

PROTEUS



september 2015, 1/78. letnik
cena v redni prodaji 5,50 EUR
naročniki 4,50 EUR
upolnožene 3,70 EUR
dijaki in študenti 3,50 EUR
www.proteus.si



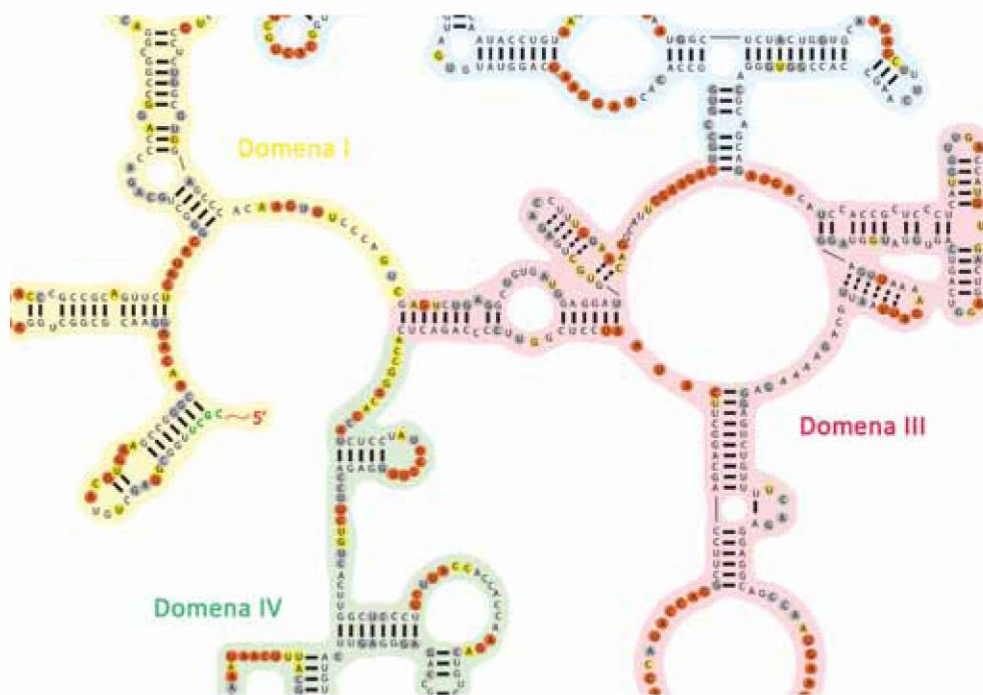
mesečnik za poljudno naravoslovje

■
Molekularna biologija
Nov pogled na raka: vloga dolgih
nekodirajočih molekul RNA

■
Medicina
Malaria

■
Fizika
Interferometri

■
Naše nebo
Osupljivi Pluton



■ stran 6

Molekularna biologija

Nov pogled na raka: vloga dolgih nekodirajočih molekul RNA

Ana Grom, Maja Kostanjevec, Mirjana Malnar, Rok Razpotnik

Osrednja dogma molekularne biologije trdi, da je genetska informacija shranjena v genih, ki zapisujejo aminokislinsko zaporedje proteinov. Proteine predstavlja kot glavne izvrševalce celičnih funkcij ter molekule RNA zgolj kot vmesni člen med nukleotidnim zapisom DNA in aminokislinskim zapisom proteina. Tako se je na nekodirajoče molekule RNA še nedavno gledalo kot na nefunkcionalni produkt genoma. To misel so ob odkritju številnih vlog nekodirajočih molekul RNA kasneje opustili. Nekodirajoče molekule RNA tako v zadnjem času prihajajo vedno bolj v ospredje znanstvenega zanimanja, med njimi še posebej molekule miRNA in lncRNA, ki imajo pomembno vlogo pri uravnavanju različnih celičnih procesov. Njihovo izražanje je spremenjeno pri več vrstah bolezni, največ raziskav pa je narejenih prav na področju rakavih obolenj. Do pred desetimi leti so bile raziskave na področju nekodirajočih molekul RNA potisnjene v ozadje, saj so se te na področju raka osredotočale predvsem na gene, ki kodirajo proteine, in njihove spremembe. Izkoriščanje edinstvenih lastnosti molekul lncRNA, med drugim tkivne specifičnosti in enostavnega načina ugotavljanja, bi omogočilo natančno diagnozo in zdravljenje bolezni. Poudariti je treba, da je bil do sedaj odkrit in ugotovljen le majhen delež molekul lncRNA, od katerih je mehanizem delovanja znan le pri peščici. Velika neraziskanost področja nekodirajočih molekul RNA tako predstavlja številne možnosti za nova odkritja, ki bi obetala boljše razumevanje njihovega delovanja pri razvoju in nastanku raka.



15



24



34

- | | | | |
|----|--|----|---|
| 4 | Uvodnik
<i>Tomaž Sajovic</i> | 36 | Fizika
<i>Interferometri</i>
<i>Janez Strnad</i> |
| 6 | Molekularna biologija
<i>Nov pogled na raka: vloga dolgih
nekodirajočih molekul RNA</i>
<i>Ana Grom, Maja Kostanjevec, Mirjana
Malnar, Rok Razpotnik</i> | 41 | Nove knjige
<i>Nada Praprotnik: Rastlinstvo na stezah
ovčarja Marka</i>
<i>Jože Bavcon</i> |
| 15 | Medicina
<i>Malaria</i>
<i>Nina Jerala</i> | 43 | Naše nebo
<i>Osupljivi Pluton</i>
<i>Mirko Kokole</i> |
| 24 | Botanika
<i>Venerini laski (<i>Adiantum capillus-veneris</i>
L.) v Posočju (drugi del)</i>
<i>Daniel Rojšek</i> | 46 | Društvene vesti
<i>Program ekskurzij Prirodoslovnega
društva Slovenije za leto 2015/2016</i>
<i>Janja Benedik</i> |
| 34 | Botanika
<i>Navadna splavka (<i>Limodorum abortivum</i>)
tudi v Idrijskem hribovju</i>
<i>Tinka Gantar</i> | 47 | Table of Contents |

gnati konja z bičem«. V uradnih poročilih o jedrskih poskusih, ki jih javno objavlja ameriško ministrstvo za energijo, sta namreč tudi jedrski bombardiranj Hirošime in Nagasakija bili uvrščeni med »poskuse«, in sicer kot drugi in tretji, prvi je bil tisti, ki so ga izvedli 16. julija leta 1945 v oporišču Alamogordo v Novi Mehiki. Zelo pomenljivo je, da so se za bombardiranje odločili predvsem politiki, visoki državni uradniki in znanstveniki iz projekta Manhattan (Enrico Fermi, Arthur H. Compton, Ernest O. Lawrence in J. Robert Oppenheimer), in to brez večjih etičnih pomislekov. Najvidnejši admirali in generali (Chester W. Nimitz, Douglas MacArthur, Dwight D. Eisenhower in drugi), ki jih nihče ni nič vprašal, se z odločitvijo niso strinjali. Prepričani so namreč bili, da za jedrski bombardiranje ni bilo nobenih vojaških razlogov, saj je Japonska bila praktično že poražena. Za naše razpravljanje je posebej pomembna izjava admirala Williama »Bulla« Halseyja, da »je bila prva atomska bomba nepotreben eksperiment. [...] Bila je napaka, da so jo sploh uporabili. [...] [znanstveniki] so imeli to igrarico in želeli so jo preizkusiti, zato so jo pač uporabili ...« (Gar Alperovitz: *Vojna je bila dobljena pred Hirošimo – In generali, ki so vrgli bombo, so to vedeli. The Nation*, 6. avgusta 2015.) Izjava je nenavadno podobna razmišljanju nemškega socialnega psihologa, sociologa in humanističnega filozofa Ericha Fromma (1900–1980) v knjigi *Anatomija človekove uničevalnosti* (1973, v slovenskem prevodu 2013). Fromm je bil namreč prepričan, da današnje kibernetično družbo obvladuje načelo, s katerim se ni mogel sprijazniti tudi Halsey: »Neko stvar je *treba* narediti, ker je to tehnično *mogoče*. Če je mogoče ustvariti jedrsko orožje, ga je treba, pa čeprav nas bo morda vse uničilo. [...] To načelo pomeni zanikanje vseh humanističnih vrednot, a je kljub vsemu vrednota, morda celo najvišje pravilo 'tehnотronske' [tehnološko-digitalne, razlaga je moja] družbe.«

Če Halseyjevo spoznanje posplošimo in ga združimo s Frommovim, potem bi se načelo sodobne družbe moralo glasiti takole: »Če je neko stvar tehnično *mogoče* narediti, jo je *treba* tudi v resnici narediti, ko pa jo naredimo, jo *moramo* tudi uporabiti.« Delovanje tako postane neprizivno in izključujoče, etični razmislek o marsikdaj spornih predpostavkah delovanja in njegovih marsikdaj še bolj spornih posledicah pa odvečen in nepotreben. Vprašanje, ki si ga zastavljamo, je, kje naj iščemo zgodovinske izvore tako nečloveškega načela. Branje knjige *Vita activa* (1958, v slovenskem prevodu 1996), ki jo je napisala nemško-ameriška politična teoretičarka Hannah Arendt (1906–1975), nam odpira oči za presenetljiva in hkrati presunljiva spoznanja, ki se jih v tem uvodniku lahko samo na kratko dotaknemo.

Novoveška znanost se je začela, ko je Galileo Galilei (1564–1642) prvič usmeril teleskop v zvezdno nebo in ugotovil, da je Rimska cesta nekaj čisto drugega, kot se kaže golemu očesu, novoveška filozofija pa s prepričanjem francoskega filozofa in naravoslovca Renéja Descartesa (1596–1650), da je treba dvomiti o vsem. V novem veku je na mesto Platonovega in Aristotelovega čudenja nad vsem, kar je in kakor je, tako stopil dvom – predvsem in v prvi vrsti dvom o dejanskosti sami. Novoveški človek je izgubil zaupanje, da bi mu njegove čutne sposobnosti sploh lahko »povedale« kaj trdnega in gotovega o varljivi pojavnosti sveta. Zato je bil prisiljen, da je resnico sveta, tisto »pravo« dejanskost, začel »iskati« in »loviti« za varljivimi pojavi. To pa ni bilo mogoče več s kontemplativnim opazovanjem sveta, ampak le s praktičnim poseganjem vanj – z merskimi napravami, ki jih je izdelal človek sam. Posledica je shrhljiva: o univerzumu zdaj – kot piše Hannah Arendt – »ne vemo nič več kot to, da deluje na naše merske instrumente in da nam to, kar lahko preberemo z naših aparatov, o njegovih dejanskih lastnostih ne pove nič več – če rečemo z Eddingtonovo metaforo [Arthur Eddington (1882–1944) je bil angleški fizik; opomba je moja] – kot pove telefonska številka o tistem, ki se nam oglasi, potem ko jo zavrtimo, z drugimi besedami, namesto z objektivnimi lastnostmi smo soočeni z aparati, ki smo jih izdelali sami in namesto narave ali univerzuma '*srečujemo nekako vedno le same sebe*'.« Zadnjo misel v enojnih oklepajih in ležečem zapisu je izrekel nemški fizik Werner Heisenberg (1901–1976), nekoliko drugače pa jo je izrazil tudi takole: »Z načinom opazovanja je določeno, katere poteze narave bodo določene in katere bomo s svojim opazovanjem izbrisali.« Novoveški človek se je takó »odtutil od sveta«, da zdaj »lahko vé le tisto, kar je sam napravil«. »Moderna znanost« se ne ukvarja (več) »z eksperimentiranjem z naravno in dejansko danim«, njena naloga je »ustvarjati pojave in procese«, ki jih želi opazovati«. Predmet naravoslovja je tako lahko le »hipotetična« – ustvarjena – narava. Nič drugače ni razmišljal Descartes. Ko je zapisal, da je treba dvomiti o vsem, je tudi dodal, »da nihče ne more dvomiti o svojem dvomu«. Edina gotovost je torej človekova zavest sama. Vsa snovnost sveta je človekovi zavesti »dosegljiva« le v obliki popolnoma razsnovljenih zaznav o njem. *Človekova zavest lahko spozna torej le tisto, kar je v obliki zaznav 'proizvedla' sama. V njej človek* – tako kot v znanosti – *vedno sreča le sebe*, spoznavni ideal pa zato res lahko postane nesnovna, nepredmetna in nesvetna matematika.

Sodobni človek se je tako znašel v popolnoma od-tujenem in »prevrnjenem« svetu ...

Tomaž Sajovic

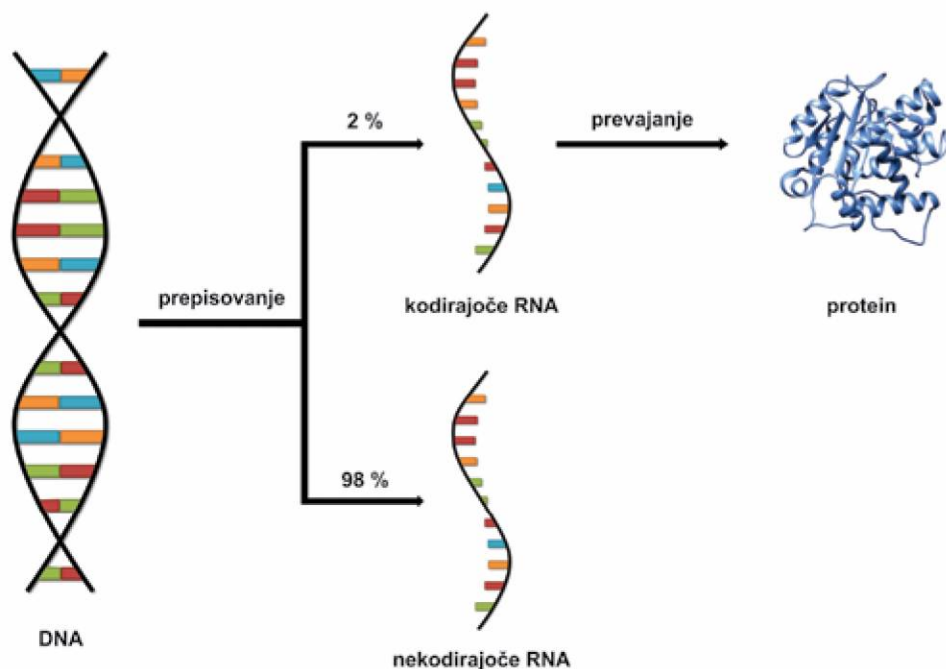
Nov pogled na raka: vloga dolgih nekodirajočih molekul RNA

Ana Grom, Maja Kostanjevec, Mirjana Malnar, Rok Razpotnik

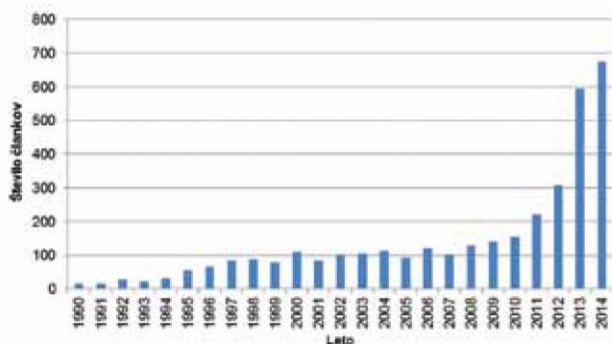
Osrednja dogma molekularne biologije trdi, da je genetska informacija shranjena v genih, ki zapisujejo aminokislinsko zaporedje proteinov. Proteine predstavlja kot glavne izvrševalce celičnih funkcij ter molekule RNA zgolj kot vmesni člen med nukleotidnim zapisom DNA in aminokislinskim zapisom proteina. Tako se je na nekodirajoče molekule RNA še nedavno gledalo kot na nefunkcionalni produkt genoma. To misel so ob odkritju številnih vlog nekodirajočih molekul RNA kasneje opustili.

Rezultati projekta ENCODE, katerega naloga je določitev funkcijskih elementov genoma, kažejo, da se prepisuje približno 70 odstotkov človeškega genoma, pri čemer se manj kot 2 odstotka prevedeta naprej v proteine. Tako torej približno 98 odstotkov prepisa predstavljajo nekodirajoče molekule RNA. Med njimi so najbolj raziskane male interferenčne molekule RNA (siRNA) ter molekule mikro RNA (miRNA). Največji delež prepisa predstavljajo dolge nekodirajoče molekule RNA (lncRNA), katerih število v človeškem transkriptomu ocenjujejo

Potek genetske informacije. Geni se lahko prepisejo v kodirajoče oziroma nekodirajoče molekule RNA, pri čemer se kodirajoče nadalje prevedejo v proteine. Približno 98 odstotkov prepisa predstavljajo nekodirajoče molekule RNA in le približno 2 odstotka prepisa se prevedeta nadalje v proteine.



na 20.000. Še vedno je ugotovljenih in raziskanih le peščica molekul lncRNA. Raziskovanje molekularnih mehanizmov molekul lncRNA je namreč težje, saj imajo te nižjo raven izražanja in so manj ohranjene v primerjavi z molekulami miRNA. Udeležnost molekul miRNA in lncRNA pri rakavih obolenjih je predmet mnogih nedavnih raziskav.



Histogram prikazuje strmo naraščanje števila objavljenih člankov o molekulah lncRNA v zadnjih 24 letih.

Molekule miRNA

Molekule mikro RNA so kratke, približno 20 nukleotidov dolge nekodirajoče molekule RNA, ki so jih odkrili leta 1993. Njihova glavna naloga je vezava na tarčne kodirajoče molekule RNA, kar onemogoči njihovo prevajanje ali pa vodi v njihovo razgradnjo. Tako proteini ne morejo nastati. Rezultati številnih raziskav so potrdili vlogo molekul miRNA v različnih procesih, ki potekajo v večceličnih organizmih. Tako uravnavajo normalne celične procese, kot so celična namnožitev, celična smrt ter metabolizem, pa tudi tvorba krvnih žil, ki je, kot vsi omenjeni procesi, še posebej pomembna pri bolezenskih procesih, ki vodijo v različna rakava obolenja.

Molekule miRNA delimo na molekule, ki zavirajo nastanek tumorjev, in onkogene molekule miRNA. Prve s svojim delovanjem na tarčne kodirajoče molekule RNA zausta-

vljajo nastanek in širjenje raka v organizmu in so v rakavih celicah zato manj izražene. Druge pa z delovanjem na tarčne kodirajoče molekule RNA spodbudijo nastanek in širjenje raka, zato so v rakavih celicah močnejše izražene. Spremenjene ravni izražanja molekul miRNA pri raku so lahko posledica sprememb pri prepisovanju zapisa za molekule miRNA iz DNA v RNA, lahko pa

pride do sprememb v delovanju proteinov in encimov, ki sodelujejo v procesu nastajanja delujočih molekul miRNA (zorenju molekul miRNA). Spremenjeno delovanje sodelujočih encimov in proteinov je pogosto tudi posledica različnih mutacij, ki so jim potrjeni. Prav tako je možno, da pride do spremenjenega delovanja molekul miRNA zaradi različnih mutacij v nezrelih oblikah molekul miRNA ali mutacij

na delih kodirajočih molekul RNA, kamor se vežejo molekule miRNA. Molekule miRNA imajo na podlagi svojih lastnosti velike možnosti kot biološki označevalci in tarče zdravljenja pri mnogih boleznih.

Molekule lncRNA

Molekule lncRNA predstavljajo zelo raznovrstno skupino molekul RNA z zelo raznolikim spektrom molekulskih in celičnih funkcij. Definiramo jih kot molekule RNA, ki so daljše od 200 nukleotidov in se ne prevedejo v proteine. Navadno obsegajo od 200 do 100.000 nukleotidov. Nahajajo se večinoma v jedru celic. Izražanje molekul lncRNA je tkivno specifično, pri čemer je njihova raven izražanja navadno precej nižja kot pri kodirajočih molekulah RNA.

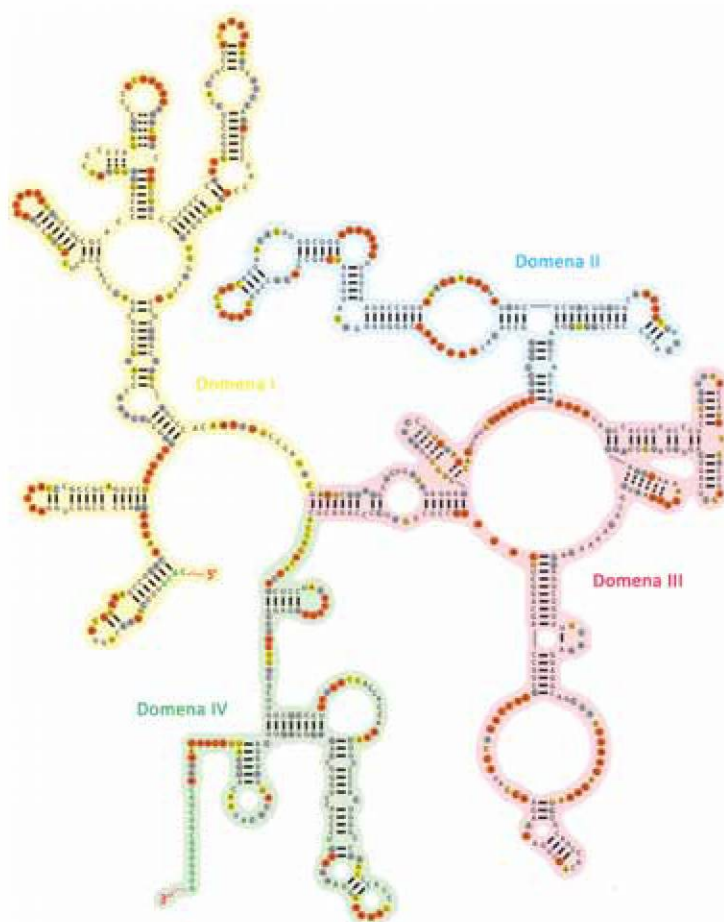
Glede na mesto v genomu molekule lncRNA delimo v pet kategorij: smerne in protismerne, ko se njihov zapis prekriva z eksonom protein kodirajočega gena na isti oziroma nasprotni verigi; dvosmerne, ko se izražanje zapisa molekule lncRNA in sosednjega gena, ki kodira protein, na nasprotni

verigi začne na bližnjem mestu v genomu; intronske, ko zapis molekule lncRNA izvira iz intronske regije gena, ki kodira protein; ter intergenske, ko zapis molekule lncRNA predstavlja samostojno enoto med genoma, ki kodirata protein.

Kar loči molekule lncRNA od malih nekodirajočih molekul RNA, je tudi njihovo termodinamsko stabilno zvitje visoko urejene sekundarne strukture, ki omogoča širši spekter in s tem večjo možnost vezave na interakcijske partnerje. Tako ima kompleksna sekundarna struktura molekul lncRNA pomembno vlogo pri njihovem delovanju. Ta skupaj s prilagodljivostjo molekul lncRNA ne omogoča le tvorbe interakcij z DNA in

RNA, temveč tudi interakcije s proteini. Tako lahko molekule lncRNA vodijo proteine do specifičnih zaporedij na DNA oziroma RNA.

Stopnja kompleksnosti organizma se dobro ujema z relativnim deležem genoma, ki se prepiše v nekodirajoče molekule RNA. Molekule lncRNA zaznamuje majhna ohranjenost zaporedja, kar nakazuje na njihovo hitro in nedavno evolucijsko spremembo. Ob evolucijskem pritisku so te molekule bolj prilagodljive in dovzetne za spremembo nukleotidnega zaporedja kot kodirajoče molekule RNA, ki se prevedejo v proteine. Kljub manjši ohranjenosti zaporedja se je v evoluciji ohranilo njihovo mesto v genomu



Primer kompleksne sekundarne strukture molekule lncRNA, ki je sestavljena iz štirih domen in vsebuje različne elemente sekundarne strukture, kot so stebila in zanke. Prirejeno po Novikovi, I., in sodelavcih, 2012: Nucleic Acids Research.

glede na sosednje gene. Vse to kaže na pomembno vlogo molekul lncRNA pri evoluciji evkariontov.

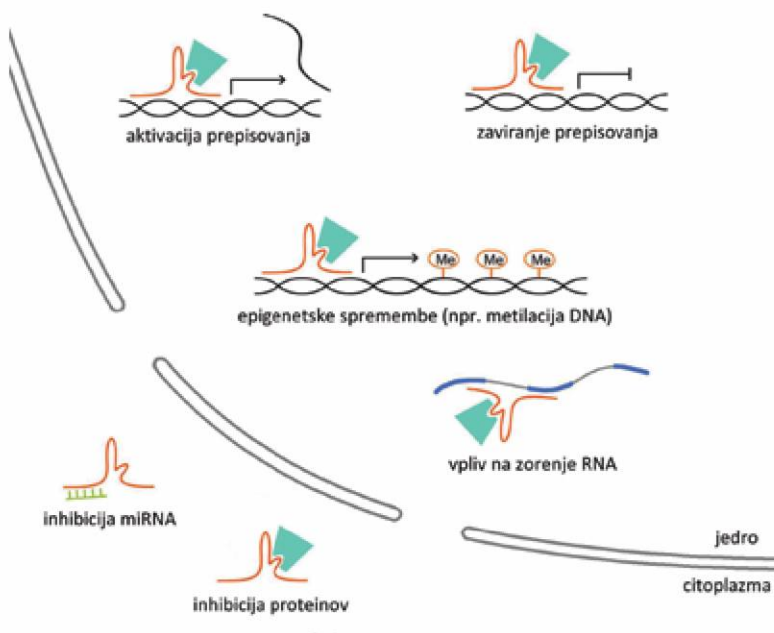
Vloga molekul lncRNA

Molekule lncRNA s svojimi raznovrstnimi funkcijami vplivajo na številne celične procese, kot so celični cikel, preživetje, gibljivost in metabolizem. Poleg tkivno in razvojno specifičnega izražanja imajo tudi specifični vzorec izražanja pri številnih boleznih. Udeležene so predvsem pri raku ter srčno-žilnih in živčnodegenerativnih boleznih. V splošnem lahko uravnavajo izražanje genov, vplivajo na umeščanje proteinov in so pomembne pri nastajanju celičnih podstruktur ter proteinskih kompleksov. Na izražanje genov vplivajo na več ravneh, tako posredno

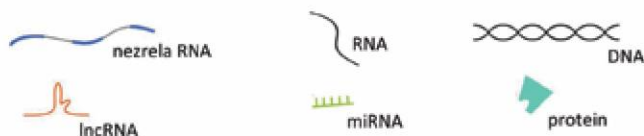
preko uravnavanja epigenetskih sprememb, kot so preurejanje kromatina, spremembe histonov in metilacija DNA, kot tudi neposredno na prepisovanje in zorenje molekul RNA. Sodelujejo pri aktivaciji in zaviranju prepisovanja, pri čemer uravnavajo tako genomsko bližnje kot genomsko oddaljene gene. Molekule lncRNA lahko z vezavo zavirajo (inhibirajo) proteine in molekule miRNA.

Molekule lncRNA in rak

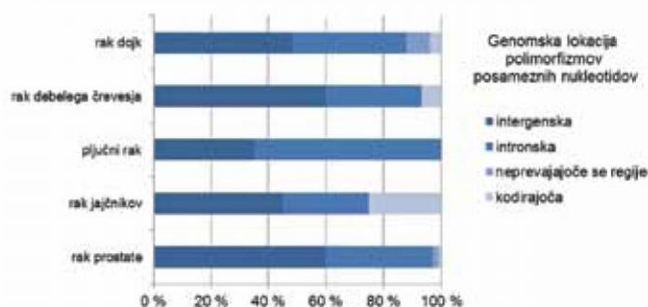
Dednost je pomembna pri nastanku in razvoju raka. Med drugim se dedujejo polimorfizmi posameznih nukleotidov na določenem mestu genoma in so del genetske raznolikosti med posamezniki. Le 3,3 odstotka do sedaj ugotovljenih polimorfizmov



Legenda:



*Shematski prikaz
raznolikih funkcij
molekul lncRNA v jedru
in citoplazmi celice.*



Prikaz porazdelitev polimorfizmov posameznih nukleotidov v genomu pri različnih vrstah raka.

posameznih nukleotidov spremeni amino-kislinsko zaporedje proteinov. Večina se jih nahaja v intronih (40 odstotkov) in intergenskih regijah (44 odstotkov), kjer znaten delež teh predstavljajo zapisi za molekule lncRNA. Nekateri takšni polimorfizmi so povezani z večjo dovzetnostjo za nastanek raka.

V preteklih letih so izvedli več obsežnih raziskav, ki so primerjale raven izražanja nekaterih molekul lncRNA v rakavih in nerakavih tkivih. Ugotovili so različen vzorec in raven izražanja molekul lncRNA v človeških tumorjih, kjer lahko zavirajo nastanek tumorja ali pa spodbudijo njegov nastanek. Onkogeno delujejo molekule lncRNA, ki se v tumorjih povišano izražajo in pospešujejo napredovanje raka, izražanje molekul lncR-

NA, ki zavirajo nastanek tumorja, pa je pri raku znižano in s tem sta možna razvoj in napredovanje raka. Slednje pomeni, da njihova prisotnost v normalnem delovanju organizma preprečuje nastanek in/ali razvoj rakavega obolenja. Pomembno vlogo imajo pri vseh glavnih značilnostih raka, kot sta jih zapisala Hanahan in Weinberg leta 2000. Tabela prikazuje nekatere molekule lncRNA, ki imajo pomembno vlogo pri raku.

Primeri nekaterih dereguliranih molekul lncRNA pri različnih vrstah raka, podani z molekularnim mehanizmom delovanja ter spremembo ravni izražanja v tumorju.

Značilnost raka	Vzdrževanje signaliziranja za celično delitev	Izogibanje rastnim zaviralcem	Neomejena zmogljivost delitev	Zmožnost invazije in metastaze	Tvorba krevnih žil	Izogibanje celični smrti	Genomska nestabilnost
<i>Primer deregulirane lncRNA</i>	SRA	ANRIL	TERRA	HOTAIR	αHIF	PANDA	PCAT-1
<i>Mehanizem delovanja</i>	koaktivacija steroidnih receptorjev	zaviranje izražanja zaviralcev od ciklina odvisnih kinaz	inhibicija telomerase	zaviranje izražanja supresorskih genov metastaze	negativna regulacija prepisa transkripcijskega faktorja HIF1α	zaviranje izražanja proapoptot- skih genov	negativna regulacija prepisa gena BRCA2, ki zavira nastanek raka
<i>Raven izražanja</i>	povišana	povišana	znižana	povišana	povišana	povišana	povišana
<i>Ugotovljena vrsta raka</i>	rak dojke, rak jajčnikov	rak prostate, levkemija	pljučni rak, rak materničnega vratu, rak dojke ...	pljučni rak, rak dojke, rak debelega črevesja ...	rak dojke	duktalni karcinom	rak prostate

Molekule lncRNA kot biološki označevalci

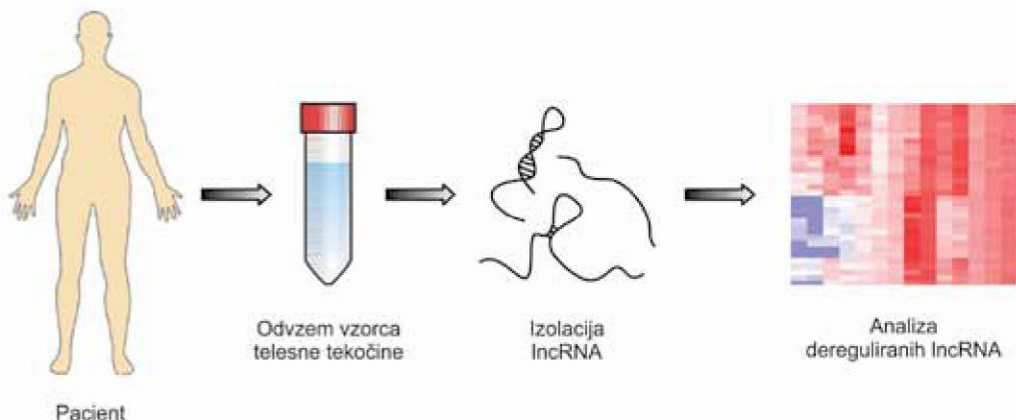
Zdravljenje raka ni dovolj uspešno zaradi premalo specifičnega ciljanja rakavih celic (brez vplivanja na normalne funkcije tkiv), premalo specifične dostave protitumorskih učinkovin ter težavnega ugotavljanja vrste raka. Pri tem bi lahko pomembno vlogo imele tudi molekule lncRNA, ki predstavljajo možne diagnostične, prognostične in napovedovalne označevalce, pa tudi specifične terapevtske tarče.

Večino bioloških označevalcev pri raku trenutno predstavljajo geni, ki kodirajo proteine, njihovi prepisi ali sami proteini, v ospredje pa vedno bolj prihajajo tudi nekodirajoče regije genoma. Prednost uporabe molekul lncRNA za diagnostične namene je predvsem ta, da njihova raven izražanja neposredno predstavlja količino aktivnih molekul, medtem ko je pri kodirajočih molekulah RNA to le posredno. Izražanje molekul lncRNA kaže tkivno specifični vzorec, ki je različen od molekul miRNA in kodirajočih molekul RNA, poleg tega pa so tudi bolj celično specifične. Dokazali so, da so molekule lncRNA deregulirane pri številnih vrstah raka, pri čemer so nekatere

že povezali s točno določeno vrsto, kar jim daje potencial za označevalce pri diagnozi in prognozi raka. Nekatere molekule lncRNA imajo tudi to lastnost, da jih najdemo v človeških tekočinah, kot sta krvni serum in urin, kar pomeni, da lahko njihov vzorec dobimo po neinvazivni poti, ki je za paciente prijetnejša.

Visoko specifično izražanje in enostavno zaznavanje molekul lncRNA torej omogočata uporabo vzorcev izražanja molekul lncRNA pri klasifikaciji bolezni, zaradi česar se na tem področju trenutno še veliko raziskuje, kljub temu pa so molekule lncRNA v klinični medicini že začeli uporabljati. Progenisa PCA3 je prvi odobreni diagnostični test za določanje ravni molekul lncRNA PCA3. Ta se je pokazal za veliko bolj občutljivo in specifično metodo za diagnosticiranje raka prostate v primerjavi z merjenjem ravni široko uporabljanega proteina PSA (protein, značilen za prostato). Raven izražanja PCA3 v primerjavi z normalnim tkivom prostate se namreč poveča do 66-krat tako v primarnih rakavih tkivih kot v metastazah, medtem ko se raven izražanja PSA v rakavem tkivu poveča do 10-krat. Test hkrati omogo-

Shema postopka uporabe molekul lncRNA kot bioloških označevalcev za diagnozo vrste raka. Pacientu najprej odvzamemo vzorec telesne tekočine (kri, urin ...), iz katerega z uporabo različnih metod izolirajo molekule lncRNA. Te nato analizirajo z mikromrežami (na sliki), RNA-sekvenciranjem ali kvantitativnim PCR-jem v realnem času. Rezultati nam povedo, katere molekule lncRNA imajo višjo ali nižjo raven od običajne, iz česar lahko sklepamo na vrsto raka.

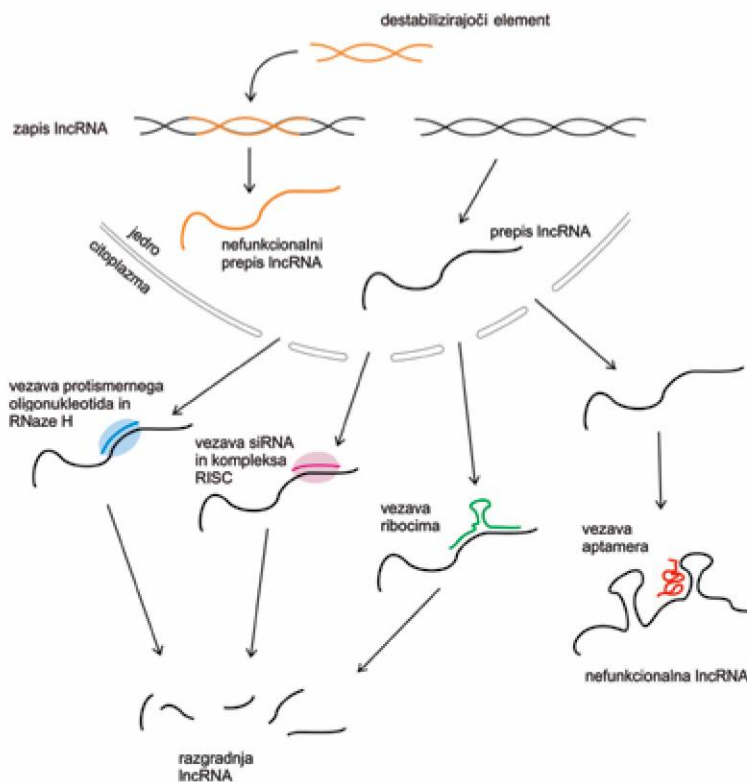


ča rutinsko določanje ravni označevalca v vzorcih urina namesto nepotrebne biopsije. Kljub novemu zanimanju za uporabo molekul lncRNA pri ugotavljanju bolezni pa je ta še nekoliko omejena zaradi nezadostnega znanja o njihovi biologiji.

Zdravljenje na podlagi molekul lncRNA

Ena od lastnosti, zaradi katerih so molekule lncRNA ustrezne tarče za zdravljenje, je specifično izražanje posameznih molekul lncRNA v rakavih celicah, kar omogoča razvoj zdravil, ki ne bodo toksična za zdrave celice. Njihova velika prednost v vlogi terapevtikov je tudi v tem, da nekatere lahko vežejo več molekul miRNA in tako uravnavajo njihovo raven v celici. Posamezne molekule miRNA lahko uravnavajo do tisoč genov naenkrat, torej lahko molekule

lncRNA z vezavo več molekul miRNA delujejo na tisoče genov hkrati. Do sedaj so se pokazale kot uspešne tarče za zdravljenje na živalskih modelih, nekateri terapevtiki pa so prišli tudi do druge faze kliničnih raziskav. Glede na povišano ali znižano izražanje molekul lncRNA v rakavem tkivu lahko uporabimo različne strategije za zdravljenje. V primeru prevelikega delovanja oziroma izražanja posameznih molekul lncRNA v bolezenskem stanju (na primer onkogene molekule lncRNA) lahko uporabimo zdravila, ki se bodo vezala na tarčne molekule lncRNA in znižala njihovo izražanje oziroma preprečila delovanje. Izražanje posameznih molekul lncRNA pa je v celici lahko znižano (na primer molekule lncRNA, ki zavirajo nastanek tumorja), zato jih želimo nadomestiti z eksogenimi produkti. Do



Prikaz različnih mehanizmov delovanja na molekulo lncRNA, ki kažejo potencial za terapevtsko uporabo. Predlagani terapevtiki lahko delujejo na zapis molekule lncRNA v jedru, pri čemer povzročijo nepravilno prepisovanje molekule lncRNA. V primeru, da se molekula lncRNA pravilno prepiše, pa ta izstopi iz jedra čez jedrne pore v citoplazmo. Na molekulo lncRNA v citoplazmi delujejo različni terapevtiki, kot so molekula siRNA, protismerne oligonukleotidi, ribocimi in aptameri.

sedaj so predlagali različne mehanizme, ki lahko delujejo na zapis DNA za določeno molekulo lncRNA, prepisano nezvito molekulo lncRNA ali sekundarno strukturo zvitke molekule lncRNA.

V prvem primeru lahko v zapis na ravni DNA vključimo destabilizirajoče elemente, ki povzročijo, da se RNA ne prepiše pravilno in je zato tudi njeno delovanje onemogočeno. Delovanje pravilno prepisanih molekul lncRNA pa lahko onemogočimo z molekulami, ki vsebujejo nukleotidno zaporedje, komplementarno tarčnemu zaporedju na določeni molekuli lncRNA. Tako se te molekule lahko vežejo na tarčno molekulo lncRNA in preprečijo njeno delovanje ali pa povzročijo razgradnjo.

Primer so male interferenčne molekule RNA (siRNA), ki se z zaporedjem, dolgim približno 20 nukleotidov, vežejo na določeno molekulo lncRNA, hkrati pa vežejo tudi multiproteinski kompleks RISC (angleško *RNA-induced silencing complex*). Tako do tarčnega zaporedja privedejo multiproteinski kompleks, ki to zaporedje razgradi.

Nadalje lahko molekulo lncRNA uravnavamo s protismernimi oligonukleotidi. Protismerni oligonukleotidi so sintetično pripravljene molekule RNA ali DNA, dolge od 8 do 50 nukleotidov in komplementarne zaporedju na tarčni molekuli lncRNA. Z vezavo na tarčno molekulo lncRNA lahko preprečijo vezavo določene molekule miRNA, torej delujejo kot sterična ovira. Lahko pa povzročijo razgradnjo vezane molekule lncRNA, saj kompleks RNA in vezanega oligonukleotida prepozna ribonukleaza H – encim, ki razgradi vezano molekulo lncRNA. Prav tako lahko za razgradnjo tarčne molekule lncRNA uporabimo ribocime. Ribocimi so katalitične molekule RNA, ki se z dvema zaporedjima, ločenima z zanko, vežejo na komplementarni tarčni zaporedji na molekulo lncRNA in katalizirajo njeno cepitev.

Omenjeni terapevtiki niso zelo obstojni po vnosu v pacienta. Preden pridejo do tarčnih

celic, jih lahko razgradijo nukleaze – encimi, ki cepijo nukleinske kisline in so naravno navzoče v krvi in tkivih. Da bi povečali njihovo obstojnost, so omenjene terapevtike kemijsko modificirali – pri sintezi so na nukleotidno zaporedje dodali še druge kemijske skupine. Z uvedbo kemijskih modifikacij so, poleg večje obstojnosti, dosegli večjo afiniteto terapevtikov do tarčne molekule lncRNA ter izboljšali farmakokinetične in farmakodinamične lastnosti.

Do sedaj omenjeni terapevtiki se vežejo na dostopni del verige molekule lncRNA, ki ni vključen v sekundarno strukturo. Obsežna sekundarna struktura molekule lncRNA pa lahko predstavlja tarčo za aptamere – proteinske ali polinukleotidne molekule, ki se zvijejo v terciarno strukturo in se v taki obliki vežejo na proteine ali RNA. Prednost aptamerov je enostavnost proizvodnje, prav tako pa so ugotovili, da so aptameri bolj specifični od prej opisanih terapevtikov.

Za molekule lncRNA, katerih izražanje je v obolenem tkivu znižano, je primeren pristop načrtovanje sintetičnih molekul RNA, ki tvorijo zankaste strukture in delujejo kot nadomestne molekule, ki posnemajo delovanje določenih molekul lncRNA. Ker so te posnemalne molekule lncRNA dolge molekule, ključno težavo pri njihovi sintezi in uporabi predstavlja obstojnost molekule.

V primeru spremenjenega izražanja določene molekule lncRNA, ki ni specifična za rakave celice, temveč se izraža tudi v zdravih celicah, moramo zdravila na podlagi molekule lncRNA dostaviti specifično do rakavih celic in tako preprečiti toksičnost za zdrave celice. V ta namen so bili predlagani različni dostavni sistemi, predvsem liposomi in polimerni nanodelci. To so sferične strukture z votlo sredico, v katero lahko zapakiramo zdravilo, razlikujejo pa se v gradnikih – liposomi so sestavljeni iz lipidnih molekul, polimerni nanodelci pa iz polimerov. Oba opisana dostavna sistema sta majhna (10 do 100 nanometrov), kar jima omogoča prehajanje sten žil in vstop v celice. Na površino

liposomov oziroma polimernih nanodelcev lahko vezemo protitelesa ali ligande, ki usmerijo zdravilo do specifičnih celic, saj se v tem primeru vežejo na specifične antigene ali receptorje na površini celice.

Čeprav je zdravljenje na podlagi nekodirajočih molekul RNA zelo obetajoče, bo potrebnih še veliko raziskav, da bi premagali težave, kot so obstojnost terapevtikov, specifičnost dostave in toksičnost za zdrave celice. Veliko pozornosti je usmerjene v načrtovanje dostavnih sistemov za terapevtike na podlagi molekul lncRNA, saj lahko tudi ti povzročijo toksičnost in imunski odgovor. Ne nazadnje je treba upoštevati tudi ceno razvoja določenih dostavnih sistemov.

Zaključek

V zadnjem času prihajajo v ospredje nekodirajoče molekule RNA, med njimi še posebej molekule miRNA in lncRNA, ki imajo pomembno vlogo pri uravnavanju različnih celičnih procesov. Njihovo izražanje je spremenjeno pri več vrstah bolezni, največ raziskav pa je narejenih prav na področju rakavih obolenj. Do pred desetimi leti so bile raziskave na področju nekodirajočih molekul RNA potisnjene v ozadje, saj so se te na področju raka osredotočale predvsem na gene, ki kodirajo proteine, in njihove spremembe. Izkoriščanje edinstvenih lastnosti molekul lncRNA, med drugim tkivne specifičnosti in enostavnega načina ugotavljanja, bi omogočilo natančno diagnozo in zdravljenje bolezni. Poudariti je treba, da je bil do sedaj odkrit in ugotovljen le majhen delež molekul lncRNA, od katerih je mehanizem delovanja znan le pri peščici. Velika neraziskanost področja nekodirajočih molekul RNA tako predstavlja številne možnosti za nova odkritja, ki bi obetala boljše razumevanje njihovega delovanja pri razvoju in nastanku raka.

Zahvala

Za pobudo, vse nasvete in pomoč se najlepše zahvaljujemo profesorici dr. Tamari Lah Turnšek z Nacionalnega inštituta za biologijo in Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani, ki nas je pri predmetu biokemije raka navdušila za pravo tega prispevka.

Literatura:

- Cheetham, S. W., Grubli, F., Mattick, J. S., Dinger, M. E., 2013: *Long noncoding RNAs and the genetics of cancer. British Journal of Cancer*, 108 (12): 2419-2425.
- Gutschner, T., Diederichs, S., 2012: *The hallmarks of cancer: a long non-coding RNA point of view. RNA biology*, 9 (6): 703-719.
- Hanahan, D., Weinberg, R. A., Francisco, S., 2000: *The Hallmarks of Cancer. Cell*, 100: 57-70.
- Jansson, M. D., Lund, A. H., 2012: *MicroRNA nad cancer. Molecular Oncology*, 6 (6): 590-610.
- Li, X., Wu, Z., Fu, X., Han, W., 2014: *lncRNAs: insights into their function and mechanics in underlying disorders. Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 762: 1-21.
- Li, Z., Rana, T. M., 2014: *Therapeutic targeting of microRNAs: current status and future challenges. Nature Reviews Drug Discovery*, 13 (8): 622-638.
- Novikova, I. V., Hennelly, S. P., Sanbonmatsu, K. Y., 2012: *Structural architecture of the human long non-coding RNA, steroid receptor RNA activator. Nucleic Acids Research*, 40 (11): 5034-5051.
- Qi, P., Du, X., 2013: *The long non-coding RNAs, a new cancer diagnostic and therapeutic gold mine. Modern Pathology*, 26(2): 155-165.
- Vitiello, M., Tuccoli, A., Poliseno, L., 2014: *Long non-coding RNAs in cancer: implications for personalized therapy. Cellular Oncology* [v pošiljanju].

Slovarček

- Biološki označevalci.** Molekule, ki odražajo fiziološko stanje organizma. Omogočajo lahko diagnozo vrste raka (diagnostični), ocenijo hitrost napredovanja (prognostični) ali napovejo pacientov odgovor na zdravljenje (napovedovalni).
- Eksogen.** Zunanji, ni del celice oziroma organizma.
- Ekson.** Zaporedje nukleotidov zrele molekule RNA, ki se prevede v aminokislinsko zaporedje.
- Farmakodinamika.** Veda, ki preučuje delovanje učinkovine na organizem.
- Farmakokinetika.** Veda, ki preučuje, kako organizem deluje na učinkovino.

Intron. Zaporedje nukleotidov molekule RNA, ki se ob zorenju izreže in se ne prevede v aminokislinsko zaporedje.

Kodirajoče RNA. Molekule RNA, ki se prevedejo v aminokislinsko zaporedje.

Nekodirajoče RNA. Molekule RNA, ki se ne prevedejo v aminokislinsko zaporedje.

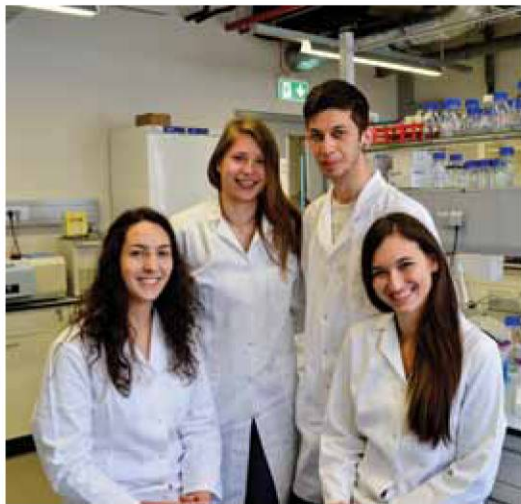
Polimorfizmi posameznih nukleotidov. Mesta na molekuli

DNA, kjer se med posamezniki pojavijo razlike v nukleotidnem zaporedju.

RNaza. Encim, ki cepi RNA.

Sekundarna struktura RNA. Struktura molekule RNA, ki poda informacijo o interakcijah med nukleotidi v zaporedju.

Transkriptom. Nabor molekul RNA, ki jih proizvede biološki sistem.



Mirjana Malnar, Ana Grom, Rok Razpotnik in Maja Kostanjevec (na sliki od leve proti desni) so diplomirani biokemiki (UN), ki svoj študij nadaljujejo na drugi stopnji magistrskega študijskega programa Biokemija na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani. Raziskovalno delo opravljajo na različnih področjih. Mirjana preučuje strukturo in vlogo proteinov pri neurodegenerativnih boleznih, Ana vpliv različnih molekul na encimsko aktivnost, Rok diagnostično in terapevtsko uporabo monoklonskih protiteles pri neurodegenerativnih boleznih, Maja pa strukturne in funkcijske vidike proteinskih interakcij. Poleg navdušenja do raziskovanja in odkrivanja sveta na molekularni ravni jih družijo tudi številne obštudijske dejavnosti ter veselje do potovanja. So nadebudni, zagnani, ambiciozni in nasmejani študentje, ki komaj čakajo prihajajoče izzive.

Malarija • Medicina

Malarija

Nina Jerala

Po izbruhu ebola v Zahodni Afriki zaježitev epidemije kaže prve uspešne rezultate, saj vse ogrožene države poročajo o manj opaženih primerih in smrtnih žrtvah. Tako se je po vsestranskem preplahu pozornost sveta ponovno obrnila proč od Zahodne Afrike, kjer se soočajo s posledicami okužbe. Poleg predvidenih posledic, kot so dolgoletne zdravstvene težave preživelih in odtujitev od nezaupljive skupnosti, ki ne verjame v njihovo popolno ozdravljenje, in nekaterih primerov potrativatske stresne motnje ob izgubi sorodnikov in prijateljev se bodo zahodnoafriške države soočale še z nepredvi-

deno posledico. Zaradi visokih stroškov in splošnega kaosa, ki jih je povzročila ebola, se javni zdravstveni sistem težko sooča s hujšo in nevarnejšo krizo, ki je v Podсахarski Afriki stalno navzoča – malarijo. Ta zahteva tisoče smrtnih žrtev vsako leto, kar je še posebej tragično, ker je bolezen sama razmeroma lahko ozdravljiva in je bila v razvitih državah celo popolnoma odstranjen, v državah v razvoju pa je še vedno eden od največjih medicinskih problemov, ki še sam povečuje revščino in bedo prebivalcev teh držav.

Malarija kot bolezen revnih

Malarija je ena od znanih predstavnic »bolezni revnih«, torej bolezni, ki so na svetu mnogo pogostejše med revnim kot med bogatejšim prebivalstvom in so pogosto povezane z oporečno vodo, nezadostno higieno, podhranjenostjo in pomanjkljivim zdravstvenim sistemom. Malarija in revščina sta tesno povezani in se vrtita v začaranem krogu: revščina in z njo povezane težave, kot so prenaseljenost, podhranjenost in nezmožnost pridobitve ustreznih zdravil, pospešujejo širjenje malarije, to pa še povečuje revščino, saj se zaradi stroškov zdravljenja, nezmožnosti bolnikov za delo in negativnega vpliva na turizem upočasnjuje gospodarski razvoj države. Nalezljive bolezni, kot so malarija, tuberkuloza in AIDS, zahtevajo kar tretjino smrtnih žrtev v državah v razvoju. Umirajo predvsem najšibkejši posamezniki v družbi, najpogostejše otroci. Medtem ko je v državah z visokim dohodkom 7 od 10 umrlih starejših od 70 let in le eden izmed 100 mrtvih otrok mlajši od 15 let, so v državah z nizkim dohodkom od 10 umrlih ljudi kar 4 otroci, mlajši od 15 let in le 2 odrasla, starejša od 70 let. Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) poroča o kar 198 milijonih okužbah z malarijo in 584.000 ocenjenih smrtnih žrtev le v letu 2013. Več kot 90 odstotkov okuženih in smrtnih žrtev beležijo v Podсахarski Afriki, večina smrtnih žrtev pa so otroci – v Afriki zaradi malarije vsako minuto umre en otrok. Ker je malarijo s primernimi sredstvi lahko odkriti, zdraviti in celo preprečiti, je vsaka izmed teh smrti še toliko bolj nepotrebna. Kasneje po italijanski besedi za »slab zrak« poimenovana bolezen (mal aria) je bila prvič opisana že pred skoraj 5.000 leti v starih kitajskih medicinskih tekstih. Prvič so bili simptomi bolezni opisani leta 2.700 pred našim štetjem v knjigi *Nei Ching (Kanon medicine)*, ki jo je urejal cesar Huang Ti. Malarijo ali podobno bolezen naj bi poznali tudi stari Egipčani. Omemba simptomov je postala pogostejša pri starih Grkih v 4. sto-

letju pred naši štetjem in prav zaradi malarije se je hitro zmanjšalo število prebivalstva grških mestnih držav. Prvi o simptomih piše že Hipokrat, do časa Perikla pa je pisanje o tej bolezni že precej razširjeno. Bolezen so poznali tudi v Indiji, saj je opisana že v starem sanskrtskem medicinskem besedilu *Susruta*, ki ga datiramo v 6. stoletje pred našim štetjem, v njem pa je pojav simptomov prvič povezan z ugrizi žuželk, kar se je kasneje pokazalo za resnično. Tudi stari rimski pisci so se približali resnici, ko so malarijo povezovali z močvirji. Zdravljenje se je začelo razmeroma zgodaj, saj so že v 2. stoletju pred našim štetjem za lajšanje simptomov na Kitajskem uporabljali rastlino, ki so jo imenovali qinghao. Gre za rastlino, ki jo danes poznamo po latinskem imenu *Artemisia annua* (slika 1). Rastlina vsebuje aktivno sestavino artemisinin, ki jo še danes uporabljamo za zdravljenje malarije. Kasneje so se španski jezuiti ob prihodu v Novi svet seznanili še z eno rastlino, katere lubje so ameriški domorodci uporabljali za zdravljenje vročice in so jo imenovali »perujsko lubje«. Danes to rastlino poznamo po imenu kininovec (*Cinchona officinalis*), vsebuje namreč kinin, še en močan antimalarik. Paraziti pa so bili odkriti šele novembra leta 1880, ko jih je Charles Louis Alphonse Laveran (1845–1922), vojaški doktor v Argentini, opazil v krvi bolnikov, za kar je leta 1907 dobil tudi Nobelovo nagrado. Če preskočimo leta napredka, je bila malarija v Združenih državah Amerike dokončno odpravljena leta 1951, čeprav so še leta 1947 poročali o 15.000 primerih bolezni. Leta 1955 je Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) predstavila ambiciozni predlog za odpravo bolezni na svetu, ki pa ni zajemal prav območij Podсахarske Afrike, kjer je malarija najpogostejša in najbolj smrtna. Različne vrste okužbe imajo najverjetneje različne izvore, a mnogo raziskovalcev verjame, da ima vsaj v primeru parazit *Plasmodium vivax*, ki je zemljepisno najbolj razširjen, svoj izvor v Zahodni Afriki, saj



Slika 1: Artemisia annua, rastlina, iz katere so že v 2. stoletju pred našim štejem na Kitajskem pridobivali antimalarik artemisinin.

Foto: Luigi Rignanese. Vir: waww.

actaplantarum.org.

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

so genetske mutacije, ki pomagajo pri spopadanju s to boleznijo, najbolj pogoste prav v tamkajšnjih populacijah. V tradicionalni afriški medicini imajo velik vpliv vaški zdravilci, ki so »zdravili« tudi malarijo. Bolezen spremljata mrzlica in drgetanje, kar so pogosto razlagali kot napad slabih duhov, ki so se polastili telesa bolnika. Še danes ljudje v mnogih pokrajinah za pomoč pri zdravljenju vročice prosijo vaške zdravilce in čeprav se razumevanje bolezni z biološkega vidika izboljšuje, mnogi še vedno verjamejo v malarijo kot posledico zlih duhov, čarovništva, prenapornega dela, prevelike izpostavljenosti sončni svetlobi ali mrazu in prehranjevanja s preveč mastno hrano. Z boljšim razumevanjem bolezni in načina prenašanja se že izboljšuje položaj bolnikov in vse več ljudi se zanaša na učinkovitost antimalarikov, ki jih priskrbijo krajevni zdravstveni zavodi in organizacije, kot so Zdravniki brez meja. A prav v tej organizaciji opozarjajo, da je po izbruhu ebole močno moten tudi dostop do zdravil, ki preprečujejo mnogo bolj razširjeno bolezen malarijo, ki je v svoji zgodovini zahtevala že milijone smrtnih žrtev. Stroški in vsesplošna kriza po izbruhu ebole so povzročili zlom že tako šibkega zdravstvenega sistema v ogroženih afriških državah, poleg tega pa mnoge bolnike z malarijo zdra-

vstveni delavci sploh ne zdravijo več. Zacetni simptomi: vročina, glavobol in velika utrujenost, so namreč značilni tako za ebolo kot za malarijo in tako je mnogo ljudi, ki so zboleli za malarijo, v strahu pred ebolo izoliranih in se ne morejo zdraviti, če pa se že, pa so pogosto sprejeti v bolnišnico, ki je namenjena zdravljenju ebole, in se okužijo še z njo (slika 2).

Patogenost malarije

Malarija je nalezljiva bolezen, ki jo povzročajo zajedavski enoceličarji iz razreda trosovcov. Gre za praživali reda *Plasmodium*, vektor oziroma prenašalec, prek katerega se človek okuži, pa je v veliki večini primerov samica komarja mrzličarja (*Anopheles gambiae*), ki je glavni gostitelj plazmodija. S krvjo se prehranjujejo le večje samice, ki za dozorevanje svojih jajčec potrebujejo beljakovine in železo, ki jih najdemo v krvi, manjši samci pa se prehranjujejo s cvetnim nektarjem. S plazmodijem se lahko okužimo tudi z injekcijsko iglo ali prek posteljice (kongenitalna malarija), vendar je takih primerov izjemno malo. Samice komarja pa pikajo predvsem v mraku in ponoči in se prehranjujejo s krvjo vretenčarjev, na primer ljudi. Ob piku v njihovo telo sprostijo slino, ki vsebuje snovi proti bolečini in proti

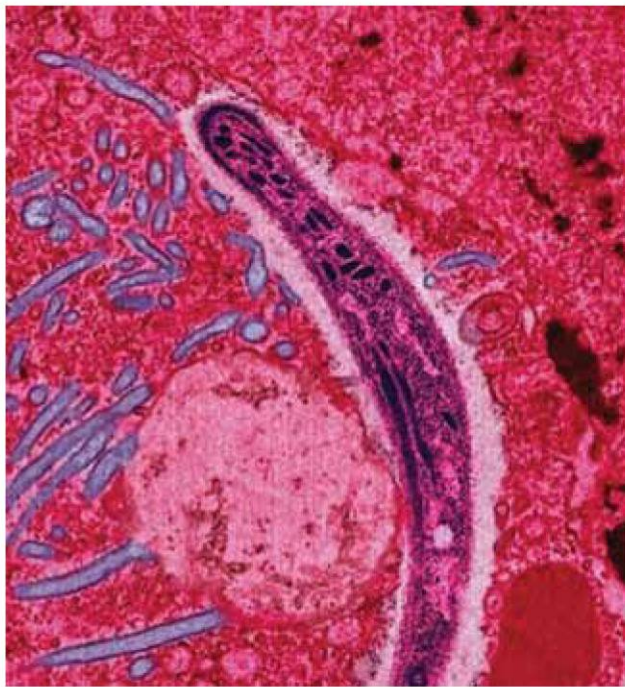


Slika 2: Območja, kjer malarija ostaja velik zdravstveni problem. Vir: WHO.

strjevanju krvi, okužene samice pa imajo v žlezah slinavkah tudi trose (sporozoite) plazmodija in jih skupaj s krvjo sprostijo v krvni obtok, ko se hranijo. Ti po krvi potujejo v gostiteljeva jetra, kjer s hitro delitvijo v hepatocitah, jetrnih celicah, ustvarijo na tisoče merozoitov, ki okužijo eritrocite (rdeče krvničke). Tu se še naprej nespolno množijo, tako da vsaka krvnička nosi od 8 do 24 kopij merozoitov. Okužene krvničke nato sinhrono počijo, kar povzroča za malarijo značilno mrzlico in drgetanje. Nekaj merozoitov se razvije tudi v gametocite, ki se kasneje ob ponovnem piku prenesejo v telo samice komarja in dozori v moške in ženske gamete v njenem prebavilu. Ko pride do oploditve, nastane mobilna zigota, ki se razvije v nov sporozoit in migrira v žuželkine žleze slinavke. Tako plazmodij dopolni spolni del svojega cikla in lahko okuži nove gostitelje (slike 3, 4 in 5).

Malarijo pri ljudeh lahko povzroči pet vrst plazmodijev. To so:

- *Plasmodium falciparum*, ki je najbolj razširjena in najbolj smrtonosna vrsta (skoraj vsak smrtni primer je primer okužbe s *P. falciparum*) in se pojavlja predvsem v Pod-saharski Afriki.
- *Plasmodium vivax*, ki je sicer druga najpogostejša, a manj življenje ogrožajoča vrsta malarije, je razširjena v Latinski Ameriki in nekaterih delih Afrike, ne pa tudi na območjih Podsaharske Afrike.
- *Plasmodium ovale*, ki združuje dve podvrsti, *P. ovale curtisi* in *P. ovale wallikeri*, se pojavlja na omejenem območju Zahodne Afrike, Filipinov, Indonezije in Papue-Nove Gvineje.
- *Plasmodium malariae*, ki se pojavlja v Posaharski Afriki, na Tihem oceanu in v porečju Amazonke, je manj nevaren kot ostale vrste plazmodija.
- *Plasmodium knowlesi*, ki se pojavlja predvsem v jugovzhodni Aziji, večinoma okuži primata, predvsem dolgorepe makake (*Macaca fascicularis*), redkeje pa človeka.



Slika 3: *Plazmodij v žlezi slinovki samice komarja mrzličarja.* Vir: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f1/Malaria.jpg>.

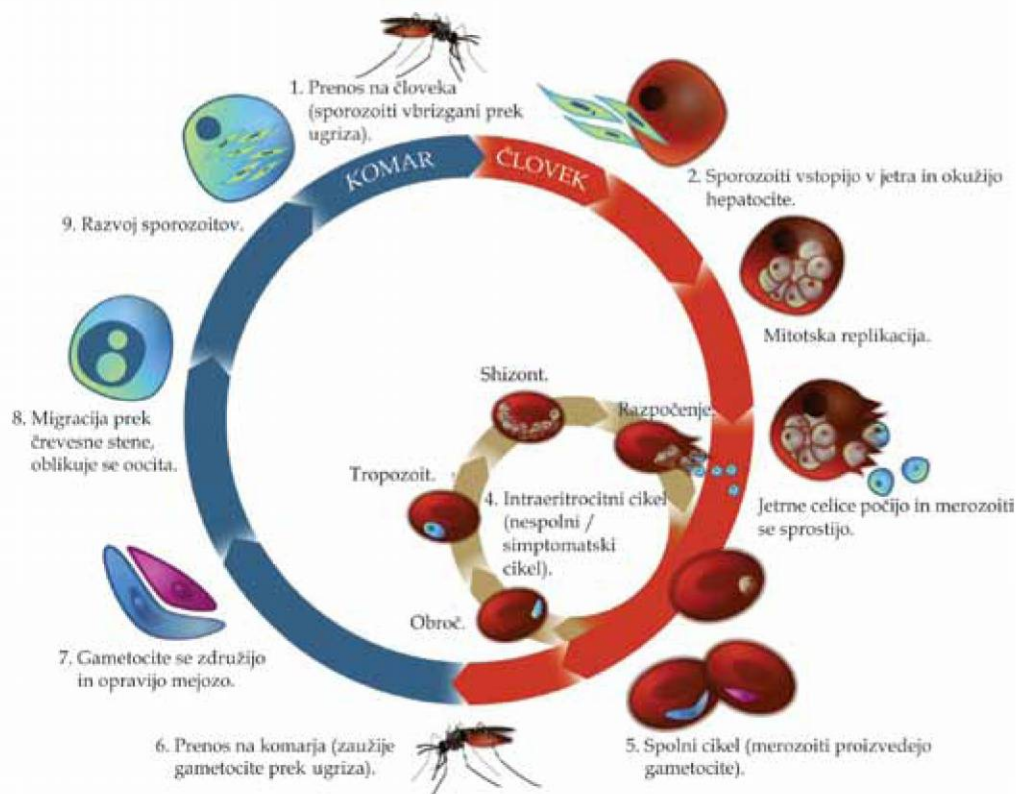


Slika 4: *Komar Anopheles gambiae, glavni gostitelj plazmodija in povzročitelj okužbe.* Vir: www.zmescience.org.

primer trzanje oči, krči in koma. Za malarijo je značilen paroksizem, nenadni napad mrzlice, ki ji sledita drgetanje in nato vročina. Glede na pogostost pojava napadov delimo okužbe na:

Simptomi se navadno začnejo med devetim in štirinajstim dnevom po piku okuženega komarja, v začetku pa spominjajo na simptome gripe. Pojavijo se lahko vročina, glavobol, bolečine v sklepih in mišicah ter bruhanje. Pri hujšem poteku bolezni se lahko pojavijo tudi anemija (slabokrvnost) zaradi hitrejšega razpada okuženih eritrocitov, zlatenica, hemoglobin v urinu, poškodbe očesne mrežnice in nevrološki simptomi, na

- malarijo kvartana, kjer si napadi sledijo vsake tri dni in jo povzroča *P. malariae*,
- malarijo terciana, kjer si napadi sledijo vsaka dva dni, povzročata pa jo *P. vivax* in *P. ovale*,
- malarijo tropica, ki povzroča vsakodnevne napade tresavice in stalno vročino in jo povzroča *P. falciparum*.



Slika 5: Življenjski cikel plazmodija. Vir: www.cddep.org.

Zadnja je najnevarnejša in ima najvišji odstotek smrtnosti, ker se pri tej okužbi poleg stalnih napadov, ki izčrpavajo organizem, lahko pojavijo tudi nekateri najbolj resni zapleti. Pogosto se pojavijo hude težave z dihanjem, pljučnica in pljučni edem, torej polnjenje pljuč z vodo, pljučni zapleti pa so še posebej pogosti pri otrocih. Pri okužbi z vrsto *P. falciparum* lahko bolniki trpijo tudi za cerebralno malarijo, ki jo spremlja motnjenje mrežnice. Pojavijo se lahko hudi glavoboli, močno povečana vranica in jetra, hemoglobinurija (izjemno visoke koncentracije hemoglobina v seču), hipoglikemija, odpoved ledvic in spontane krvavitve, ki lahko pripeljejo do stanja šoka pri bolniku. Tako vrsta *P. falciparum* kot vrsta *P. vivax* sta še posebej nevarni za noseče ženske, saj sta tesno povezani z mrtvorojenostjo, spontanim

splavom, nizko porodno težo in visoko smrtnostjo otrok.

Malaria se lahko po obdobju izboljšanja tudi ponovno pojavi, pogosto kot posledica nezadostnega zdravljenja in ker so paraziti, čeprav so bili odstranjeni iz krvi, preživeli v jetrih. Ljudje, ki so z malarijo soočeni vsak dan, proti njej lahko razvijejo delno odpornost.

Nekateri pa so že naravno odporni proti malariji. Anemija srpastih eritrocitov je dedno pogojena bolezen, pri kateri je zaradi nepravilno oblikovanega hemoglobina tudi eritrocit nepravilne srpaste oblike namesto običajne bikonkavne. Pri bolezni, ki se deduje recesivno, gre za mutacijo enega samega nukleotida, ki povzroči, da se na beta verigi hemoglobina aminokislina glutamat zamenja z valinom. Zaradi tega je hemoglo-



Slika 6: Anemija srpastih eritrocitov: celica nepravilne srpaste oblike med pravilnimi bikonkavnimi eritrociti.

Vir: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4b/1911_Sickle_Cells.jpg.

bin sposoben le slabe vezave kisika. Simptomi anemije srpastih eritrocitov zajemajo akutne in kronične zdravstvene probleme, med drugim zadihanost, resne infekcije, napade hude bolečine, povečano možnost kapi in zgodnje smrti. Pričakovana življenjska doba bolnikov je mnogo krajša od siceršnje pri ljudeh, ki so podedovali dve kopiji gena. Pri tistih, ki so podedovali en mutirani in en nemutirani alel, pa so simptomi veliko blažji. Živijo razmeroma neprizadeto življenje, poleg tega pa imajo tudi večjo odpornost proti malariji, zato je prav v predelih, kjer je malaria velika grožnja, pogosta tudi anemija srpastih eritrocitov (slika 6).

Boj z okužbo

Spopad z malarijo zajema načine preprečevanja okužbe, diagnoze in zdravljenja že okuženih bolnikov.

Okužbe najpogosteje preprečujemo tako, da ljudi zaščitimo pred piki komarjev ali pa zmanjšamo številčnost same populacije

komarjev. V preteklosti so ljudje v te namene uporabljali metode, ki so se pogosto pokazale za nevarne ali škodljive. Najbolj znan primer je gotovo insekticid DDT (diklorodifeniltrikloroetan). V času druge svetovne vojne in tudi kasneje so ga množično uporabljali za škropljenje domov in preprečevanje povečanja populacije komarjev ter za boj proti malariji in tifusu. Čeprav je bil insekticid zelo učinkovit, pa se je pokazalo, da ima zelo škodljive ekološke posledice.

V štiridesetih letih dvajsetega stoletja so ga začeli uporabljati v Združenih državah Amerike za zaščito ljudi pred komarji in za zaščito pridelka, vendar je bila že leta 1972 njegova uporaba prepovedana, saj se DDT zaradi bioakumulacije nalaga v prehranjevalni verigi in je zato skoraj iztrebil gologlavega orla, pelikana in druge vrste ptic. DDT je nevaren tudi za ljudi, saj se nalaga v tkivu, v materinem mleku in tudi v okolju, kjer se ne razgradi še desetletja. Povezan je bil s številnimi zdravstvenimi težavami, od zmanjšane plodnosti, spontanega splava in povečanega števila okvar ob rojstvu do sladkorne bolezni, raka (še zlasti na dojkah) in poškodb na razvijajočih se možganih. Njegov metabolit DDE deluje tudi kot hormonski motilec, kar pomeni, da je po zgradbi dovolj podoben naravnim hormonom, da zapelje organizme v okolju k napačnemu hormonskemu delovanju. Kljub tem pomanjkljivostim ga je zaradi velike



Slika 7: Uporaba zaščitnih mrež proti komarjem. Vir: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0a/The_use_of_long-lasting_insecticide_treated_nets_each_night_is_one_of_the_most_effective_ways_to_prevent_malaria_Vanuatu_2012_.jpg. Photo - DFAT (12779509264).

smrtnosti zaradi malarije leta 2006 Svetovna zdravstvena organizacija odobrila za uporabo v manjših količinah, a ta odločitev še vedno ostaja sporna.

Ker se primarni povzročitelj komar *Anopheles* vedno razmnožuje v močvirnatih okoljih, so začeli taka močvirja izsuševati. Toda skoraj nemogoče je napovedati, kje se bodo komarji razmnoževali, zato je stalna izsušitev vseh močvirnatih ozemelj denarno in ekološko sporna. Razmnoževanje in razvoj ličink je mogoče preprečiti tudi s kemičnimi sredstvi. V vodo močvirij je možno dodati oljnate snovi, zaradi katerih se ličinke zadušijo, ali pa toksine bakterij (na primer *Bacillus thuringiensis*), ki so zelo specifični in delujejo le na komarje in mušice. V zadnjem času vse bolj uporabljajo tudi biološke metode (odstranjevanje enega organizma z drugim, ki je njegov naravni sovražnik). V močvirja so naselili gambuzije (*Gambusia affinis*), vrsto ribe, ki se prehranjuje s komarji, pa tudi nekatere druge biološke organizme, na primer glivo *Laegenidium giganteum*, vendar pa so se te metode pokazale za neuspešne. Za najbolj uspešno metodo preprečevanja so se pokazale protimrčesne mreže, katerih uporabo trenutno najbolj spodbujajo. Ker komarji največkrat pikajo v mraku in ponoči, je priporočljivo, da ljudje spijo pod tako

mrežo, ki komarju fizično (lahko pa tudi kemično, če je mreža prepojena s človeku nenevarnimi insekticidi) prepreči stik s človekom. Svetovna zdravstvena organizacija je samo v letih od 2012 do 2014 v podсахarske afriške države uvozila 427 milijonov takih mrež, s čimer se je odstotek družin, ki imajo vsaj eno mrežo, dvignil s 5 odstotkov v letu 2004 na 67 odstotkov v letu 2013. Vendar pa ena mreža ne more zavarovati celotne družine in le 29 odstotkov družin ima dovolj mrež, da se lahko zaščitijo vsi (slika 7).

Smrt zaradi malarije lahko nastopi zaradi izčrpanosti organizma, poškodbe možganov pri cerebralni malariji ali poškodb notranjih organov. Zelo resni primeri malarije lahko povzročijo smrt že v nekaj urah ali dneh, vendar pa lahko večina ljudi pričakuje popolno ozdravitev, če so primerno zdravljeni. Popolno in primerno zdravljenje pa je večinoma omogočeno višjim družbenim slojem, ki si takšno zdravljenje lahko privoščijo, revnejšemu prebivalstvu pa največkrat pomagajo človekoljubne medicinske organizacije.

Pri okužbi z vrstami *P. vivax*, *P. ovale* in *P. malariae* bivanje v bolnici ponavadi ni potrebno, vse lažje oblike malarije pa zdravijo z oralno zaužitimi antimalariki. Naj-

bolj pogosta (več kot devetdesetodstotna) in priporočena terapija je zdravljenje ACT (Artemisinin-based Combination Therapy), ki kombinira artemisinin z drugimi anti-malariki (najpogosteje uporabljajo atovakon v kombinaciji s progvanilom, artemeter/lumefantrinom ali kininom). Tako preprečijo odpornost proti posameznim sestavinam. Hujše primere zdravimo intravenozno v bolnišnicah ali specializiranih enotah medicinske pomoči.

Ugotavljanje malarije je pogosto zapleteno, saj se simptomi lahko pokažejo v številnih različnih in nespecifičnih kombinacijah. Diagnozo večinoma potrdijo z mikroskopskim opazovanjem razmaza kaplje krvi ali pa hitrim diagnostičnim testom na podlagi antigenov (RTD). Obe metodi imata svoje pomanjkljivosti. Mikroskopija je najpogostejša metoda, vendar pa revnejši predeli pogosto nimajo primerne opreme, da bi test opravili, uspešnost testa pa je močno odvisna tudi od znanja in izkušenj preiskovalca in števila plazmodijev, navzočih v krvi. Testi na podlagi antigenov so natančnejši pri zaznavanju navzočnosti parazitov, vendar pa je njihova diagnostična občutljivost zelo odvisna od posameznega proizvajalca, poleg tega pa z njimi ni mogoče ugotoviti, koliko parazitov je navzočih.

Zato je diagnoza malarije pogosto napačno postavljena in tako se zanjo zdravijo tudi ljudje, ki niso okuženi. Prevelika poraba antimalarikov prispeva k vse večji odpornosti plazmodija, kar lahko sčasoma pripelje celo do katastrofalne zdravstvene krize, če se bo odpornost razširila na glavni antimalarik, artemisinin. Trenutno se plazmodiji s tako odpornostjo širijo po Aziji, zaznani so bili že v petih državah: Kambodži, Laosu, Mjanmaru (Burmi), Tajski in Vietnamu. Te države lahko zaradi svoje zemljepisne lege potencialno razširijo odpornost še v Indijo in Afriko. Če se bo odpornost razširila še v Afriko, lahko pričakujemo katastrofalne posledice. Ena izmed študij je predvidela povečanje smrtnih primerov na dodatnih

116.000 na leto, pa tudi visoke finančne stroške, 32 milijonov dolarjev za medicinsko oskrbo in kar 385 milijonov dolarjev izgube zaradi zmanjšane produktivnosti.

Literatura:

<http://www.doctorswithoutborders.org/our-work/medical-issues/malaria> [dostop 25. 4. 2015].

<http://www.who.int/malaria/en/> [dostop 25. 4. 2015].

<http://www.cdc.gov/malaria/index.html> [dostop 25. 4. 2015].

<http://www.malariajournal.com/> [dostop 25. 4. 2015].

<http://www.scientificamerican.com/article/ddt-use-to-combat-malaria/> [dostop 25. 4. 2015].

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2604880/> [dostop 25. 4. 2015].

<http://www.reuters.com/article/2014/12/16/us-health-myanmar-malaria-idUSKBN0JU0DK20141216> [dostop 25. 4. 2015].

Slemenjak, J., Jaklič, A., Trampuž, A., 2015: *Malarija – smrtno nevarna okužba* (online). Dostopno na http://www.obzornikzdravstvenenega.si/Celoten_clanek.aspx?ID=d8ff31a8-7cb5-4e35-8692-e48282e79555 [dostop 29. 4. 2015].

Jereb, M., in drugi, 2015: *Zdravljenje težke oblike malarije* (online). Dostopno na http://www.sz.d.si/user_files/vsebina/Zdravniki_Vestnik/vestnik/st4-3/131-137.pdf [dostop 29. 4. 2015].

<http://www.nijz.si/malarija> [dostop 29. 4. 2015].

Nina Jerla je letošnja maturantka Škofijske klasične



gimnazije v Šentvidu. Že od zgodnje mladosti jo zanimajo naravoslovne znanosti, predvsem biologija, v zadnjem času pa tudi medicina, ki si jo je izbrala za poklicno pot. V medicini jo vznemirjajo predvsem nalezljive bolezni in tropska medicina, iz česar je nastal tudi pričujoči članek. V prostem času se rada ukvarja s teoretičnim in praktičnim raziskovalnim delom in branjem.

Venerini laski (*Adiantum capillus-veneris* L.) v Posočju (drugi del)

Daniel Rojšek

V prejšnji številki *Proteusa* (str. 399-408) lahko preberete prvi del tega članka, ki prinaša uvod in poglavja o imenih laskov in zemljepisnih imenih, lastnostih in značilnostih laskov, odkritjih laskov v Posočju ter opise in lege sedmih nahajališč. Temu besedilu sledijo opisi in lege ostalih šestnajstih nahajališč ter zaključni del in pregled odkritij laskov.

Spodmol in Kapelica Na barki

V predelu, kjer je včasih čez Sočo vozil brod (Na barki), je voda pred kratkim rtom zaje-dla v desni breg približno 50 metrov dolg, do 3 metre globok in enako visok Spodmol nad gladino Ajbškega jezera. Spodmol je zajeden v zgornjekredno, debelo-zrnato apnenčevo brečo z vložki laporja ($4K_2^3$, maastrichtij, staro od 66 do 72 milijonov let). Značilne so tanke in nagubane lapornate plasti, vmes so do pol metra debeli skladi breče. Strop Spodmola in steno nad njim tvori ledenodobni konglomerat.

Na jugozahodnem koncu Spodmola se v lehnjakovem slapu odpira vhod v Kapelico z zasiganimi stenami in dnom. V njej pada s stropa močan curek mrzle studenčnice, prostora je za odraslega človeka.

Rastišče laskov je bogato, saj šteje več stotin rastlin, ki uspevajo po stenah in stropu Spodmola ter v Kapelici, kjer je le dovolj svetlobe. Laski izraščajo tako iz namočenega lehnjaka kot iz suhih sten in stropa Spodmola.

Zgornja meja: Y = 397750, X = 107639, Z = 105,5 metra do 108,0 metra; spodnja meja Spodmola (kjer je Kapelica): Y = 397712, X = 107603, Z = 105,5 metra do 108,0 metra.

Lehnjakov baldahin na desni strani Ajbškega jezera

V močno zaraščenem bregu iz iste kamnine kot pri Spodmolu in Kapelici se na bregu ob izviru odlaga lehnjak, ki je tudi poraščen s to imenitno atlantsko-mediteransko praprotjo.

Več sto laskov raste po lehnjakovem baldahinu od 105,5 do 108,0 metra nad morjem. Pri približno osem metrov dolgem poševnem baldahinu, ki štrli do meter daleč iz brega, gre dejansko za vrh lehnjakovega slapa, ki je videti kot baldahin, kajti večino lehnjaka zaliva voda umetnega jezera.

Y = 397198, X = 107439, Z = 105,5 metra do 108,0 metra.

Lehnjakov slap na levi strani Ajbškega jezera

V prepadni, približno sedem metrov visoki steni se iz zdrobljene kamnine cedi voda, ki odlaga lehnjak. Tega prerasča več sto venerinih laskov, mahovi in različne vrste trav. Okoli lehnjakovega slapa drevesa dobro uspevajo in rastišče laskov lepo zasenčijo.

Steno gradi zgornjekredna, debelo-zrnata apnenčeva breča z vložki laporja ($4K_2^3$, maastrichtij, stara od 66 do 72 milijonov let).

Besedilo, slike in zemljevid z legami laskov ob Ajbškem jezeru sem objavil v *Proteusu* (1994, 1: 19-22). Na jezeru zemljevida nisem imel, zato sem lege kasneje določil po spominu. K baldahinu na desni strani jezera sem prišel po kopnem, k temu slapu pa še ne.

Lega ni natančno določena, Z = približno 112 metrov.

Močila v Avčah

Pod približno 15 metrov visoko prepadno konglomeratno steno ledenodobne starosti, približno 180 metrov nad morjem, pronica stalna voda, ki odlaga lehnjak. Ob izviru so zgradili veliko korito. Nad njim se v loke pne močno razčlenjeni in poraščeni obok do 2,5 metra globokega, 10 metrov širokega in do 6 metrov visokega spodmola.

Iz lehnjaka in konglomerata izrašča okoli tisoč izredno bujnih venerinih laskov, ob njih se bohotijo mahovi in trave ter bršljan (*Hedera helix*). Rastišče je približno 12 metrov dolgo in dobra dva metra visoko.

Prepadno pobočje nad spodmolom je obaraščeno z grmovjem in drevjem, ki laske poleti dobro zasenči. Mokrotna tla med dovoznimi potjo k 30 metrov oddaljeni domačiji s hišno številko Avče 90 in koritom preraščajo koprive (*Urtica dioica*) in druge visoke steblike.

Vitomir Mikuletič (1970) je to bogato in lahko dostopno nahajališče laskov odkril že leta 1951, torej prvo v Posočju na ozemlju Slovenije.

Y = 398617, X = 106920, Z = približno 180 metrov.



Močila, zelo bogato nahajališče laskov v Avčah. Kot prvega v Posočju ga je leta 1951 odkril Vitomir Mikuletič.

Foto: Daniel Rojtek.



Lepota laskov, igra svetlobe in sence ter vode v Močilih.

Foto: Daniel Rojtek.

Trebež nad Lošcam

V strugi Trebeža, desnega pritoka Soče, so štiri nahajališča laskov razmeroma blizu skupaj. Med sušami je v strugi malo vode in je večinoma moč hoditi po njej, sicer pa je dostop kar težaven zaradi zelo strmega in delno prepadnega desnega pobočja, levo pa zaradi prepadnosti brez plezalne opreme ni prehodno.

Potok je ob močnem prelomu, na stiku med apnenci na desni strani - spodnjekredni, skladoviti, mikritni, ploščasti apnenec ($K_1^{2,3}$, del aptija, barremij in hauterivij, od 120 do 132,9 milijona let), mikritni in oolitni apnenec (K_1^1 , valanginij - berriasij, od 132,9 do 145 milijonov let) ter masivni apnenec s koralami in hidrozoji ($J_3^{1,2}$, spodnji kimmeridgij in oxfordij, od 152,1 do 163,5 milijona let) - in srednjepaleocenskim flišem z vložki apnenčevih breč in laporja (Pc_2 , starim od 59,2 do 61,6 milijona let) na levi strani porečja izdolbel izredno slikovito sotesko. Vodilni povirni krak je nastal ob močnem prelomu med apnenci in flišem, desni, ki je sicer bolj vodnat, pa je v apnenecih izjedel v prepadni steni izredno strma korita, kjer pada voda v številnih slapovih,

visokih od 5 do 20 metrov, ter vmesnimi skoki in tolmoni oziroma kotlami.

Največje nahajališče laskov je na približno 7 metrov visokem in spodaj približno 5 metrov širokem lehnjakovem slapu prav nasproti sotočja povirnih krakov. Laski rastejo na obeh straneh slapa, več sto rastlin uspeva v manjšem lehnjakovem spodmolu na levi strani slapa, trije šopki pa na desni.

Ostala tri nahajališča so podobna zadnjemu, kjer iz lehnjaka, ki zapolnjuje vrzeli med podornimi skalami, odganjajo šopki laskov z največ sto rastlinami.

Značilna nahajališča laskov na lehnjaku v slikovitem okolju divje soteske.

Podatke o legi tretjega in četrtega rastišča mi je posredoval Igor Dakskobler (2014), prej pa je popise objavil (2003: 44).

Lehnjakov slap:

Y = 391682, X = 102356, Z = 160 metrov;

drugo rastišče, ob njem:

Y = 391668, X = 102363, Z = 160 metrov;

tretje, malo višje:

Y = 391634, X = 102392, Z = 180 metrov;

četrto, najvišje:

Y = 391568, X = 102500, Z = 225 metrov.



*Lehnjakov slap
z laski v soteski
Trebeža. Foto: Daniel
Rajšek.*



Drugo, skromnejše nahajališče laskov v strugi Trebeza. Foto: Daniel Rojšek.

Sopet v Plaveh

Izredno slikovita, kratka dolina desnega, hudourniškega pritoka Soče je nastala ob dveh izrazitih prelomih v flišu paleocenske in eocenske starosti. Voda je izdolbla široka korita, kjer pada z več slapovi, ki so visoki od 5 do 20 metrov.

Ob spodnjem teku najdemo tri nahajališča, povezana z lehnjakom. Ta se izloča iz vode, ki izvira iz srednjepaleocenskega fliša z vložki apnenčevih breč in laporja (Pc₂, staraga od 59,2 do 61,6 milijona let).

Največje nahajališče laskov je na približno osem metrov visokem in spodaj približno

deset metrov širokem, z mahom prekritem lehnjakovem slapu nasproti porušenega mlina. Več sto dobro in skromno razvitih laskov raste po slapu.

Drugo nahajališče laskov je majhno, obraščeno z mahom in ga težko opazimo. Šteje namreč do dvajset rastlin, ki so skromno razvite.

Tretje je tik pod delno razrušenim jezom mlina. Na slikovitem, z mahom prekritim lehnjakovim slapom raste en sam šopek lepo razvitih laskov.

Topla, mokra zima 2013/2014 laskov ni zdelala, pomladansko cvetje je zacvete-



Najbolj številčno nahajališče laskov v strugi Sopeta je Katja Kogej na velikem lehnjakovem slapu odkrila kot zadnjega ob koncu januarja leta 2014.

Foto: Daniel Rojšek.



*Laski in navadni pljučnik (*Pulmonaria officinalis*) na velikem lehnjakovem slapu v Sopotu. Foto: Daniel Rojšek.*



*Drugo rastišče laskov v Sopotu težko opazimo, šteje le do dvajset skromnih rastlin. Tudi tukaj je navadni pljučnik (*Pulmonaria officinalis*) zacvetel že ob koncu januarja leta 2014.*

Foto: Daniel Rojšek.

lo že sredi januarja. Ob laskih so se med ogledom bohotile trobentice (*Primula vulgaris*), navadni pljučnik (*Pulmonaria officinalis*), mali zvončki (*Galanthus nivalis*) in navadni jetrnik (*Hepatica nobilis*).

Prvo nahajališče:

Y = 390772, X = 100468, Z = 97 metrov do 105 metrov;

drugo nahajališče:

Y = 390737, X = 100455, Z = 107 metrov;

tretje nahajališče:

Y = 390729, X = 100448, Z = 107 metrov.

Izvir Mrzlek na vznožju Sabotina

Skromno nahajališče venerinih laskov se je ugnezdilo na prepadnih stenah nad močnim kraškim izvirom.

Steni debeloskladovitega, temno sivega, iz spodnje– do zgornjekrednega apnenca (K_{1,2}, albij in cenomanij, starega od 94 do 113 milijonov let) se ob močnem prelomu kot oster kot zajedata na vznožju hriba Sabotina (608 metrov). V okolici izvira je vznožje hriba prekrito s preperino (konglomerat, breča in grušč) iz ledenih dob in sedanjosti.

Laski rastejo iz razpoke na desni strani (samo en šopek, na nadmorski višini 77,5 metra) in lezike ter razpok (sedem šopkov,



Navadni repuh (Petasites hybridus), navadna bodika (Ilex aquifolium) in laski v levi steni nad izvirov Mrzleka.

Foto: Daniel Rojšek.

od 77,2 do 78,0 metra) na levi strani izvira. Mezeča voda odlaga izredno majhne količine lehnjaka, vendar laski niso vezani nanj. V isti leziki sta svoj življenjski prostor našla tudi navadna bodika (*Ilex aquifolium*) in navadni repuh (*Petasites hybridus*).

Zelo skromno, a prav posebno rastišče na apnencu, ki ni vezano na izvirno vodo.

Na levi strani izvira:

Y = 394989, X = 95308, Z = 77,2 do 78,0 metra;

na desni strani izvira:

Y = 394989, X = 95299, Z = 77,5 metra.

Globoka struga Soče

Na prehodu iz srednjega v spodnji tek si je Soča izjedla Globoko strugo v lastne naplavine in eocenski fliš (E_{1,2}, zgornji cuizij in spodnji lutecij, starega od 38 do 45 milijonov let).

Pet rastišč laskov, štiri na desnem, eno pa na levem bregu, se je ugnezdilo izključno na konglomeratu iz ledenih dob in sedanosti, od 55 do 67 metrov nad morjem. Prodike v konglomeratu sestavlja večinoma apnenec različne starosti.

Nobeno rastišče ni vezano na izvir z lehnjakom, temveč se rastline ukoreninijo v



Pogled v Globoko strugo Soče s cestnega mostu in na znameniti železniški most. Laski uspevajo v štirih spodmolih na desni steni struge, zadnjega vidimo kot temno luknjo nad vodo v spodnjem levem kotu slike. Foto: Daniel Rojšek.



Tretji spodmol z laski. Na spodnjem delu slike vidimo višino dnevnega nihanja gladine Soče zaradi vpliva hidroelektrarne. Svetel poprsk na najnižjem šopu laskov in po mahovih predstavlja ilovnato-muljasto prevleko nadzemnih delov. Foto: Daniel Rojšek.

luknjičavo vezivo med prodniki. Med hudimi sušami se zeleni deli posušijo, korenine pa večinoma preživijo in ob ustrezni toploti ter vlagi ponovno odženejo. Na drugi strani pa laski uspevajo tudi tik nad nizko vodo, ki zaradi delovanja elektrarne in poplavnih valov niha in jih dnevno tudi dvakrat poplavi za več ur, med poplavnimi valovi pa so rastline pod vodo celo več dni skupaj. Visoke vode s plavjem na pritočnih delih s sten obrusijo vse rastlinje, tudi laske, njihove nadzemne dele v zatišnih legah prekrije tanka plast usedlin iz vode, vendar laski preživijo.

Na vznožju Škabrijela

Največje nahajališče v Posočju po površini (približno 200 kvadratnih metrov) in številu rastlin (več kot tisoč) je na konglomeratni steni iz ledenih dob, ki tvori levi breg na vznožju Škabrijela pri vodomerni postaji. Ohranilo se je kljub gradnji HE Solkan in vseh zgradb ter igrišč na majhni uravnavi nad steno med državno cesto in strugo.

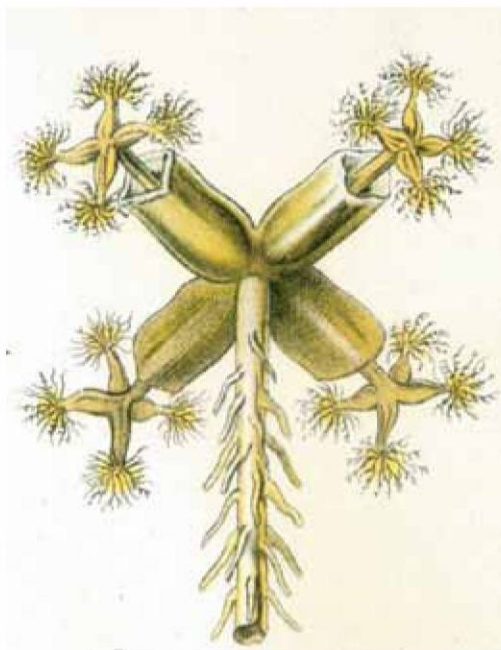
Rastline uspevajo po suhi, popoldne prisojni prepadni steni na razdalji približno 40 metrov in celo 8 metrov nad vodno gladino najnižje Soče. Hude suše in mraz številne zelene dele laskov povsem posušijo, vendar laski kasneje ponovno odženejo.



Največje nahajališče laskov na vznožju Škabrijela. Rastline uspevajo tako v spodmolih kot na izpostavljenih delih stene. Skal v vodi ni več, kajti odnesla jih je poplava decembra leta 2009. Foto: Daniel Rojšek.



*Spodmol na vznožju Škabrijela z laski in enem od domnevnih naravnih nahajališč križevatega polmesečevolistnega jetrenjaka (*Lunularia cruciata*) v Sloveniji. Jetrenjak prekriva steno v zgornjem desnem kotu slike. Foto: Daniel Rojšek.*



*Risba trosovnika križevatega polmesečevolistnega jetrenjaka (*Lunularia cruciata*). Delo Ernsta Haeckla iz leta 1904.*

*Slika križevatega polmesečevolistnega jetrenjaka (*Lunularia cruciata*). Listi mahu v obliki polmesecev izrazito izstopajo. Vir: http://www.cisfbr.org.uk/Bryo/Cornish_Bryophytes_Lunularia_cruciata.html.*



Slikar Vladimir Segalla - Vlado je rastline našel v soboto, 13. maja leta 2006, in me julija istega leta o najdbi obvestil. Takrat je bil velik del rastišča dostopen po kopnem, poplava leta 2009 pa je skale, ki so morale iz vode, odnesla in sedaj si laske lahko ogledamo le z vode. Edino k spodnji meji rastišča z dvema šopoma laskov ob vodomerni lati je mogoče priti peš.

Zelo posebno suho rastišče laskov v Posočju. Ob laskih je eno izmed domnevnih znanih naravnih (spontanih) nahajališč jetrenjaka (*Lunularia cruciata*) v Sloveniji (Igor Dakskobler, Andrej Martinčič in Daniel Rojšek, 2014, 240). Zanj predlagam ime križevati polmesečevolistni jetrenjak. Vzorce te rastline sva nabrala z Igorjem Dakskoblerjem, vrsto pa je določil Andrej Martinčič (oboje v letu 2013).

Zgornja meja:

Y = 396197, X = 93992, Z = 55,7 metra do 65 metrov;

spodnja meja stene:

Y = 396174, X = 93929, Z = 55,7 metra do 67 metrov.

Na vznožju Sabotina

Laski uspevajo v štirih spodmolih v konglomeratu iz ledenih dob. K prvemu se lahko spustimo po zelo strmem pobočju ob desnem oporniku železniškega mostu. Drugi se nahaja čisto blizu, vendar približno osem metrov nad vodo in si ga lahko ogledamo le z nje, tako kot ostala dva.

V spodmolih uspeva različno število rastlin, še najmanj (približno 50) v drugem. V ostalih treh pa uspeva v vsakem po več sto laskov. Ob njih so tudi nahajališča križevatega polmesečevolistnega jetrenjaka (*Lunularia cruciata*, Igor Dakskobler, Andrej Martinčič in Daniel Rojšek, 2014, 240).

Zelo zanimiva rastišča laskov v spodmolih brez lehnjaka in izvirne vode.

Prvi spodmol:

Y = 395884, X = 93628, Z = 55,7 metra do 58 metrov;

drugi spodmol:

Y = 395879, X = 93628, Z = 63 metrov;

tretji spodmol:

Y = 395875, X = 93623, Z = 55,0 metra do 56,5 metra;

četrty spodmol:

Y = 395771, X = 93511, Z = 55,0 metra do 56,5 metra.

Zaključek

Pred dobrimi dvajsetimi leti smo v Posočju vedeli za šest nahajališč laskov, danes pa že za triindvajset, skoraj štirikrat več. Tedaj smo v Sloveniji poznali devetnajst nahajališč (Daniel Rojšek, 1993), sedaj pa več deset. Prepričan sem, da bomo v Posočju našli še kakšnega.

Žal podatka o skupnem številu nahajališč v Slovenski Istri nimamo. Očitno jih je toliko, da jim posebne pozornosti nihče ne name-

nja. Najdemo jih celo po vaseh v razpokah obzidanih vodnjakov in na obali, kjer jih ob visoki plimi in močnem vetru obliva slan pršec (Vesna Flander, 1991).

Izjemno odpornost laskov dokazujejo skrajna rastišča v Sloveniji na razponu od dveh metrov na obali pri rtiču Ronek do petstotih metrov v soteski Mrzlice na vznožju Krna. Rastline preživijo prhanje s slancio, žgočo pripeko in sušo, hud mraz, večdnevno potoplenost v vodi in ilovnato-muljaste prevleke nadzemnih delov.

Laski potrebujejo za rast vlago in toploto, prsti pa ne. Katera gnojila jih ogrožajo, ne vem. Spomnim se, da so se laski v Močilih začeli na veliko sušiti, ko so ob koncu osemdesetih let 20. stoletja travnike nad njimi zelo posipali z dušičnim, fosforjevim in kalijevim umetnim gnojilom. Po prenehanju gnojenja so si laski zopet opomogli.

Viri in slovarstvo:

Stanko Buser, 1986: *Osnovna geološka karta 1:100 000 in tolmač za list Tolmin in Videm (Udine)*, L 33-64 L 33-63. Beograd.

Igor Dakskobler, 2003: *Floristične novosti iz Posočja in sosednjih območij v zahodni Sloveniji*. Hladnikia, 15/16: 43-71. Ljubljana.

Igor Dakskobler, Andrej Martinčič, Daniel Rojšek, 2014: *Phytosociological analysis of communities with *Adiantum capillus-veneris* in the foothills of the Julian Alps (Western Slovenia)*. Hacquetia (Ljubljana), 13 (2): 235-258.

Miran Drole, 2013: *Elektronsko sporočilo o imenu Brizna grapa, ime mu je povedala Zofija Zefran s Koritnice ob Bači, Kneža*.

Vesna Flander, 1991: *Zanimivo nahajališče venerinih laskov na slovenski obali*. Proteus, 53 (9-10): 372-373. Ljubljana.

Ernst Haeckel, 1904: *Kunstformen der Natur, Tafel 82 Marchantia (Hepaticae)*. Leipzig und Wien: Bibliographisches Institut. Dostopno na spletni strani <http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/haeckel/kunstformen/natur.html>.

Bojan Marčeta, Katja Pobjlaj, 1987: *Največje nahajališče venerinih laskov v Sloveniji*. Proteus, 49 (9-10): 371-372.

Vitimir Mikuletič, 1970: *Redka praprotna na vznožju Julijskih Alp*. Proteus, 33 (1): 39. Ljubljana.

Vitimir Mikuletič, 1975: *Vilini laski (*Adiantum capillus-veneris* L.) v severni Primorski*. Soški gozdar, 11 (2): 30. Tolmin.

- Vitimir Mikuletič, 2013: *Pogovor o imenu vilini laski med njim in piscem tega članka*. Nova Gorica.
- Gaius Plinius Secundus: *Naturalis Historia*, 77-79; 1855: *Pliny the Elder: The Natural History*. Urednika John Bostock in Henry Thomas Riley. London: Taylor and Francis, Red Lion Court, Fleet Street; Book XXII., *The Properties of Plants and Fruits* (22. knjiga, Lastnosti rastlin in sadežev). Dostopno na spletni strani <http://www.perseus.tufts.edu/hopper/text?doc=Perseus:text:1999.02.0137:book=22:chapter=30&highlight=THE+ADLANTUM%2C+CALLITRICHOS%2C+TRICHOMANES%2C>.
- Daniel Rojšek, 1994: *Ajbsko jezero*. *Proteus*, 57 (1): 19-22. Ljubljana.
- Daniel Rojšek, 2004: *Venerini laski (Adiantum capillus-veneris L.) v Mrzlici*. Na spletni strani <http://dar.zrsvn.si/slike/rphj/ps/srt/v/m/vl.html>.
- Otto Wilhelm Thomé, 1885: *Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Gera. Dostopno na spletni strani http://it.wikipedia.org/wiki/Adiantum_capillus-veneris.
- Tone Wraber, 1986: *Vsega po nekaj o venerinih laskih*. *Proteus*, 48 (7): 259-263. Ljubljana.
- Janko Žigon, 1998: *Nahajališče venerinih laskov pri Britofu v dolini Idrije*. *Proteus*, 60 (6): 269-270, Ljubljana.

Zahvale

Najlepše se zahvaljujem:

Katji Kogej iz Šmartnega v Brdih za potrpljenje in spremljanje pri iskanju in odkritju štirih rastišč laskov ter jezikovni pregled besedila;

Igorju Dakskoblerju iz Tolmina za spodbude k pisanju tega članka, posredovanje gradiva in strokovni pregled besedila;

Vladimirju Segalli - Vladu iz Temnice na Krasu za obvestilo o največjem nahajališču v Posočju;

Vitimirju Mikuletiču in Mirjam Florjančič iz Nove Gorice za podatka o legi rastišč v Brizni grapi in ob njej;

Miranu Droletu s Kneže in vsem, ki jim ne vem imen, za posredovanje zemljepisnih imen;

Andreju Martinčiču iz Ljubljane za določanje vrst mahov;

Petru Kogejju iz Nove Gorice, Bogdanu in Panu Kladniku iz Ljubljane ter Andreju Bandlju s Krasa za spremstvo in pomoč pri veslanju in slapovanju;

Barbari Vidmar in Robertu Turku - Robiju iz Izole za posredovanje podatkov o nahajališčih v Slovenski Istri.

Pregled odkritij venerinih laskov v Posočju

Zaporedna številka	Ime	Najbližje naselje	Leto odkritja	Odkritelj/-a/-i/-ca
1	Močila	Avče	1951	Vitimir Mikuletič
2, 3	Brizna (Brezna) grapa	Grahovo ob Bači	1969, 1970	Aleš Capuder, Vitimir Mikuletič
4	Spodmol in Kapelica	Ročinj	1993	Daniel Rojšek, Peter Kogej
5	Baldahin	Ročinj	1993	Daniel Rojšek, Peter Kogej
6	Lehnjakov slap	Avče	1993	Daniel Rojšek, Peter Kogej
7, 8, 9, 10	Trebež	Lošče (Ložice)	2002	Igor Dakskobler
11	Sedemmetrski slap	Ročinj	2003	Igor Dakskobler
12	Mrzlek	Plave	2003	Daniel Rojšek, Katja Kogej
13	Mrzlica	Krn	2003	Daniel Rojšek, Bogdan in Pan Kladnik, Andrej Bandelj

Zaporedna številka	Ime	Najbližje naselje	Leto odkritja	Odkritelj/-a/-i/-ca
14	Četrty spodmol na vznožju Sabotina	Šmaver	2004	Daniel Rojšek, Peter Kogej
15	Zdenc	Ročinj	2006	Katja Kogej, Daniel Rojšek
16	Na vznožju Škabrijela	Sovkan (Solkan)	2006	Vladimir Segalla
17, 18, 19	Na vznožju Sabotina	Šmaver	2013	Daniel Rojšek, Igor Dakskobler
20	Osemnajstmetrski slap	Ročinj	2013	Igor Dakskobler, Daniel Rojšek
21, 22, 23	Sopet	Plave	2014	Katja Kogej, Daniel Rojšek

Botanika • Navadna splavka (*Limodorum abortivum*) tudi v Idrijskem hribovju

Navadna splavka (*Limodorum abortivum*) tudi v Idrijskem hribovju

Tinka Gantar

Tone Wraber je v knjigi Luke Pintarja *Rože na Slovenskem* (1990: 111) napisal, da je splavka (*Limodorum abortivum*) edina vrsta svojega sredozemskega razširjenega rodu. Klorofila ima le še za vzorec, zato je prehrambno odvisna od gliv, na katerih zajeda. Na toplih rastiščih se pojavlja tudi v notranjosti Slovenije. Njen opis, rastišča in razširjenost v Sloveniji strnjeno podaja Dolinar v svoji nedavno izdani knjigi *Kukavičevke v Sloveniji* (2015: 99). Na njegovi karti razširjenosti je v zahodni Sloveniji označenih več nahajališč. Znaná so v dolini Soče med Tolminom in Kobaridom, v spodnjem teku doline Idrijce, v Srednjem Posočju in Goriških brdih, v Vipavski dolini (tam tudi na vznožju Trnovskega gozda med Colom in Ajdovščino), ne pa v samem Trnovskem gozdu.

Do zdaj je nismo poznali niti v Idrijskem hribovju (Terpin, 2005). In vendar raste tudi tu. Kako se mi je dogodila ta najdba?

Junija leta 2013 sem sodelovala pri snemanju promocijskega filma o Krajinskem parku Zgornja Idrijca. Z avtomobili smo se prepeljali iz Idrijske Bele skozi Čekovnik na razgledni Vodonos. Med vožnjo sem v Čekovniku, med Podobnikom in Mohoričem (nadmorska višina je okoli 790 metrov, nahajališče je v kvadrantu srednjeevropskega kartiranja flore 0049/2), na brežini nad cesto s kotičkom očesa opazila kukavico. Za stasito se mi je zdela prevelika, a ker so vsi avti kar peljali mimo, sem se pač sprizajnila, da ni nič posebnega. A kukavica mi ni dala miru in takoj naslednje jutro sem se



*Navadna splavka (Limodorum abortivum)
v Čekovniku. Foto: Tinka Gantar.*

zapeljala v Čekovnik – in prav sem imela, ni bila stasita, pač pa splavka. Tri rastline (dve večji in ena manjša) so rasle med drevjem in grmovjem. Naredila sem nekaj ne najbolj kakovostnih posnetkov in jih poslala Rafku Terpinu. »Prav imaš, splavka je, prva v idrijski občini.« Nekaj dni kasneje, ko smo Pumparki (botanična sekcija Muzejskega društva Idrija) šli v Smrekovo drago in Malo Lazno, smo se na poti ustavili ob splavkah. Takrat so že precej odcvetele. O najdbi sem poročala v časopisu *Idrijske novice* (Gantar, 2013). Leta 2014 sem na splavko pozabila, letos bom pa spet šla na njeno rastišče. Na pol poti med kotama 915 metrov in 975 metrov na Slaniškem grebenu, kjer se h kmetiji Tratnik odcepi strma in ozka stezica, del Idrijsko-Cerkljanske planinske poti, sem opazila še eno na Idrijskem redko kukavičevko, rdečo naglavko (*Cephalanthera rubra*).

Ker je Čekovnik z okolico botanično zelo zanimivo območje, ga moram vsaj v kratkem opisati. To je razpotegnjeno naselje petih zaselkov (Čekovnik, Hlevišje, Nikova, Osojni vrh, Krekovše), ki leži na sončni



*Čekovnik (kmetija Podobnik), pogled proti Trnovskemu gozdu.
Foto: Branko Gantar.*

polic (terasi) pod Hleviškimi planinami in Slaniškim grebenom (ki se pnete med Idrijco in Nikovo) nad samim robom Krajskega parka Zgornja Idrijca na nadmorski višini od 640 do 900 metrov. Večina hiš je razloženih ob glavni cesti, ki jih povezuje z Idrijo. Število prebivalcev (144) nekoliko narašča. Včasih so se ukvarjali s kmetijstvom in gozdarstvom ter hodili na delo v rudnik živega srebra, zdaj komaj še kdo živi od zemlje in gozda, vozijo se na delo, večinoma v Idrijo. Nad vasjo se od leta 2000 na slikovitem pomolu beli cerkva Svetogorske Marije. Tod mimo je včasih peljala romarska pot na Sveto goro.

Očitno so tukajšnja osončena pobočja odprta submediteranskim vplivom iz Vipavske doline in podobno kot v pod njimi ležečem Strugu nad dolino Idrijce na njih lahko uspevajo tudi nekatere bolj toploljubne rastline.

Literatura:

- Dolinar, B., 2015: *Kukavičevke v Sloveniji. Podsmreka: Pipinova knjiga*. 183 str.
 Gantar, T., 2013: *Kjer se nebo odpre – Čekovnik. Idrijske novice*, 5. 7. 2013.
 Pintar, L., Wraber, T., 1990: *Rože na Slovenskem. Ljubljana: DZS*. 176 str.
 Terpin, R., 2005: *Kukavičevke na Idrijskem. Idrijski razgledi*, 50 (1): 132–147.

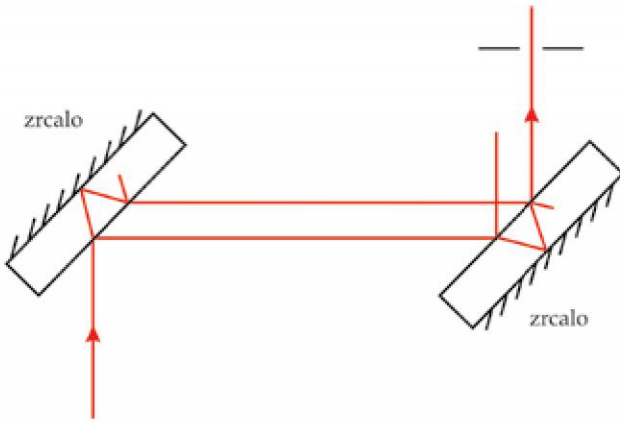
Interferometri

Janez Strnad

V Mednarodnem letu svetlobe obudimo spomin na to, kako so fiziki uvajali nove merilne načine s svetlobo. Po *Interferenci in uklonu* je smiselno obdelati *interferometre*, ki izkoriščajo interferenco in jih na široko uporabljajo. Opis nadaljuje *Malo zgodovino svetlobe*.

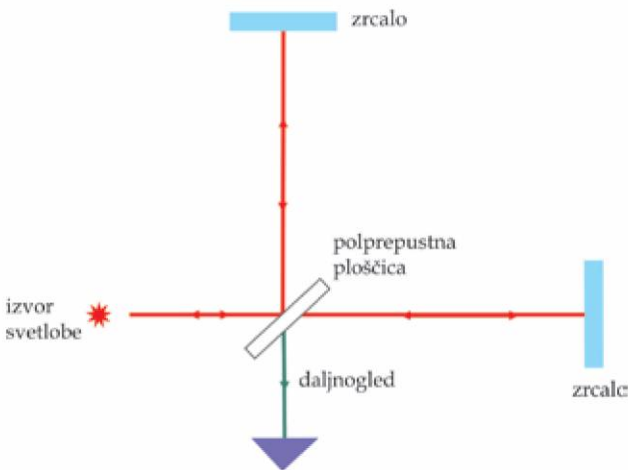
Interferometri so naprave, v katerih elektromagnetno valovanje (ali zvok) razstavijo na delna valovanja, ki jih vodijo po različnih poteh, in nato sestavijo. Iz interferenčne slike, ki jo dobijo, izluščijo merski rezultat. Nekateri rezultati so zelo natančni. Interferometre uporabljajo v različnih vejah fizike, od oceanografije, seizmologije, raziskovanja površin, napetosti v trdninah in snovnih tokov v tekočinah in plinih do merjenja valovnih dolžin in hitrosti ter v astronomiji in tudi v industriji. Poznamo veliko različnih vrst interferometrov v različnih izvedbah. Opišimo osnove delovanja nekaterih značilnih primerov. Pri tem poskušamo slediti razvoju.

Že leta 1816 je Augustin Fresnel s sodelavcem izmeril razliko lomnega količnika suhega in vlažnega zraka. S svetlobo iz izvira sta osvetlila majhno odprtino v zaslonu v goriščni ravnini zbiralne leče. Dobila sta širši curek, ki sta ga del vodila skozi celico s suhim zrakom, drugi del pa skozi enako celico z vlažnim zrakom. Z drugo lečo sta zbrala delna curka v njeni goriščni ravnini in opazovala interferenčno sliko. Po njej sta ugotovila razliko lomnih količnikov. (Ime interferometer so uvedli precej pozneje.) Hippolyte Fizeau je veliko prispeval k razvoju optike. Leta 1851 je z interferometrom izmeril hitrost svetlobe v gibajoči se vodi. Vodo je speljal skozi vzporedni cevi v nasprotnih smereh. V prvi cevi je delni curek potoval v smeri toka, v drugi pa drugi delni curek v nasprotni smeri. Ko je večal hitrost vode, se je premaknila interferenčna slika. Z merjenjem je podprl Fresnelovo napoved, da je hitrost svetlobe v snovi, ki se giblje s hitrostjo v , enaka hitrosti v mirujoči



Poenostavljena risba Jaminovega interferometra.

Vse slike so posnete po Wikipedii.



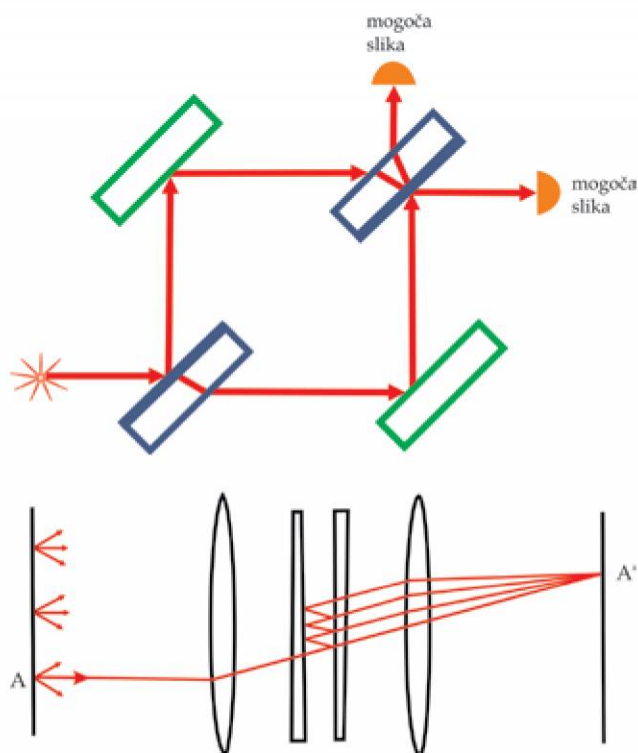
Poenostavljena risba Michelsonovega interferometra.

snovi z dodatkom člena $(1-1/n^2)v$, v katerem je n lomni količnik.

Leta 1856 je Jules Celestin Jamin sestavil *Jaminov interferometer* iz dveh debelih steklenih plošč, ki sta bili na eni strani posrebreni. Z odbojem svetlobe na eni in drugi meji prve plošče sta nastala vzporedna delna curka, ki sta se po odboju na drugi vzporedni plošči sestavila. Delna curka sta bila tem bolj razmaknjena, čim debelejši sta bili plošči. Z Jaminovim interferometrom so izmerili lomni količnik plinov ter njegovo odvisnost od valovne dolžine in od tlaka.

Najbrž je najbolj znan *Michelsonov interferometer*. Z njim je Albert Abraham Michelson meril hitrost svetlobe v etru. Eter so imeli za zelo rahlo snov z nemerljivo majhno gostoto, ki prenaša svetlobo, kot zrak prenaša

zvok. Ker Zemlja v vesolju ni odlikovana, so privzeli, da se v etru giblje. Michelson si je nabral izkušnje pri merjenju hitrosti svetlobe. Iz Amerike je leta 1879 pripotoval v Evropo in v Parizu spoznal delo francoskih fizikov z interferometri. Leta 1881 je z interferometrom, ki so ga izdelali po njegovem načrtu, meril v Berlinu. Curek svetlobe *polprepustna ploščica* razdeli na delna curka, ki sta pravokotna drug na drugega. Polprepustna ploščica je iz stekla in je na eni strani prevlečena s tanko kovinsko prevleko tako, da pol svetlobe odbije, pol pa prepusti. Delna curka v pravokotnih krakih potujeta vsak do svojega zrcala in se na njem odbije. Vrneta se do polprepustne ploščice, ki en curek prepusti, drugi pa se na njej odbije. Nastane interferenčna slika, ki jo opazujejo



Poenostavljena risba Mach-Zehnderjevega interferometra. V tem primeru in v prejšnjih dveh v delni valovanji v dveh krakih lahko postavijo merilni celici.

Poenostavljena risba Fabry-Perotovega interferometra.

z daljnogledom.

Denimo, da v enem od vodoravnih enako dolgih krakov svetloba potuje v smeri gibanja Zemlje v etru in nazaj v nasprotni smeri, v drugem pa tja in nazaj pravokotno na smer gibanja Zemlje v etru. Po prvem kraku svetloba porabi za pot malo več časa kot po drugem in zato nastane interferenčna slika. Potem interferometer zaslučuje za pravi kot okoli navpične osi. Zdaj svetloba po drugem kraku porabi za pot malo več časa kot po prvem in se interferenčna slika premakne. Premik naj bi se spreminjal s časom zaradi dnevnega vrtenja Zemlje in letnega gibanja okoli Sonca. Po vrnitvi v Združene države Amerike je Michelson leta 1887 skupaj z Edwardom Williamsom Morleyjem poskus ponovil z močno izboljšanim in veliko trdnjšim interferometrom. Kraka prvega interferometra sta bila dolga samo dober meter. Pri drugem interferometru pa sta se delna curka v krakih večkrat odbila na majhnih zrcalih, da je bil učinek tak, kot da

bi bila kraka dolga po enajst metrov. Ne pri prvem ne pri drugem merjenju niso zasledili, da bi se interferenčna slika premaknila. Izid poskusa je opozoril, da je s predstavo o etru nekaj narobe.

Vsak interferometer so sestavili s posebnim namenom, za katerega je najbolj pripraven. Vendar imajo interferometri tudi skupne poteze, ki jih je smiselno opisati pri Michelsonovem interferometru. Če so delni curki pravokotni na zrcala, je v idealnem primeru interferenčna slika svetla, če se delna curka ojačita, ali temna, če se oslabita. Ker k sliki prispevajo malo nagnjena valovanja, nastanejo interferenčni kolobarji. Če pa je eno od zrcal namenoma za malenkost nagnjeno, nastanejo vzporedne interferenčne proge. Interferenčno sliko opazujejo z daljnogledom ali merilnikom ali preko naprave, ki sliko prenese na zaslon.

Včasih uporabijo v interferometru belo svetlobo. Tedaj opazujejo interferenčno sliko le, če so razmere na poti obeh delnih curkov

enake in se dolžini krakov razlikujeta kvečjemu za nekaj tisočin milimetra. Belo svetlobo pogosto na začetku merjenja uporabijo, da se prepričajo o enakosti krakov. Pri svetlobi kake spektralne črte opazijo interferenčno sliko tudi, če se dolžini krakov bolj razlikujeta. Pri laserski svetlobi je lahko razlika dolžin še večja. To je v zvezi s koherentnostjo uporabljene svetlobe.

Z opisanimi interferometri lahko merijo tako, da v delna curka postavijo dve enaki celici, od katerih je v eni ena snov, v drugi druga snov ali pa je prazna. Po interferenčni sliki lahko ugotovijo, kako se razlikujeta snovi, denimo po lomnem količniku, ali kako se snov razlikuje od praznega prostora.

Michelsonov in Morleyjev poskus velja za enega od dveh najimenitnejših poskusov 19. stoletja (drugi je bil Faradayevo odkritje indukcije). Poskus imenujejo tudi najslavnejši poskus z ničelnim izidom. Michelson in Morley sta bila nad izidom tako razočarana, da kljub drugačnemu načrtu poskusa skupaj nista ponovila. Ponovili so ga številni drugi raziskovalci v različnih izvedbah z enakim izidom.

Interferometri so zelo prilagodljivi in je z njimi mogoče izvajati različna merjenja. To velja tudi za Michelsonov interferometer. Z zelo velikimi interferometri poskušajo zaznati gravitacijsko valovanje. Po svetu deluje več takih Michelsonovih interferometrov. V Združenih državah imajo velika laserska interferometra LIGO s po štiri kilometre dolgima vakuumskima cevema kot krakoma. Eden stoji v Hanfordu v zvezni državi Washington, drugi v Livingstonu v zvezni državi Louisiana v razdalji 3.030 kilometrov. S tema in drugimi interferometri te vrste želijo zaznati premik teles, ki delujeta kot zrcali, za trilijonino metra.

Michelson je s svojim interferometrom natančno izmeril valovne dolžine nekaterih spektralnih črt. S prilagojenim interferometrom je v letih 1892 in 1893 premeril prameter z valovno dolžino izbrane spektralne črte. Izdelali so kovinski kos z natanko de-

setino dolžine prametra. Michelson je premaknil zrcalo v enem od obeh krakov za tolikšno razdaljo, preštel interferenčne kolobarje, ki so se pri tem pojavili, in to ponovil desetkrat. (Med letoma 1960 in 1983 je bil meter določen z dogovorom o številu valovnih dolžin izbrane spektralne črte.)

Pred ponovitvijo Michelsonovega poskusa sta Michelson in Morley leta 1886 ponovila Fizeaujev poskus. Uporabila sta izboljšani interferometer, pri katerem sta curka razdelila s polprepustno ploščico in ju vodila skozi oba kraka, enega v smeri gibanja vode, drugega pa v nasprotni smeri. Tako sta natančneje kot Fizeau podprla Fresnelovo napoved.

Leta 1891 sta Ludwig Mach, sin Ernsta Macha, in Ludwig Zehnder izdelala interferometer, ki ga je naslednje leto izpopolnil prvi. Svetlobo iz izvira polprepustna ploščica razdeli v pravokotna delna curka, ki potujeta do zrcal, nagnjenih za 45 stopinj. Na drugi polprepustni ploščici se curka sestane in dasta interferenčno sliko. Za razliko od razmer v Michelsonovem interferometru delni curek vsak krak prepotuje samo enkrat. Pri tem nastane dve interferenčni sliki. Mach-Zehnderjev interferometer je pripraven za opazovanje toka zraka v vetrovniku in sploh za merjenje tlaka, gostote in temperaturnih razlik v tokovih plinov. Poleg običajnih merenj se je Mach-Zehnderjev interferometer izkazal v kvantni mehaniki, zlasti pri ugotavljanju *kvantne prepletenosti*.

Našteti interferometri so kazali nekaj podobnosti. Leta 1899 pa sta Charles Fabry in Alfred Perot izdelala interferometer z drugačno zasnovo. Sestavlja ga steklena plošča, ki je zbrušena kolikor mogoče gladko in z vzporednima ploskvama. Vzporedni ploskvi sta posrebreni, da odbijeta svetlobo. Ploščo osvetlijo z razsežnim enobarvnim svetilom. Delni curki nastanejo z odboji na zrcalnih plasteh in po izstopu iz ploščice dajo interferenčno sliko. Kolobarji so tem jasnejši,



*Skupina radijskih teleskopov
Zelo velika antena (VLA) v
Novi Mehiki.*



*Skupina štirih svetlobnih
teleskopov (VLT) na vrhu
Cerro Paranal lahko deluje
kot interferometer.*

čim več svetlobe se odbije na posrebljenih mejnih ploskvah. V skrajnem primeru se odbije 95 odstotkov svetlobe. S Fabry-Perotovimi interferometri merijo valovne dolžine in jih uporabljajo za nadzor pri prenašanju podatkov.

Pri naštetih interferometrih delni curki nastanejo z delitvijo amplitude. Pri interferometrih v astronomiji pa dobijo delne curke z delitvijo valovnega čela. Zamisel se je rodila v radijski astronomiji. Ločljivost teleskopa določa razmerje med valovno dolžino in premerom paraboloidne antene ali zrcala. Valovna dolžina radijskih valov je veliko večja od valovne dolžine vidne svetlobe.

Zato imajo radijski teleskopi veliko slabšo ločljivost od teleskopov za svetlobo. Z dvema radijskima teleskopoma v znatni razdalji zajamejo delni valovanji in ju sestavijo ter opazujejo interferenco. Tako dosežejo ločljivost, ki jo določa razdalja med teleskopoma, ne premera teleskopov. Postopek je znan kot *aperturna sinteza*. Uporabili so naprave s po tremi in štirimi paraboloidnimi antenami na železniškem tiru. Način merjenja je razvil Martin Ryle s sodelavci v letih od 1954 do 1957. Dosegli so ločljivost, kot da bi antena imela premer en kilometer, leta 1961 in pet kilometrov leta 1971. Z izboljšano ločljivostjo so v vesolju odkrili več sto tisoč radij-

skih izvirov. Ryle je leta 1974 za svoje delo dobil polovico Nobelove nagrade.

Interferometri z zelo veliko bazo povezujejo radioteleskope v zelo veliki razdalji. Pri tem natančno merijo čas in sprejemajo radijske valove iz določene smeri v vesolju ter jih posnamejo na magnetni trak ali trdi disk. Pozneje sestavijo v času ubrana valovanja, ki so jih dobili z različnih radioteleskopov in s tem izboljšajo ločljivost. Ameriški *Interferometer z zelo veliko bazo (VLBA)* zajame deset radioteleskopov in skupin teleskopov po vsem svetu. Med njimi je skupina sedemindvajsetih radijskih teleskopov s premerom po 25 metrov v Novi Mehiki, ki se imenuje *Zelo velika antena (VLA)*. (V skupini več teleskopov opazujejo interferenco med vsakim parom teleskopov in s tem izboljšajo izid merjenja.)

Uporabo interferometrov so razširili na teleskope za svetlobo. V zadnjem času gradijo

tudi velike svetlobne teleskope v parih ali v skupinah. Na 2.500 metrov visokem vrhu Cerro Paranal v puščavi Atacama so postavil štiri teleskope *Zelo velikega teleskopa (VLT)*. Teleskopi s premerom zrcal po 8,2 metra lahko delujejo samostojno ali povezano kot interferometer. V tem primeru svetlobo s teleskopov vodijo preko zrcal skozi rove po svetlobnih vodnikih v laboratorij, kjer opazujejo interferenco. To je precej zahtevnejše kot elektronsko sestavljanje pri radijskih teleskopih in je prišlo v rabo po letu 2000.

Literatura:

Astronomical interferometer, https://en.wikipedia.org/wiki/Astronomical_interferometer.

Interferometry, <https://en.wikipedia.org/wiki/Interferometry>.

Nada Praprotnik: Rastlinstvo na stezah ovčarja Marka • Nove knjige

Nada Praprotnik: *Rastlinstvo na stezah ovčarja Marka*

Ko sem v osnovni šoli odkril Janeza Jalna in njegove *Bobre*, seveda nisem razmišljal, da bom kdaj pristal tam, kjer je imel kolišče Brkati Som – v današnjem Botaničnem vrtu. Prav tako nisem vedel, da bom kdaj poznal rastline, kot jih je ovčar Marko v drugi Jalnovi povesti. Če bi tedaj imel knjigo z naslovom *Rastlinstvo na stezah ovčarja Marka*, bi v njej zelo užival – prav tako, kot sem užival v osmem razredu, ko nas je avtorica knjige dr. Nada Praprotnik popeljala pod Zelenico in nam tam pripovedovala o rastlinah. Tokrat se je odločila, da bo rastline prikazala širši javnosti. Za to sta poskrbela založnik *Medium Žirovnica* in Planinsko društvo Žirovnica in nastala je zelo prijetna in poučna knjiga.

Čeprav sem knjigo dobil nekaj desetletij pozneje, kot sem si, osnovnošolec, takih in podobnih knjig želel, je nisem z nič manjšim užitkom vzel v roke. Avtorica Nada Praprotnik je po stezah *Ovčarja Marka* velikokrat hodila, saj pravi, da je vse življenje preživela v deželici pod Stolom, zato te rastline pozna že iz mladosti. Vedno je najbolje, če to napiše tisti, ki se počuti tam doma, ki tako okolje kot povest dobro pozna. Poleg vsega je odlična botaničarka in zanesljivo najboljša poznavalka zgodovine slovenske botanike. In potem nastane delo, ki te povede med rastline, ki jih je ovčar Marko dobro poznal. Sesticam je razlagal, da so tam različne sorte rese: »Marko vse vidi in natančno razloči. Kako je razlagal sesticama, da



Nada Praprotnik, 2015: Rastlinstvo na stezah ovčarja Marka. Žirovnica: Medium Žirovnica, Planinsko društvo Žirovnica. Cena: 12,80 evrov.

je sedem sort resja: belo, ki ima najbolj živo zelene lističe, ga dobiš samo pod Skokom, pa še tam težko, rožno rdeče na tri sorte cvete, ognjeno rdeče na dve, in sedmo je kakor kri, na Voglu, kjer pot v planino preide s trave na pesek, ga je največ.« Danes bi Jalu lahko priznali, da je imel dober občutek za hortikulturo, saj je znal zelo dobro razlikovati, celo znotrajvrstno raznolikost, in to povsem pravilno opiše kot sorte, odtenke različnosti, ki so v hortikulturi podlaga za nove sorte. O tem govori, tudi ko opisuje ciprje: »Kakor žito visoko je ozkolistno ciprje čez in čez pregrnilo razsežne in široke preseke. Pokljuka se je razcvitala,« in se sprašuje, če ni »morebiti gora sama oživela in zardela pred svojo lastno lepoto«. Ali pa kaj povsem uporabnega: »Ko se je Marku v skalah sparila voda, je natrgal gorski pelin, ga pomel v roki in natlačil v čutaro.« Zelo dobro bi bilo, če bi v današnjem času znali tako opazovati naravo in biti nad

njo navdušeni. In prav to navdušenje nad naravo in njenim rastlinskim svetom veje iz knjige, ki je pred nami. V njej se prepletajo še mnoge druge zgodbe. Od Kersnikove Ciklame do Hudournikove Murke pri Finžgarju in še marsikaj. Lepo je brati te zgodbe, ki pripovedujejo o tem, da so bili nekoč ljudje z naravo bolj povezani, da so jo znali spoštovati ter prepoznati njeno veličino in uporabnost.

Zato ne preseneča, da v uvodu knjige spregovori kar Jalen sam: »Tako lepega sveta zlepa nikjer ni ... Med Stolum in Jelovico in do Triglava je spomladansko sonce obsevalo prvo zelenje ... Reber pa se je vzpenjala vsa pisana od plota za poljem do melov, ki so se svetlosivi usipali izpod skal v Pečeh.«

Morda bi naši turistični delavci morali večkrat vzeti v roke tako knjigo in potem bi hitro vedeli, kaj so naši turistični »produkti«. Zakaj tako lepe dežele, kot je Slovenija, ne moremo in ne znamo predstaviti svetu na način, kot jo je opeval Jalen? Knjiga Nade Praprotnik o vsem tem pripoveduje navdušujoče. Približno devetsto rastlin uspeva od Save do vrha Stola, mnoge med njimi so pogoste, druge so redke in pravi botanični biseri, zapiše avtorica.

Jalna je za rastlinstvo navdušil kar razgledani oče, zapiše Nada Praprotnik. Navdušenje o svetu, ki nas obdaja, mora biti privzgojeno že v rani mladosti. Šola bi poleg staršev pri tem morala imeti pomembno vlogo. Pa zares dovolj poučuje o tem, kar nas obdaja, ni to morda na prezahtevni ravni in zato lepote sveta ostajajo skrite? Malo idiličnosti ji ne bi škodilo, zanesljivo bi otroci z njo več pridobili. Knjiga *Rastlinstvo na stezah ovčarja Marka* je tako pravi dodatek, ki bi ga moral imeti vsak učitelj biologije, da bi začutil svet, ki ga obdaja. Morda bi potem kdaj skupaj povezali predmete in bi tako slovensko leposlovje in biologija postali za učence prijaznejši.

Jože Bavcon

Osupljivi Pluton

Mirko Kokole

Letos poleti smo končno dočakali dogodek, ki so ga mnogi astronomi, tako poklicni kot ljubiteljski, zelo dolgo čakali. To je seveda popotovanje vesoljske sonde *Nova obzorja* (*New Horizons*) mimo Plutona in njegovih lun.

Vesoljska sonda se je Plutonu najbližje približala 14. julija okoli poldne po standardnem času. Takrat je bila od Plutona oddaljena le dvanajst tisoč kilometrov in je potovala s hitrostjo kar 13,8 kilometra na sekundo. Ker je potovala s tako veliko hitrostjo in je zelo oddaljena od nas, so se vse meritve, ki jih je sonda opravila v tem času, opravile samostojno, po natančno načrtova-

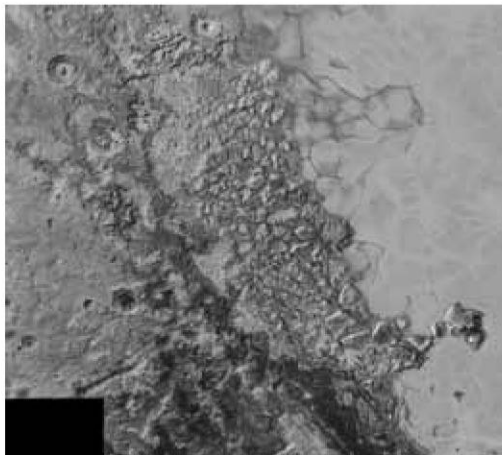
nem urniku. Prenos podatkov s tako velike oddaljenosti – ta je štiridesetkrat večja, kot je oddaljenost Zemlje od Sonca – je izjemno počasen, zato smo morali dolgo čakati, da so do nas prispele prve podrobne fotografije Plutonovega površja. In te so večino ljudi popolnoma osupnile.

Večina znanstvenikov je pričakovala, da je Plutonovo površje preprosto, prekrito z enakomerno plastjo ledu in posejano s kraterji. Tako ni presenetljivo, da so bili ob prvih posnetkih Plutonovega površja popolnoma osupli. Plutonovo površje je namreč izjemno razgibano in prekrito s mnogimi značilnostmi, ki kažejo na zanimivo in dolgo geološko zgodovino. Na njej namreč najdemo predele



Ta iz posnetkov visoke ločljivosti sestavljena slika Plutonovega površja prikazuje pogled, ki bi ga imeli, če bi se nahajali približno 1.800 kilometrov nad Plutonovim površjem. Na sliki vidimo raznolikost Plutonovega površja, ki je marsikoga presenetila – od zaledenole ravne planote do temnih lis in območij, ki kažejo na intenzivno geološko dejavnost.

Foto: NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute.

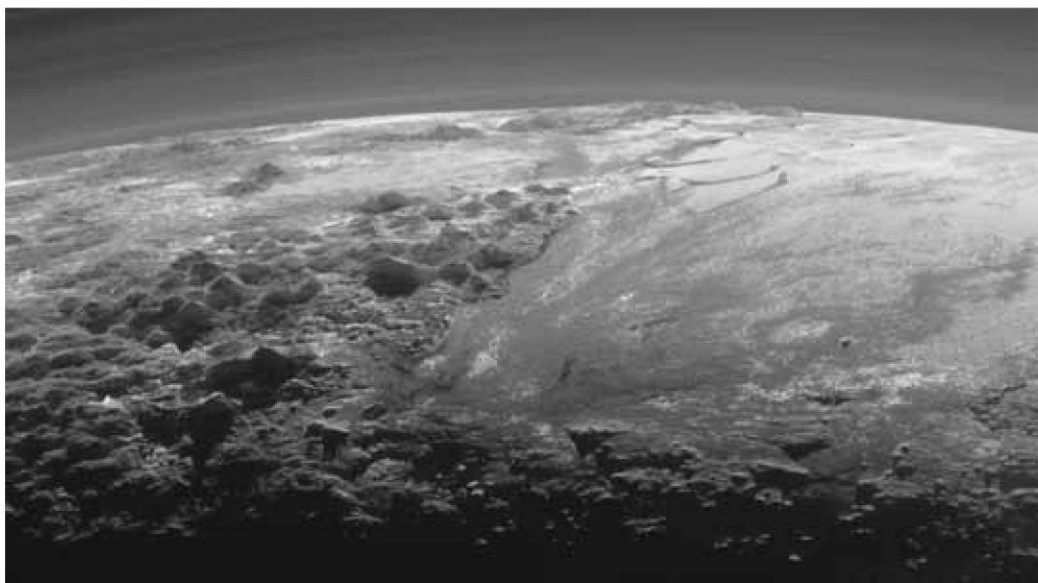


Fotografija približno 470 kilometrov širokega območja Plutonovega površja, ki jo je sonda Nova obzorja posnela 14. julija leta 2015. Na sliki vidimo razdrobljeni in razgibani teren z mnogimi geološkimi značilnostmi. Posneto območje se nahaja na robu velikega ledenega predela z neuradnim imenom Sputnikova ravnina (Sputnik Planum). Na sliki lahko razločimo podrobnosti, ki so velike le 0,8 kilometra. Foto: NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute.



Tako kot Pluton je znanstvenike presenetil tudi Haron, ki je prekrit s površinskimi značilnostmi, ki presenetljivo kažejo na bogato geološko zgodovino. Na sliki lahko razločimo podrobnosti, ki so velike približno 4,6 kilometra. Sonda jih je posnela 14. julija. Foto: NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute.

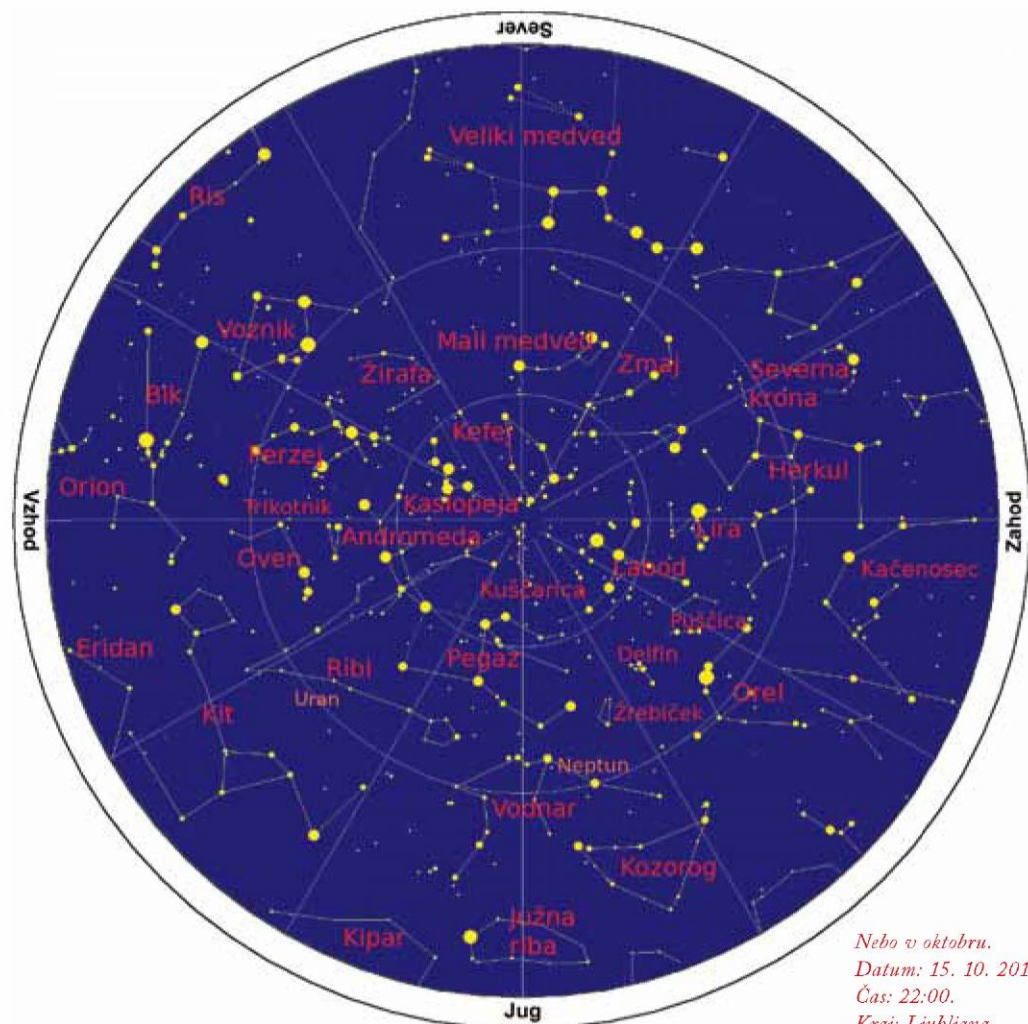
Eden od najnovejših posnetkov, ki so prispeli do Zemlje do 17. septembra, je izjemno osupljiv, saj prikazuje popolnoma domačo pokrajino, ki je ne bi pričakovali na objektu, ki je tako zelo oddaljen od Sonca. Fotografija je bila posneta le petnajst minut potem, ko je bila sonda Nova obzorja najbližje Plutonovem površju. Na njej vidimo na desni del Sputnikove ravnine, na levi pa približno 3.500 metrov visoke gore z neuradnim imenom Horgay Montes in Hillary Montes. Slika je bila posneta z razdalje 18 tisoč kilometrov in prikazuje približno 380 kilometrov široko območje. Foto: NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute.



z zelo različno odbojnostjo. Nekateri predeli so izjemno svetli, drugi pa izjemno temni, kar kaže na raznoliko sestavo površja. Razgibanost površja kaže tudi na nedavno geološko dejavnost. Najbolj zanimivo je, da Pluton ni zelo gosto posejan s kraterji, kar je verjetno posledica tega, da ima okoli sebe večje število lun.

Sonda *Nova obzorja* zdaj nadaljuje pot globlje v Kuiperjev pas, to je pas majhnih nebesnih objektov, ki so od Sonca oddaljene od 30 do 50 astronomskih enot. Upravljalci sonde in znanstveniki so tudi že določili, kateri je novi cilj sonde. To je majhen aste-

roid z imenom 2014MU69, ki je od Sonca oddaljen približno 43,2 astronomske enote. Nahaja se v približno najbolj gosto poseljenem delu Kuiperjevega pasu. Do asteroida bo sonda predvidoma prispela januarja leta 2019 in takrat bomo gotovo zopet z zanimanjem spremljali dogajanje in nestrpno pričakovali posnetke. To bodo bližnji posnetki od Zemlje najbolj oddaljenega objekta, ki ga bomo obiskali. In če smo se kaj naučili s posnetkov Plutona, bomo tudi tam pričla novim presenečenjem.



*Nebo v oktobru.
Datum: 15. 10. 2015.
Čas: 22:00.
Kraj: Ljubljana.*

Program ekskurzij

Prirodoslovnega društva Slovenije za leto 2015/2016

OKTOBER 2015

- 17. 10. 2015** **MED SOČO IN IDRILJO.** Ogled grobnice Burbonov in Škrabčeve knjižnice v samostanu Kostanjevica v Novi Gorici, Kolovrata (ogled ostankov 1. svetovne vojne na Poti miru), doline Idrije na meji z Italijo, zaključek v Goriških Brdih. Cena: od 25 evrov.

NOVEMBER 2015

- 7. 11. 2015** **BIOEROZIJA IN FOSILNI SLEDOVI.** Vodstvo: dr. Matevž Novak in mag. Matija Križnar. Okvirna cena: od 25 evrov.

FEBRUAR 2016

- 6. - 8. 2. 2016** **BUDIMPEŠTA.** Ogled Prirodoslovnega muzeja, podzemnih jam pod mestom, živalskega vrta in obisk term Szechenyi. Cena: od 190 evrov.
- 27. 2. – 6. 3. 2015** **CIPER.** Ogled zavarovanih območij turškega dela Cipra z naravnimi rastišči tulipanov in orhidej, sipin, gorovja Karpaz ...

MAREC 2016

Boč. Ogled rastišča velikonočnice. Okvirna cena: od 25,00 evrov. *Datum bo objavljen naknadno glede na čas cvetenja.*

APRIL 2016

- 8. – 10. 4. 2016** **CINQUE TERRE.** Ogled Narodnega parka s poudarkom na spoznavanju pestrosti kamnin ob ligurski obali in v zaledju. Vodstvo: dr. Timotej Verbovšek. Okvirna cena: 350 evrov.
- 23. 4. – 2. 5. 2016** **SKRIVNOSTNI EPIR.** Vožnja z ladjo iz Trsta do Igoumenitse, pohod po eni najglobljih sotesk na svetu Vikos, jama Pelumbas pri Ioannini, Metsovo z okolico (geopark), samostani na skalah v Meteori, arheološki nahajališči Dodona in Necropolis ... Okvirna cena: od 1.200 evrov.

MAJ 2016

- 14. 5. 2016** **AVSTRIJSKA KOROŠKA NEKOČ IN DANES.** Ogled nekdanjega rimskega mesta Teurnia, obisk keltske vasi v vasi Breg in živalskega vrta v vasi Rožek. Vodstvo: dr. Marko Frelih. Cena: od 25 evrov.
- 23. 5. 2016** **SMREKOVEC.** Ogled botaničnih in geoloških posebnosti edinega slovenskega vulkana. Hoja: približno 6 ur zložne hoje. Vodstvo: sodelavci Zavoda RS za varstvo narave. Okvirna cena: od 25 evrov.

JUNIJ 2016

- 3. – 5. 6. 2016** **GARDSKO JEZERO Z OKOLICO.** Ogled riževih polj in rižarne v okolici Verone, petroglifov nad Gardskim jezerom, observatorija na Monte Baldu, spoznavanje botaničnih in geomorfoloških značilnosti, ogled Naravoslovnega muzeja v Veroni. Vodstvo: dr. Marinka Pertot. Okvirna cena: od 230 evrov.
- 25. – 26. 6. 2016** **REGIONALNI PARK NOCKBERGE.** Ogled botaničnih in geoloških posebnosti. Okvirna cena: 200 evrov.

AVGUST 2016

- 5. – 19. 8. 2016** **GRUZIJA.** Ogled naravnih znamenitosti Gruzije: step, nižinskih gozdov, prostranstev Kavkaza – botaničnih in geoloških posebnosti Gruzije. Vodstvo: lokalni vodniki. Okvirna cena: 2.200 evrov.

Editorial

Tomaž Sajovic

Molecular biology

A New Look at Cancer: the Role of Long Non-Coding RNAs

Ana Grom, Maja Kostanjevec, Mirjana Malnar, Rok Razpotnik

The central dogma of molecular biology claims that genetic information is stored in protein-coding genes, through the process and translation. Proteins are seen as the main executors of cellular functions and RNA molecules as a link between the nucleotide DNA sequence and amino-acid sequences of proteins. Until recently, non-coding RNAs were therefore seen as a non-functional product of the genome. This idea was later abandoned after the many roles of non-coding RNAs had been identified. The results of the ENCODE project, whose aim is to identify all functional elements in the human genome sequence, indicate that about 70% of the human genome is transcribed, of which less than 2% are translated into protein. About 98% of the human genome therefore consists of non-coding RNAs. Best researched among them are short interfering RNAs (siRNA) and micro RNAs (miRNA). The highest proportion of the sequence consists of lncRNA, whose number in the human transcript is estimated at 20,000. Only a handful of lncRNAs have been studied and identified so far. Research of molecular mechanisms of lncRNA is complex as they have lower levels of expression and are less preserved than miRNA. The role of miRNA and lncRNA in cancer has been the focus of many recent studies.

Medicine

Malaria

Nina Jerala

Malaria is one of the main health problems in developing countries, both in terms of the number of deaths and people infected, with young children bearing the brunt of the disease, and in terms of a country's economic development and poverty reduction. Malaria was known already by ancient civilisations, but today it is the most widespread in sub-Saharan Africa, Latin America and some parts of Asia. It is caused by a single-celled Plasmodium parasite. In the host's body these parasites enter erythrocytes and begin to multiply until red blood cells burst. Malaria begins with flu-like symptoms, but these can soon become severe and life-threatening. The methods of prevention are often questionable or inefficient, and access to suitable drugs is frequently limited. Another pressing problem is increasing resistance against antimalarial drugs that are used in treatment, as the diagnosis of malaria is often difficult and consequently wrong, for a number of reasons. If this drug resistance spreads further we might have to face a disaster of even greater magnitude, both in terms of dramatically higher mortality rates and financially. Although it is a disease that has an enormous impact on a high percentage of the world's population, malaria remains largely overlooked in the Western world. Raising people's awareness both in the developed West and (especially) in the developing countries is of key importance, and the same applies to the help provided by the world's health charity organisations.

Botany

Venus Hair Fern (*Adiantum capillus-veneris* L.) in the Soča Valley (part two)

Daniel Rojšek

The author first became acquainted with Venus hair fern (*Adiantum capillus-veneris* L.) in 1981 when he participated in different projects with the Ljubljana Regional Institute for the Protection of Natural and Cultural Heritage. These included a visit to the hot spring in Spodnje Pirniče or Vikrče, where this fine fern once thrived on a conglomerate rock until a laundry wash basin was built there. The visit revealed there was nothing left of the site. When he began to work at

the Institute for the Protection of Natural and Cultural Heritage Gorica in Nova Gorica in 1984 the author went to see the Venus hair fern at Močila in Avče and at Brizna Grapa above Grahovo ob Bači, which were the only known localities in the Soča Valley at the time. This article discusses only the localities in the territory of Slovenia. More than twenty years ago we recorded six localities of this fern in the Soča Valley, today we know for 23, which is almost four times more. At the time we knew about 19 of its localities in Slovenia, but today we count them in tens. The author is convinced there are more to be found also in the Soča Valley.

Botany

Violet *Limodorum* (*Limodorum abortivum*) also in the Idrija Hills

Tinka Gantar

In Luka Pintar's book *Rože na Slovenskem* (Flowers in Slovenia, 1990: 111) Tone Wraber wrote that the violet *limodorum* (*Limodorum abortivum*) was the only species of its genus which is distributed across the Mediterranean. As it has very little chlorophyll it depends on fungi for its nourishment. It can be found on warm sites also in Slovenia's interior. Its description, sites and distribution in Slovenia were described by Dolinar in his recently published book *Kukavičevke v Sloveniji* (Orchids of Slovenia, 2015: 99). His distribution map indicates several sites in western Slovenia. We know them from the Soča Valley between Tolmin and Kobarid, the lower course of the Idrija, in the Central Soča Valley and Goriška Brda, in the Vipava Valley (also at the foothills of the Trnovski Gozd plateau between Col and Ajdovščina), but not on the plateau itself. Up until now it hasn't been recorded in the Idrija Hills either, and yet it grows here as well.

Physics

Interferometers

Janez Strnad

In the International Year of Light we remember how physicists introduced new measuring techniques employing light. After *Interference and Diffraction* it seems appropriate to look at interferometers which rely on interference and are widely used in science and industry. The extract is the next sequel in the *Brief History of Light*. *Interferometers* are instruments in which electromagnetic wave (or sound) is split into two partial waves that travel in different directions (paths) and then recombine. This creates an interference pattern that can be measured. Some results are very accurate. Interferometers are used in different branches of physics, from oceanography, seismology, research of surface tension in solids, material flows in fluids and gases, to the measurement of wavelength and velocity, as well as in astronomy and industry. There are many different types of interferometers in different versions. The article describes some typical examples with consideration of the latest trends.

New books

Nada Praprotnik: *Rastlinstvo na stezah ovčarja Marka* (Vegetation on the paths of Marko the shepherd)

Jože Bavcon

Our sky

Astonishing Pluto

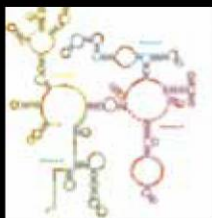
Mirko Kokole

News from our Society

Slovenian Natural History Society's Excursion Programme for 2015/2016

Janja Benedik

Table of Contents



■ *Molekularna biologija*

Nov pogled na raka: vloga dolgih nekodirajočih molekul RNA

Osrednja dogma molekularne biologije trdi, da je genetska informacija shranjena v genih, ki zapisujejo aminokislinsko zaporedje proteinov. Proteine predstavlja kot glavne izvrševalce celičnih funkcij ter molekule RNA zgolj kot vmesni člen med nukleotidnim zapisom DNA in aminokislinskim zapisom proteina. Tako se je na nekodirajoče molekule RNA še nedavno gledalo kot na nefunkcionalni produkt genoma. Vendar nekodirajoče molekule RNA v zadnjem času prihajajo vedno bolj v ospredje znanstvenega zanimanja, med njimi še posebej molekule miRNA in lncRNA, ki imajo pomembno vlogo pri uravnavanju različnih celičnih procesov. Njihovo izražanje je spremenjeno pri več vrstah bolezni, največ raziskav pa je narejenih prav na področju rakavih obolenj. Velika neraziskanost področja nekodirajočih molekul RNA predstavlja številne možnosti za nova odkritja, ki bi obetala boljše razumevanje njihovega delovanja pri razvoju in nastanku raka.



■ *Botanika*

Venerini laski (*Adiantum capillus-veneris* L.) v Posočju (drugi del)

V prejšnji številki Proteusa ste lahko prebrali prvi del tega članka, ki je prinašal uvod in poglavja o imenih laskov in zemljepisnih imenih, lastnostih in značilnostih laskov, odkritjih laskov v Posočju ter opise in lege sedmih nabajališč. Temu besedilu sledijo opisi in lege ostalih šestnajstih nabajališč ter zaključni del in pregled odkritij laskov.



■ *Fizika*

Interferometri

Interferometri so naprave, v katerih elektromagnetno valovanje (ali zvok) razstavijo na delna valovanja, ki jih vodijo po različnih poteh, in nato sestavijo. Iz interferenčne slike, ki jo dobijo, izluščijo merski rezultat. Nekateri rezultati so zelo natančni. Interferometre uporabljajo v različnih vejah fizike od oceanografije, seizmologije, raziskovanja površin, napetosti v trdninah in snovnih tokov v tekočinah in plinih do merjenja valovnih dolžin in hitrosti ter v astronomiji in tudi v industriji.

ISSN 0033-1805

