

PIEDZĪVOJUMI

Indīgā evolūcija

„Pirms jūs šeit esat ienākuši, jums katru cerību būs atstāt laukā,” „Dievišķās komēdijas” dziedājumā „Elle” rakstīja Dante Aligjēri. Rakstīja tā, it kā būtu pabijis Villa Luz. GEO komanda devās izpētīt šo elli Meksikas dienvidos – šo evolūcijas laboratoriju, kurā rodas pavisam jaunas dzīvības formas.

Filips Kolhefers (teksts) Robijs Šons (foto)



Evolūcijas bioloģis Mihaēls Toblers pāris soļos pārvar sērūdens zonu. Tā ir ļoti bīstama dzīvībai, taču dzīvei tajā ir pielāgojusies kāda zivju suga. Toblers vēlas uzziņāt – kā viņai tas izdevies.



Alas pecilijas izskatās kārnas un caurspīdīgas. To āda ir zaudējusi krāsas pigmentus – tumšā tā nav nepilnība. Dažām zivīm ir regresējusi arī redze.



Cueva de Villa Luz. Visapkārt ir piķa melna tumsa. Mums jau ārpusē skaidri lika saprast – šai alā visur ir inde. Mihaēls Toblers – drošs paliek nedrošs – pieliek rokas pie galvas un vēlreiz pārbauda, vai gāzmaska ir izlikta nevainojami.

Sāk sāpēt galva. Un sāp arvien stiprāk. Toblers dzird savu elpu. Vai pirms brīža tā bija tikpat skaļa un aprgrūtināta? Galvas sāpes nav nekāds brīnums – tās ir pirmā saindēšanās pazīme. Spiediens kļūst arvien lielāks. Bet varbūt tās visas ir tikai iedomas?

Pētnieks papurina galvu – it kā tā varētu nokratīt sāpes. Kādu brīdi viņam šajā alā vēl jāiztur. Jo viņš ir iecerējis paņemt pētījumiem nepieciešamas būtnes – Meksikas pečilijas. Tās ir mazas zivtiņas, kuru zinātniskais apzīmējums ir *Poecilia mexicana* (*Cyprinodontiformes*). Tās ir tikai pirkstu garas, caurspīdīgas un gandrīz aklas. Un tās ir perfektas. Perfektas šai nāvējošajai pasaulei.

Šo unikālo zivju dzīvesvieta – Villa Luz ala – atrodas 23 metrus zem zemes Meksikā, Tabasko štatā, ir 350 metrus gara un ir viena no dzīvībai naidīgākajām vietām uz mūsu planētas. Tur sākas strauts, kura avoti daļēji savienojas ar apkaimes naftas laukiem. Tajos baktērijas noārda naftu un šajā procesā rada indīgo sērūdeņradi. Tas savukārt pa iežu spraugām un plaisām ieplūst alā, kur baktērijas gāzi pārvērš sērskābē. No dzilēm augšup kāpj un izplatās arī tvana gāze, amonjaks un

sēra dioksīds. Šāds gāzu kokteilis spēj nonāvēt dažās minūtēs.

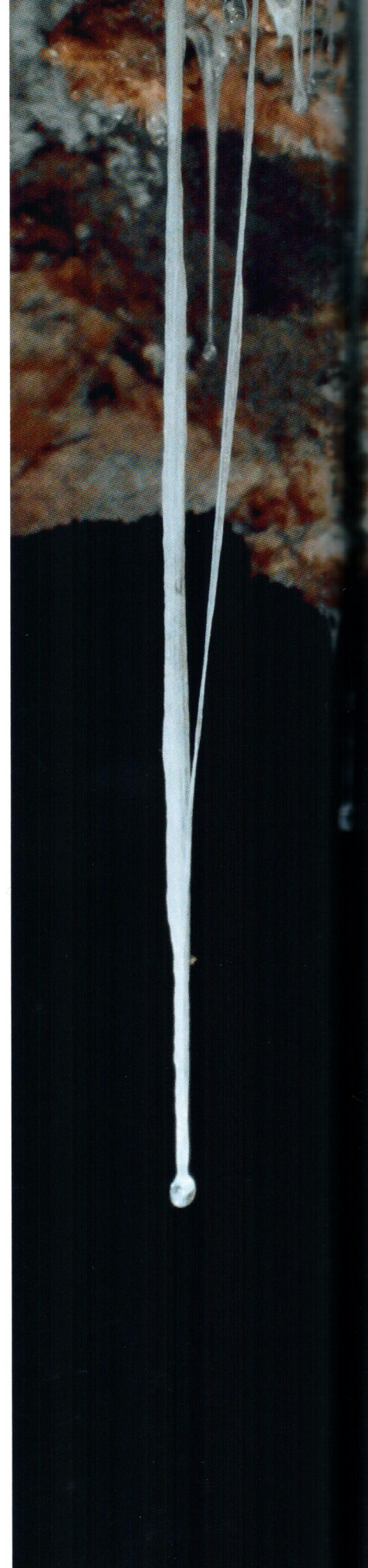
Eju džungļos smird pēc vecām olām – tā ož sērūdeņradis. Tiesa, pēc laika indīgā gāze apdullina ožas receptorus, un deguns to vairs neuztver. Patiesībā šī smaka ir jūtama jau labu gabalu no alas, to var sajūst pat jūdzēm tālu no ieejas pazemē.

Tiem, kas vēlas Villa Luz veikt pētījumus, jāpiesakās alas pārvaldē – būdā uz pakalna. Ja pārvaldnieks pusi dienas no iegājušajiem nesaņem nekādu ziņu, tad sūta tumšajā pazemē glābšanas komandu. Jo pietiek maskai tikai nedaudz noslidēt, nepietiekami novērtēt briesmas, un cilvēks vairs neatgriežas.

Mihaēls Toblers, saukts par Miši, jau deviņus gadus dzīvo ASV, viņš ir 33 gadus vecs evolūcijas biologs no Kanzasas Universitātes ASV. Viņa dzinulis ir jautājumi, kas nodarbina jau vairākas biologu paaudzes – kā rodas jaunas sugas un kā dzīvnieki pielāgojas jauniem apstākļiem. Un ala Villa Luz atbilžu meklēšanai ir īpaši piemērota.

Toblers stāv alas ezera krastā, kura ūdeni bālganu iekrāsojušas sēra daļiņas. Šis kokteilis nav īpaši bīstams cilvēka ādai, taču ir toksisks dzīvniekiem. Tiesa, tas neattiecas uz viņa meklētajām zivīm. Pētnieks noliecas, pieres lampa apgaismo nelielu laukumu, un Miši ķer zivi. Toblers meklē perfektu eksemplāru – tādu, kas šai videi ir piemērojis vislabāk.

Kā rodas sugas? Indes ala sola atbildes uz bioloģijas lielajiem jautājumiem



Puņķi –
tā pētņieki
sauc glumās
baktēriju
kolonijas, pa
kurām lejup
tek sērskābe.
Mihaēlam
Tobleram
tas šķiet
fascinējošs
skats.

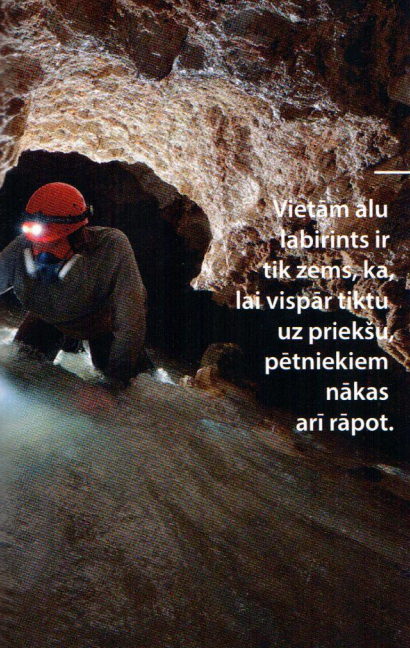




Alas fotogrāfs
Robijs Šēns
ar speciālu
plastmasas
mīklī sargā
kameru no
agresīvajām
alās vielām.



Dažas
pečīlijas ir
pielāgojušās
alās videi, kur
tās kalpo par
barību
ūdensblusām
(attēlos).
Turpretī su-
gas māšas
ārpusē
izskatās tāpat
kā agrāk:
tumšas un ar
lielām acīm.



Vietām alu labirints ir tik zems, ka, lai vispār tiktu uz priekšu pētniekiem nākas arī rāpot.



Te ir tāds gāzu kokteilis, kas nonāvē dažās minūtēs. Bet daži dzīvo un nesūdzas

Toblers te, lejā, pēta ekosistēmu, kas iztiek bez saules gaismas un enerģiju iegūst gandrīz tikai no sērūdeņraža. Un kurā viņa zivīm ir izšķiroša loma.

„Kādas acis!” viņš saka. Alu zivju acis atrodas dziļi galvā, ir mazas un gandrīz nefunkcionē – šajā melnumā tām nav, uz ko skatīties.

Mihaēls elpo smagi un ar pūlēm, kājas viņam ir odu sakostas, rokas – klinšu saskrāpētas. Biologs sper soli atpakaļ un, taustīdamies tumsā, meklē drošu atbalstu. Kaut kur spiedz sikspārņi. Ūdens čalas pēc laika izklausās kā čuksti. Šveicē dzimušais Toblers notupstas un satver zivi. Tad raugās, kur līcis saldēšanas kasti.

Viņam jābūt uzmanīgam. No griestiem šur tur nokarājas snottites jeb puņķi, kā tos sauc pašī pētnieki. Tie ir gari staipīgi veidojumi – mikrobu kopienas. Gar tām uz leju plūst sērskābe, kas saēd kaļķakmeni. Līdz ar to ala nepārtraukti palielinās un kļūst par ģipša putru.

Virs akmeņiem ir paklājs – slidens veidojums ikšķa dziļumā. Tas sastāv no baktērijām, kuras pārtiek no sērūdeņraža un veido pamatu Villa Luz alas barības ķēdei. Jo pecīlijas tur ganās kā govīs zālē. Un tāpat kā govīs tās kļūst par barību citiem. Nirtspējīgiem dižzirnekļiem un putnu zirnekļiem, kas ir tik lieli kā vīrieša plauksta. Arī milzu ūdensblusas sēž ūdensmalā un gaida, kad garām peldēs zivs. Tad plēsējas metas virsū laupījumam, satver to un izsūc sausu; pēc tam ūdenī peld vairs tikai āda.

Vai šī vieta ir unikāla? Pa lielam nē. Arī dziļjūrā ir vietas, kur atrodams sērs. Piemēram, pie hidrotermālajiem avotiem, kur ir vulkānisms, karstums, mūžīgā tumsa, liels spiediens un arī sērūdeņradis. Verdošas substances, kas izplūst no zemes iekšienes, ir pilnas ar minerāliem. Tūkstošiem metru dziļumā šajās vietās

mīt vēži, daudzstartpi, gliemenes un zivis. Tur ir arī barības ķēdes bāze: baktērijas, kas sērūdeņradi izmanto kā enerģijas avotu. Taču nekas uz šīs planētas nav tik neaizsniedzams kā okeānu pagrabs, dziļās pētnieki nokļūst vienīgi ar robotiem un zemūdenēm. Turpretī Villa Luz dzīvības noslēpumus Mihaēls Toblers var pētīt tikai ar gāzmasku.

Miši paskatās uz gāzes detektoru, kas ik pēc 15 sekundēm nosaka gaisa sastāvu. Dati var mainīties zibenīgi. Ja dzīvībai draud briesmas, ierīce iedarbina trauksmes signālu – pīpina un mirguļo kā disko bumba. Šobrīd tā rāda 53 ppm sērūdeņraža. Normāli būtu nulle. Sākot no 10, jāvalkā maska. Pārāk liels sērūdeņraža saturs izraisa elpas trūkumu un nosmakšanas draudus, jo plaušās nogulsnejas ūdens un sarūk eritrocīti, kas organismu apgādā ar skābekli. Tad draud nāve nosmokot. Pētnieki alā nekad neuzturas ilgāk kā stundu dienā.

Miši aplūko paņemtās zivs asti un galvu un maigi noglauda to ar ikšķi. Viņš smaida. Jo zivs viņa rokā izskatās pavisam citāda nekā tās, ka peld gabaliņu augšup. Lai gan abas pieder pie vienas sugas – *Poecilia mexicana*. Radījums viņa rokā ir pierādījums tam, ka suga dalās. Tātad – evolucionē.

Tas, kā rodas sugas, līdz galam nav noskaidrots arī divus gadsimtus pēc Darvina. Tiek lēsts, ka uz mūsu planētas ir 20 miljoni sugu, lai gan līdz šim aprakstīti ir tikai 2 miljoni. Lielākā daļa no tām attīstījušās izolācijā, un to veicina dažādas jaunizveidojušās nodalošās barjeras, kā ūdeņi, kalni un tuksneši. Tie līdz šim vienotu populāciju sašķēļ grupās, un tās vairs nevar savā starpā pāroties. Laika gaitā abas grupas pielāgojas jaunajai videi. Šo evolūcijas procesu sauc par allopatrisko sugu veidošanos.



Taču viss var notikt arī citādi: jaunu augu un dzīvnieku sugu rašanās var noritēt arī bez telpiskas nodalīšanas. Piemēram, kad divas vienas sugas populācijas vairs nesatiekas uzvedības atšķirību dēļ. Kā Mangaraharas cihlidas Nikaragvas krāteru ezeros, kur vienas izcelsmes formas pēcteči vienkārši ieņem atšķirīgas ekoloģiskās nišas un līdz ar to atstās dažādi. Tā arī tikai pirms nedaudziem gadiem pētnieki Vācijas rietumos atklāja uguns salamandras, kas sašķēlušās divās ģenētiski atšķirīgās grupās – kā sekas, kas radušās, pielāgojoties vairošanās procesam stāvošā un tekošā ūdenī. Speciālisti to sauc par simpatrisko sugu veidošanos.

Tieši pēdējais variants zinātni nodarbina arī mūsdienās. Vai var notikt tā, ka kādas sugas indivīdi nonāk ekstrēmā dzīves vietā un tur pāriet uz jauniem barības avotiem?

Villa Luz varētu būt tieši šāds modelis. Jo principā peclijas dzīvo arī strautā pie indes alas, un abas populācijas nešķir akmens sienu. Starpība ir vienīgi tā, ka, plūstot uz leju, strautā mazinās sērūdeņraža daudzums.

Pecilijas strautā ir tikpat mazas kā radinieces alā, bet citādi atšķirības starp abām grupām ir milzīgas. Alas iemītnieces ir gandrīz caurspīdīgas, zem ādas ir redzami pat asinsvadi. Tās ir ievērojami kārnākas, līdz ar to galva izskatās lielāka. Viņām

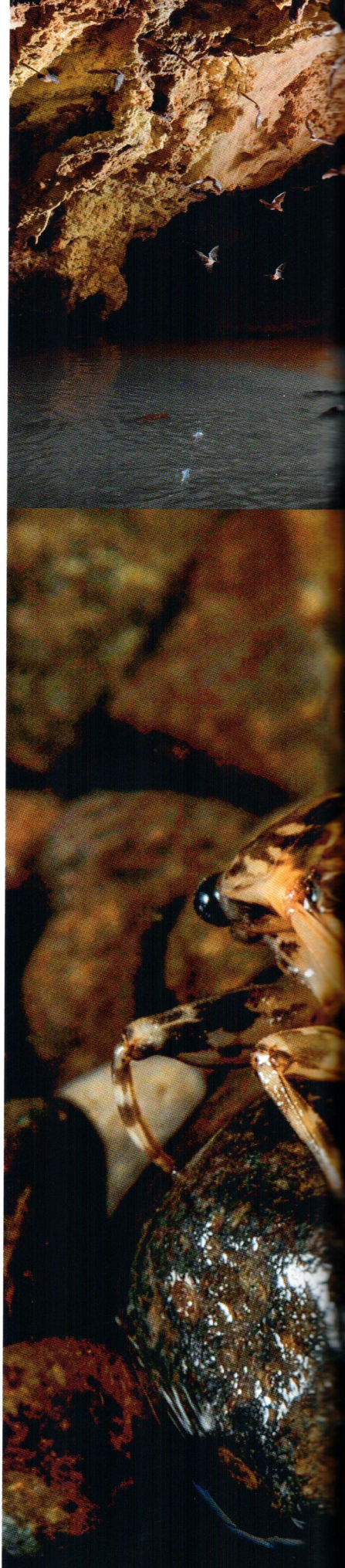
ir palielinātas žaunas un liela apakšlūpa – ar tādu vieglāk var sakampt gaisu. Turklāt asinis ir vairāk eritrocītu, tāpēc tās spēj izdzīvot ar skābekli nabadzīgajā ūdenī. Uz zivs ādas ir īpaši daudz garšas uztvērēju, un tām ir jutīga sānu līnija, ar ko tiek fiksēti tuvāki un tālāki priekšmeti. Alinieces apkārtnei nevis redz, bet uztver ar citām sajūtām. To acis atrodas dziļi galvā, un tām ir maz redzes šūnu. Alas zivis no sugas māsām ir atdalījušās maksimums pirms 40 000 gadu.

Bet kāpēc? Ūdenī taču nav barjeras! Viņas vēl joprojām varētu savstarpēji pāroties, taču – to nedara. Vismaz ne bieži un ne veiksmīgi, jo jaukto pāru pēcnācēji ātri nomirst, tie nespēj pielāgoties ne vienai, ne otrai dzīves telpai. Populācijas acīmredzot atrodas agrīnajā sugu veidošanās stadijā. Un Toblers ir tās liecinieks.

Lai gan zivis no alas var izpeldēt laukā, atpakaļceļa iekšā tām vairs nav: zivs, kas noķerta lejpus upei, zili pelēka, ar lielām acīm, masīvu rumpi, ielikta Villa Luz ūdeņos, nomirst ne vēlāk kā pēc divām dienām. Turpretī alu iemītnieces var atindēt sērūdeņradi. To ķermenis noārdītās vielas vienkārši izvada ārā.

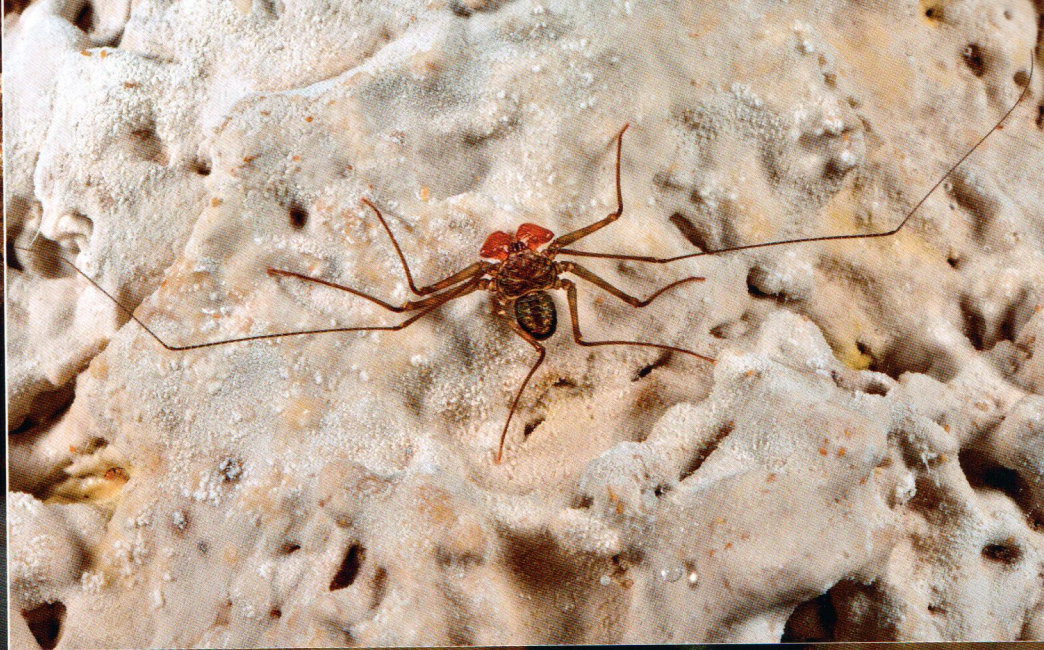
Arī abu grupu izturēšanās atšķiras. Ārpusē sugas mūsu agresivitāte alu iemītniecēm nav novērojama. Iespējams, to sekmējusi pielāgošanās dzīvei tumsā. Vai arī ģenētiskā kareivīguma programma vienkārši izmaksā pārāk dārgi, ja to alas diķu drūzmā izmanto pārāk bieži.

Bet kad pienāk brīdis runāt par jaunu sugu? Tas jau vairākas desmitgades ir viens no bioloģijas lielajiem jautājumiem. Bioloģija klasificē sugas, sniedz mums pārskatu par dzīvo pasauli, taču tas bieži vien ir pretrunā ar realitāti, jo evolūcija nekad neapstājas – arī ne Villa Luz indes alā. Pārmaiņas, lai arī lēni, taču notiek nepārtraukti. Kurš nemsies izlemt, kad sugas sadalīšanās ir



Villa Luz ala ir piemērs tam,

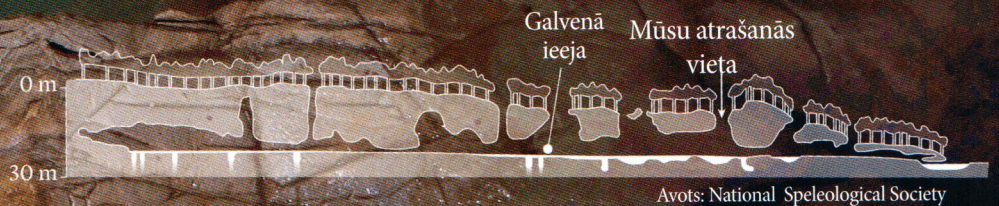
cik ekstravaganta var būt evolūcija



Alu apdzīvo
blusas, frīni
sīkspārņi. Un
viss ir atkarīgs
no baktērijām
zivis tās ēd no
paklājveida
kolonijām
Ūdensblusas
izsūc zivis un
pārnēsā uz
muguras
barības vielām
bagātās olas

Pecilijas GEO
fotogrāfa
luktura
gaismā.
Dzīvodamas
alas tumsā,
tās ir
zaudējušas
sākotnējo
agresivitāti.





CUEVA DE VILLA LUZ Cauri 350 metrus garajai alai, kas šeit redzama sānskatā, plūst neliels strauts (1–8 metrus plats un līdz 2 metriem dziļš), kam ārpusē ir dots nosaukums Azufre (pa labi). To baro pazemes ūdens avoti, kas var saturēt sērūdeņradi,

kam daļai ir biogēna izcelsme. Ūdens un baktēriju radītā sērskābe saēd mikstos iežus, un veidojas dobumi, spraugas un plaisas. Ja lietusmeža noaugušie alas griesti kļūst pārāk plāni, tie iegrūst sēra baseinā un rada jaunas ieejas indes alā.

BRĪNUMAINĀS BŪTNES DZĪLĒS

Cueva de Villa Luz tumsā zinātnieki pēta ne tikai jaunu sugu rašanos. Viņi meklē arī ekstrēmas dzīvības formas. Jo vietā, kur inde vidi padara par istu elli, veidojas īpaši izturīgi mikrobi, kas varētu būt salīdzināmi ar tiem, kas apdzīvo līdzīgas vietas kosmosā: tuvākus un tālākus Visuma ķermeņus, piemēram, tuksnešaino Marsu vai arī eksoplanētas, kuru skaitu lēš uz 1800.

Analizējot mikroorganismu izdzīvošanas stratēģiju

Zemes alās, iespējams, atradīsies norādes uz to, kāda varētu būt dzīvība uz citām planētām. Ārpuszemes bioloģijas speciālisti visā pasaulē dodas alās, lai iegūtu nezināmas baktērijas un citus viensūņus. To dažādība ir milzīga, un tiek pieļauts, ka pēc sugu skaita un biomasas to ir vairāk nekā mikrobu uz Zemes virsmas.

Dzīlās biosfēras pētniecība kalpo arī citam mērķim –

jauna veida medikamentu meklējumiem. Pazemes sīkbūtnes, kā arī sīkbūtnes no sālsezeriem un termālajiem avotiem tiek uzskatītas par cerīgu avotu nākotnes iedarbīgajām vielām, jo tās spēj pastāvēt pret ļoti agresīvu vidi, indēm, karstumu, parazītiem un ienaidniekiem. Ekstremofili jeb mikrobi no skarbās zonas savai aizsardzībai, šķiet, izstrādā ļoti efektīvas substances. Tās varētu veidot pamatu preparātiem pret baktērijām, kas kļuvušas rezistentas pret antibiotikām. Eksperimentā ar alas baktērijām ir atklāts, ka tās spēj tikt galā pat ar audzēja šūnām.

pabeigta? Turklāt process var pavērsties atpakaļ, ja, piemēram, robeža pazūd un dzīves telpas atkal apvienojas. Tā notiktu, ja, piemēram, Meksikas indes alā pēkšņi pazustu sērūdeņradis.

Miši grib uzzināt, kas virza evolūciju alā un kādi mehānismi nosaka zivju atšķirības. Tāpēc pētnieks, meklējot spilgtas atšķirības, savām zivīm izņems ne tikai muskuļus, žaunas un acis, viņš Kanzasas laboratorijā zem mikroskopa paliks un salīdzinās arī aknas. Visticamāk, indi neitralizē tieši aknas un žaunas. Kā mazais ķermenis ir spējis šos orgānus tā pielāgot? Tas noved pie jautājuma: kādi gēni nosaka kādu pielāgošanos?

„Mēs vēl nezinām arī to, kā pārmaiņas sākušās un no kurienes alas iemītniecēm radusies neuzņēmība pret sērūdeņradi.” Taču Tobleram jau ir idejas. Iespējams, dažas zivis uz laiku bijušas ieslēgtas alā, piemēram, pēc akmeņu nogrūvuma. Vai arī daži indivīdi barības krīzes dēļ devušies Villa Luz tumsā un atklājuši sev jaunu dzīves telpu ar ievērojami mazāku konkurenci uz ēdamo.

Tomēr Tobleram ir skaidrs, ka sugu veidošanās process alas iekšienē vēl joprojām turpinās, jo adaptējušies dzīvnieki reiz bijuši zaudētāji vecajā dzīves telpā ārpusē. Atkal izpeldēt ārā? Alas zivīm šāds variants neder.

Miši taisās laukā no alas. Vēlreiz brien cauri ezeram. Garām šaurām spraugām un lieliem dobumiem. Bieži vien nākas mesties uz ceļiem, un tad viņš sev pa priekšu stumj saldējamo kasti. Turot kasti virs galvas, Toblers virzās uz liela akmens pusi. Viņš grib savākt vēl pāris ūdensblusas, secēt tās un aprakstīt, jo viņu suga vēl nav noteikta. Nav skaidrs arī tas, vai blusas ir izolētas no savām ārpusaules radniecēm tāpat kā zivis.

Taču vispirms Toblers tās ieliks pie zivīm akvārijā un vēros, cik ilgā laikā tās kādu noķers. Kad izsalkums tās dzīs medībās? Viņš nokabina no jostas vecu ūdens pudeli un noliek saldējamo kasti uz akmens. Miši smagi elpo un tā vien gribētu noņemt masku. Varbūt to tagad jau var pat darīt, jo alas izeja vairs nav tālu, tumsā ieplūst svaigs

gaiss un gāzes detektors rāda cilvēkam pieņemamus parametrus.

Toblers atver masku, sekundi ieelpo un vēro ūdens virsmu: trīs blusas klīns plaisā. Viena mātīte un divi tēviņi, kam uz muguras ir olas. Viņš uzmanīgi izņem no kabatas ķeramo tikliņu. Mātīte izsprūk un ienirst pie nainajā šķidrumā kaut kur Tobleram starp kājām, un drīz vien pazūd skatienam. Tēviņi nonāk pudelē.

„Tagad pietiks,” saka pētnieks. Viņš sper soli uz priekšu un – iegrimst līdz krūtīm. Saldējamo kasti viņš tur paceltu, pudele iegrimst ūdenī, tad izlec ārā un aizpeld metru nostāk. Toblers to sakampj, pudele šūpojas, blusas nervozē. Un tad vienā mirklī kukaiņu mugura eksplodē! Ir atvērušās olas! No tām izlec viens, divi, trīs, četri... desmit... divpadsmit mazuļi un knaši airējas pa pudeli šurpu turpu.

Pie alas gaida divi studenti. Abi ir ķēruši zivis lejup pa upi – eksemplārus salīdzināšanai. Jaunieši ir bruņojušies ar nažiem un griežamo dēli, piezīmju kladi, daudzām mēģenēm, tiklu un ķeramo tikliņu.

„Gāja labi?” prasa Toblers.

Viņi pamāj, un Mihaēls apsežās. Ala ir aiz muguras. No apģērba notek ūdens.

Toblers noliek sev blakus saldējamo kasti, paņem griežamo dēli un skalpeli. Tad atver kasti, paņem pēdējo noķerto zivi – perfekto alas eksemplāru, kas ārēji vislabāk pielāgojies sēra ellei. „Nāc šurp, draugs,” viņš saka un noliek zivi uz dēļa. „Tikai mieru, viss būs labi,” un paņem skalpeli. Viņš iegriez skaustā. Izņem žaunas, aknas, zarnas un acis. Tad ieliek orgānus tvertnē un atlikumu aizmet mežā.

„Man bija deviņi vai desmit gadi, kad es dāvanā saņēmu savu pirmo akvāriju. Kur pirmais – tur otrs. Kur otrs – tur trešais, un tā tālāk. Es vairs nevarēju bez zivīm dzīvot,” atceras Toblers. Uz viņa T-krekla ir rakstīts: „So many fish, so little time.” Un šādi arī rit viņa dzīve – pilna atklājumu un cerības rast atbildes uz bioloģijas lielajiem jautājumiem. ■

■ ■ ■ *Kopš autors FILIPS KOLHEFERS atgriezās no alas, GEO redakcijas skapī ir parādījusies gāzmaska. Ekspedīcijas tērpu gan nācās izmest.*