je doza, ki usmrti 50 odstotkov živali v testu.

Pomladansko nebo

Mirko Kokole

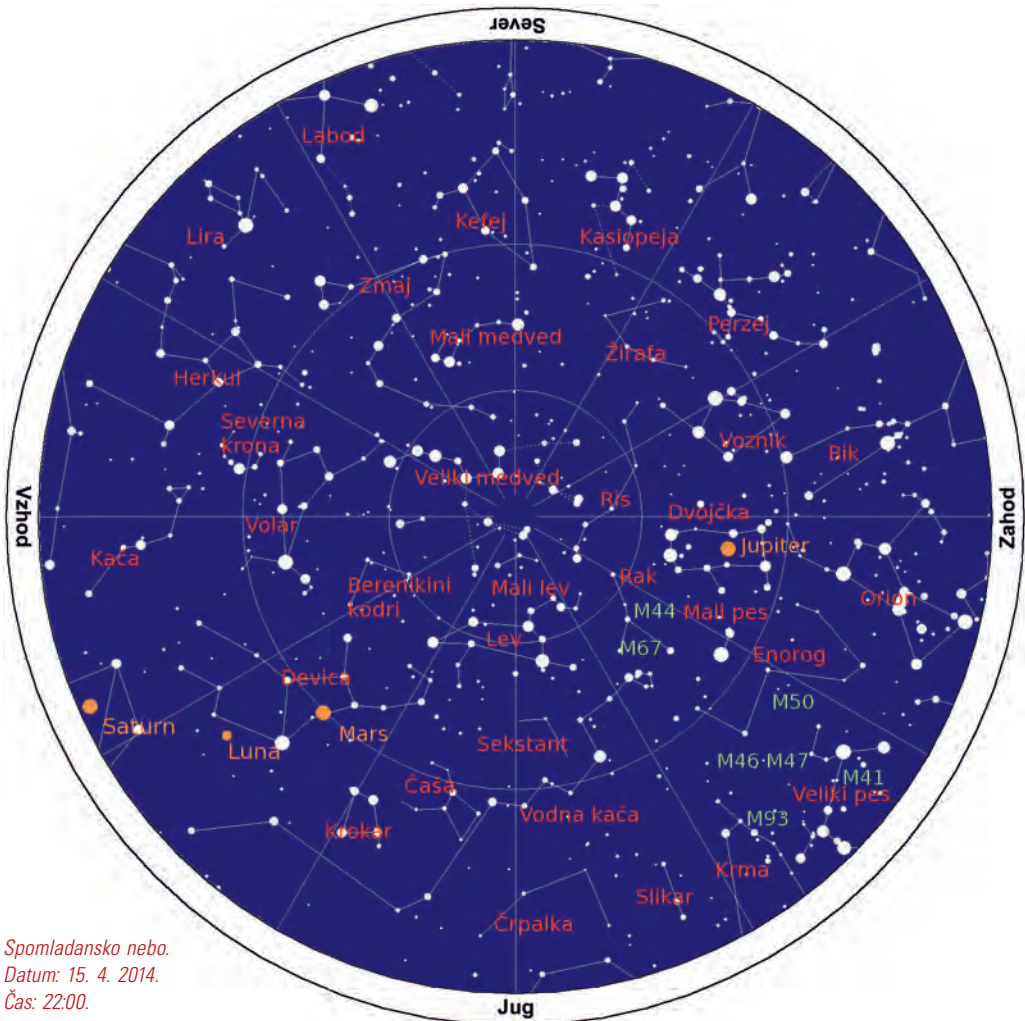
S prihodom pomladi in vedno toplejšimi nočmi se bo tudi naše zanimanje za opazovanje nočnega neba povečalo. Letos lahko v pomladanskih mesecih uživamo predvsem ob pogledu na močno sijoči Jupiter na zahodnem večernem nebu in na rdeči Mars na vzhodnem večernem nebu. Mars 8. aprila doseže opozicijo in je nekaj dni kasneje, 14. aprila, tudi najbližje Zemlji. Zato je sedaj pravi čas za njegovo opazovanje. Mars se aprila nahaja v ozvezdju Device, ki jo najdemo v večernih urah nad jugovzhodnim obzorjem. Na nebu ga ni težko prepoznati, saj ima magnitudo -1,5 in je tako svetel kot Sirij. Njegov navidezni premer bo ob maksimumu velik 15,16 ločnih sekund, kar je največ od leta 2007. Kljub razmeroma veliki navidezni velikosti potrebujemo kar velik teleskop in dobre opazovalne razmere, da na Marsu prepoznamo tudi največje površinske značilnosti.

Če nimamo dovolj velikega teleskopa, da bi lahko dobro opazovali Mars in Jupiter, se lahko v teh toplejših mesecih odločimo opazovati razsute zvezdne kopice, ki so raztresene po celotnem pasu Rimske ceste. Razsute zvezdne kopice so skupine od približno deset do sto mladih zvezd, ki se večinoma nahajajo v disku naše galaksije. Za astronome so razsute zvezdne kopice zanimive zato, ker so vse zvezde v zvezdni kopici nastale ob enakem času in so iz enakega materiala. Tako lahko preučujejo, kakšen razvoj imajo zvezde z različnimi masami, saj je to edina razlika med posameznimi zvezdami v kopici. Nekaj razsutih kopic, kot so Plejade in Hijade v ozvezdju Bika, vidimo tudi s prostim očesom. Za ostale potrebujemo daljnogled ali manjši teleskop s čim večjim vidnim poljem.

Poglejmo, katere razsute kopice lahko vidimo v pomladanskih mesecih. Začnimo

pri ozvezdju Velikega psa, ki ga vidimo le v večernih urah, saj potem kmalu zaide. Blizu zvezde Sirij, ki je najsvetlejša zvezda na nebu in je ne moremo zgrešiti, najdemo kopico M41. Ta kopica je od Sirija navidezno oddaljena 4 ločne stopinje in jo lahko ujamemo v vidno polje dobrega daljnogleda skupaj s Sirijem. Sestavlja jo približno 50 zvezd sedme magnitude, ki so porazdeljene po približno pol stopinje velikem delu neba. Če od kopice M41 potujemo s pogledom proti nadglavišču, bomo kmalu v vidno

polje ujeli dve novi razsuti kopici, M46 in M47, ki obe pripadata ozvezdju Krme. Lahko se zgodi, da bomo sprva videli le eno, ki je bistveno svetlejša. Kopico M46, ki je na vzhodu, namreč sestavlja približno 150 zvezd, najsvetlejše imajo magnitudo okoli 9, zato včasih to kopico tudi spregledamo. Zahodna kopica M47 je sicer manjša, a veliko svetlejša. Sestavlja jo približno 50 zvezd pete magnitude, ki so od nas oddaljene približno 1.500 svetlobnih let. Potujmo s pogledom sedaj proti zahodu in



Spomladansko nebo.
Datum: 15. 4. 2014.
Čas: 22:00.
Kraj: Ljubljana.

kmalu zagledamo kopico M50 v ozvezdju Enoroga. Sestavlja jo približno sto zvezd šeste magnitude, ki so porazdeljene na območju približno 16 ločnih minut. Kopica se nahaja približno na tretjini poti med Sirijem in Prokionom, najsvetlejšo zvezdo Malega psa.

Če podaljšamo pot od Sirija do Prokiona proti nadglavišču, bomo na tej poti prišli do ozvezdja Raka in ene najlepših razsutih zvezdnih kopic na našem nebu. To je kopica M44 ali Jasli oziroma Prezepe, v angleško govorečem svetu jo poznajo tudi pod imenom Čebelnjak. Sestavljena je iz 75 zvezd z magnitudami okoli 4,5, ki so porazdeljene na območju, velikem približno 80 ločnih minut, kar je približno trikratni premer pol-

ne lune. Zvezdne kopice so od nas oddaljene približno 515 svetlobnih let. Ta kopica je zares čudovita, predvsem če jo pogledamo skozi majhen teleskop z velikim vidnim poljem. Poleg kopice M44 lahko v ozvezdju Raka blizu zvezde alfa najdemo tudi kopico M67, ki je nekoliko manjša in manj svetla. Poleg do sedaj omenjenih razsutih zvezdnih kopic lahko v disku Rimske ceste najdemo tudi mnoge druge. Najbolje je, če si vzamemo več časa in počasi raziskujemo Rimsko cesto. Slej ko prej bomo naleteli na kakšno razsuto kopico. Tako kot jih je odkril slavni francoski astronom Charles Messier, ki je prvi naredil njihov katalog, ki ga še danes najbolj pogosto uporabljamo.

Table of Contents

Editorial

Tomaz Sajovic

Biotechnology

Mushrooms and the Treasure Hidden Within

Jana Erjavec

In addition to providing the opportunity to spend time in nature, mushroom foraging offers the opportunity to create true culinary delicacies. However, there is much more hiding in mushrooms than merely a range of different flavours. Mushrooms are also a source of bioactive compounds that have a positive effect on our health and well-being and have been used successfully in a number of industries. In the wild, mushrooms produce numerous substances with which they protect themselves against harmful organisms or predators, or which they use to obtain nutrients from their surroundings. Bioactive compounds found in mushrooms are divided into low-molecular-weight secondary metabolites and high-

molecular-weight compounds. Smaller active molecules include acids, triterpenoids, sterols and antibiotics, while larger comprise polysaccharides, proteins and protein complexes. The existing research has shown that the substances produced by mushrooms possess antibacterial, antifungal, antiviral, insecticidal, immunomodulatory, anticancer, anti-inflammatory and other properties.

History of medicine

Miro Košak – Pioneer of Cardiovascular Surgery in Slovenia

Aleksandar Gavrić

Professor Miro Košak was born in 1919 in Ljubljana, where he studied medicine. He continued his study in Belgrade and completed it in Zagreb in 1942. Immediately after his internship he volunteered at the Ljubljana Surgery Department and soon began specialising in surgery as one of the close associates and students of the great Slovenian surgeon, Professor Božidar Lavrič. At the end of the 1950s, Prof.

Košak focused on cardiovascular surgery and in 1961 became the first head of the Cardiovascular Surgery in Ljubljana. In the same year he became Assistant at the Faculty of Medicine of the University of Ljubljana. He served as head of the Cardiovascular Surgery until his retirement in 1987. It was thanks to him that Slovenian surgeons kept pace with the contemporary achievements and innovations in cardiovascular surgery. Thus, Slovenian patients had access to the most current methods of treatment of cardiovascular diseases. Patients came from all over former Yugoslavia to be treated at the Ljubljana Medical Centre. With his work, Professor Košak placed Slovenia on the world map of cardiovascular surgery.

Crystallography

Classification of Crystals According to their Shape (Part 4)

Mirjan Žorž

In the first two parts we described symmetry properties of one- and two-fold minerals that each represent a little less than a third of all known minerals and only a quarter of all symmetries ranging between 1- and 6-fold. Having looked at 3-fold minerals in part three we now take a look into the four-fold and cubic four-fold minerals.

Physics

Centenary of the Franck-Hertz Experiment

Janez Strnad

It was a hundred years ago that James Franck and Gustav Hertz reported on their famous experiment. For their “discovery of laws governing the impact of an electron upon an atom” they were awarded the Nobel Prize in Physics 1925.

Karstology

Rakov Škocjan and Planinsko polje 2014

Franjo Drole

Between 31 January and 16 March this year the karst valley of Rakov Škocjan, in the plain along the northern foothills

of Javorniki measuring some 1.25 square kilometres (*Encyclopedia of Slovenia*, 1996), showed its previously unknown, or simply long-forgotten, nature. The abundance of precipitation in the form of snow, sleet and rain had left a profound mark on the valley previously known to so many visitors as nothing but idyllic. Members of the Rakek Speleological Society have been observing the developments in Rakov Škocjan for several decades and this year’s events caught us by surprise as well. At the beginning of February, a large part of central Slovenia was severely affected by sleet, in the period after the area of the Javorniki range had received a large amount of rain – about 350 litres per square kilometre. With the karst already full of water in the underground, meteorologists and hydrologists had predicted a high likelihood of flooding of the large karst poljes in the hinterland of the Ljubljana. Their predictions came true first and foremost in Rakov Škocjan and on Planinsko polje.

Botany

Abrus precatorius L. – Warning to Travellers venturing into the Tropics or Subtropics

Luka Pintar

At my request, a friend brought to me from Florida the seeds of *Abrus precatorius* L., a plant with very toxic seeds. These seeds are used as beads, made into rosaries, necklaces and other inexpensive jewellery as they are very attractive with their distinctive red and black colour. Trade with these items is now prohibited in many countries (e.g. the USA). And as Slovenians are known as keen travellers into the warmer regions of the world, we think it only right to show them what these dangerous seeds look like.

Our sky

The Sky in Spring

Mirko Kokole

Table of Contents

Provansa

21. junij – 28. junij 2014

Ogled največje soteske v Evropi Verdon, Regionalnega parka Luberon s sotesko Regalon in nahajališča okre v vasi Roussilon, obisk muzeja entomologa Jeana Henrija Fabra, mesteca Vaison-La-Romain, čudovite kraške jame Aven d'Orgnac, potepanje po Regionalnem parku Camargue in spoznavanje geoloških posebnosti planote Saint Baume.





■ Biotehnologija

Gobe in zaklad, ki se skriva v njih

Gobe so vir biološko aktivnih snovi, ki pozitivno vplivajo na naše zdravje in počutje ter jih že uspešno uporabljajo v različnih industrijskih panogah. Gobe v naravi izdelujejo številne snovi, s katerimi se branijo pred škodljivimi organizmi, plenilci ali pa z njihovo pomočjo pridobivajo hranilne snovi iz okolice. Dosedanje raziskave kažejo, da imajo učinkovine iz gob protibakterijske, protiglivične, protivirusne, insekticidne, imunomodulacijske, protitumorske, protivnetne in druge lastnosti.



■ Zgodovina medicine

Miro Košak – utemeljitelj srčno-žilne kirurgije v Sloveniji

Profesor Miro Košak je bil utemeljitelj srčno-žilne kirurgije v Sloveniji. Po njegovi zaslugi so se najnovejši svetovni dosežki s področja srčno-žilne kirurgije sproti vpeljevali v slovenski prostor. Domači bolniki so imeli tako na voljo najsodobnejše načine zdravljenja srčno-žilnih bolezni. V ljubljanskem kliničnem centru so se zdravili tudi mnogi bolniki iz drugih republik nekdanje Jugoslavije. Profesor Košak je s svojim delom postavil Slovenijo na zemljevid svetovne srčno-žilne kirurgije.



■ Fizika

Stoletnica Franck-Hertzevega poskusa

Pred sto leti sta James Franck in Gustav Hertz poročala o znamenitem poskusu. Za »odkritje zakonov, ki urejajo trk elektrona z atomom«, sta leta 1925 dobila Nobelovo nagrado iz fizike.



■ Krasoslovje

Rakov Škocjan in Planinsko polje 2014

V dneh od 31. januarja do 16. marca letos je kraška dolina Rakov Škocjan v uravnavi ob severnem vznožju Javornikov, s površino približno 1,25 kvadratnih kilometrov, pokazala svoj do sedaj neznan ali pa močno pozabljeni obraz. Obilne padavine v obliki snega, žleda in dežja so dobro spremenili do sedaj znano idilično dolino, kot jo poznajo obiskovalci. V začetku februarja je velik del osrednje Slovenije močno prizadel žled, in to po obdobju, ko je na območju Javornikov padla že večja količina dežja. Ker je bil kras v podzemlju že poln vode, so meteorologi in hidrologi po hitri otoplitvi opozarjali na veliko možnost poplavljanja večjih kraških polj v zaledju Ljubljanice. Njihove napovedi so se uresničile predvsem v Rakovem Škocjanu in na Planinskem polju.

ISSN 0033-1805

