

VERKOJ

Hejmo por verkistoj
kaj legantoj

Search



Menu

Kiel la Vivo Aperis sur la Tero

La unua ĉapitro el la libro “Kiel la vivo aperis sur la Tero”, de Nikolao Gudskov

Scienca redaktoro: Amri Wandel
Moskvo, «[Impeto](#)», 2011

80 paĝoj, ilustrita. (Serio “Familia biblioteko”) ISBN
978-5-7161-0224-8

[Mendi en libroservo de UEA](#)



Enkonduko

La demando, ĉu ekzistas vivo ekster la tero, ĉiam fascinis la homaron. Kiel unu el miaj plej ŝatataj esplor- kaj instru-fakoj, mi traktas tiun fascinan temon en mia libro “La Kosmo kaj Ni” kaj en pluraj prelegoj kadre de la Internacia Kongresa Universitato. Tiu ĉi libro tuŝas rilatan demandon, ne malpli ravan kaj misteran: kiel estiĝis la vivo sur nia planedo. Plena kompreno de la komenco de biologia kemio, de la transiro de simplaj organikaj molekuloj al kompleksaj molekuloj kiel proteinoj kaj DNA en la pra-Tero, ankoraŭ estas for: la scienco tiurilate ne multe progresis de la fama eksperimento de Urry kaj Miler antaŭ duonjarcento. Despli mankas informoj pri la sekva paŝo – la transiro de la unuaj mem-

multobligantaj molekuloj al vivantaj ĉeloj, ĉu arĥeoj, la pra-bakterioj, aŭ kompleksaj multĉelaj vivantaj estaĵoj kiel ameboj, plantoj kaj homoj. Kial gravas tiuj demandoj? Unue, ni ŝatus kompreni de kie ni venas: kiel evoluis niaj biologiaj radikoj, kiam kaj kiel okazis la transiro de senviva materialo al vivantaj, evoluigantaj estaĵoj. Due, kompreno de tiu evoluo estas ŝlosila paŝo survoje al solvo de la demando, ĉu povas ekzisti vivo en la kosmo ekster la Tero. La kosmo estas tre malfavora medio por evoluo de vivo simila al tiu surtera. For de la steloj ĝi estas preskaŭ tute malplena kaj tre malvarma. La steloj mem estas similaj al nia Suno – fornegoj de bolanta gaso, multe tro varmaj por kiu ajn formo de vivo. La loko taŭga por trovi vivon en la formo konata al ni estas do la regiono ĉirkaŭ la steloj – ne tro for kaj ne tro proksima, kie la temperaturo sur eventualaj planedoj ebligas likvan akvon (kompreneble, tiu kondiĉo rezultas de la hipotezo, ke por evoluo de vivo kiel ni konas estas bezonata likva akvo; eblas imagi vivon, kiu estas bazita sur aliaj kondiĉoj kaj elementoj, sed ni ne havas pruvon ke tia vivo efektive ekzistas). Dum multaj jaroj oni kredis ke ekzistas vivo sur la planedo Marso. Per teleskopo oni povas vidi misterajn liniojn sur la surfaco de Marso, kaj oni supozis, ke ili estas artefaritaj kanaloj, eble fositaj por konduki akvon. En la lastaj jardekoj oni sendis esplor-raketojn al Marso kaj nun ni scias, ke ĝi estas seka, malvarma dezerto kaj ke en ĝia maldensa atmosfero mankas oksigeno. Ne eblas tamen refuti la eblecon ke ekzistis sur Marso primitiva vivo antaŭ miliardoj da jaroj. Fine de la antaŭa jarcento oni trovis en meteorito el Marso spurojn, kiujn kelkaj sciencistoj interpretis kiel primitivaj pra-bakterioj. Ĉu vivo povintus aperi, aŭ efektive aperis, sur Marso samkiel sur Tero? Ĉu eblas ke la vivo sur Tero efektive alvenis de Marso aŭ de alia planedo? La respondo al tiuj demandoj estas forte ligita al la demando kiel komenciĝis la vivo sur la Tero. Eĉ se montriĝos, kiel multaj sciencistoj kredas, ke el la planedoj de nia sun-sistemo nur Tero estas taŭga por vivo, tamen eblas trovi vivon sur aliaj planedoj ekster nia sun-sistemo. La nombro de la steloj estas tre granda: en nia Galaksio troviĝas pli ol cent miliardoj da steloj. Eĉ se nur malgranda parto de ili posedas planedojn, eblas trovi multajn planedojn kun taŭgaj kondiĉoj por evoluo de vivo. En la lasta jardeko astronomoj trovis centojn da planedoj ĉiukau steloj relative proksimaj al ni ("nur" dekoj da lumjaroj, sed milionoble pli foraj ol la distanco inter la Tero kaj la Suno). Kelkaj el tiuj plandeoj eĉ similas al Tero laŭ grandeco kaj konsisto. Ĉu vivo simila al Tereca vivo ekzistas sur kelkaj el ili? En la proksima estonteco oni esperas konstrui satelitajn teleskoparojn en la spaco, kiuj povos analizi la lumon reflektatan de tiuj plandeoj kaj esplori la kemian konsiston de iliaj atmosferoj. Se montriĝos ke ekzistas tie elementoj kiel oksigeno kaj molekuloj kiel metano, kiujn produktas vivaj estaĵoj, oni povos konkludi ke evoluo de vivo estas ofta fenomeno en la Kosmo, kaj ne unika al nia Tero. Eble la sama konkludo validas ankaŭ pri inteligenteco kaj civilizacio. Sed la respondon al la baza demando, kiel komenciĝis tiu vivo kaj kiuj kondiĉoj estas bezonataj por la evoluo de vivo, eblas verŝajne trovi ne en foraj planedoj kaj enormaj distancoj, sed ĉe nia hejmo; ne per teleskopo sed per mikroskopo.

Amri Wandel – scienca redaktoro

La Unua Ĉapitro – Kio estas vivo?

Por kompreni, kiel aperis la vivo sur la Tero, necesas iel imagi, kion ni komprenas, kiam diras “la vivo”. Ŝajnas, ke distingi vivan organismon de malviva objekto ni ĉiam povas, sed ne ĉio estas tiom simpla. Ajna provo doni striktan difinon al la nocio kondukas al rezulto aŭ tro ĝenerala (kaj tial praktike senutila), aŭ neplena. Jen, ekzemple, kiel difinis la vivon la angla biofizikisto John Bernal: “La vivo estas parta, seninterrompa, progresanta, multflanka kaj interaganta kun la medio memrealigo de la potencialaj eblecoj de la elektronaj statoj de la atomoj”. Kaj jen la difino de la rusa matematikisto Aleksej Liapunov: “La vivo estas alte stabila stato de la substanco, uzanta por ellaboro de konservantaj reagoj informadon, kodigatan en la stato de apartaj molekuloj”. La difinoj tre bele aspektas, sed apenaŭ donas klaran imagon pri la afero kaj helpas solvi konkretajn demandojn...

Plej ofte oni listigas ecojn, kiuj kune estas propraj por la vivaj sistemoj: disvolviĝo de la pli simpla al pli komplika (el fekundita ovoĉelo kreskas multĉela organismo), ekzisto en la konstanta cirkulado de substancoj (interŝanĝo de la substancoj kun la medio), kapablo konservi informojn, sinreproduktado, kondukanta al multobliĝo, kapablo evolui. Tamen ĉiu el la ecoj aparte troveblas ankaŭ en malvivaj sistemoj: guto kreskas kaj disdividiĝas, komputilo havas memoron, simpla akva funelo super elflutruo de bankuvo ekzistas pro intreŝanĝo de la substance kun la medio kaj konservas sian strukturon malgraŭ plena ŝanĝo de la substanco. Evoluo – disvolviĝo kun plikomplikigo de la strukturo – estas eco de la stelsistemoj. Aliflanke, tigo de riba arbusto, konserviĝanta en likva nitrogeno, ĝis la monmento, kiam oni ĝin malfrostigas, malfacile distingeblas de fosilio; plejmulto de tute vivaj formikoj en formikejo ne kapablas sin reprodukti. Tial kompili tutcertan liston da vivaj ecoj oni ne sukcesas. Krome, necesas konsideri, ke la vivaj sistemoj riveliĝas sur diversaj organizaj niveloj iom malsame, sed ekster tia plurnivela organizo ne ekzistas: ekzemple, multĉela organismo konsistas el ĉeloj, kaj samtempe ne povas ekzisti sen kunagado kun aliaj organizmoj en biocenozo, ktp. Kompreni, kiel aperis la vivo, eblas nur, se ni komprenos, kiel kaj kial aperis ĉiu el ĝiaj esencaj ecoj (eĉ se ili ne ĉiam riveliĝas) sur diversaj strukturaj niveloj.

Feliĉe (aŭ domaĝe!) ni dume konas nur unusolan specon de vivo – la teran. Kaj ĝin eblas karakterizi per la kemia bazo, specifeco de kiu baziĝas sur la ecoj de la organikaj substancoj, t.e. kombinaĵoj de karbono kun hidrogeno, oksigeno, nitrogeno, sulfuro kaj fosforo, funkciantaj en akvaj solvaĵoj. Dank’ al iuj certaj ecoj de substancoj, sur kiuj baziĝas la vivo, ni ĉiam povas kompreni, ĉu rilatas – aŭ rilatis – trovitaj fragmentoj, strukturoj, kombinaĵoj al la vivo aŭ al neorganika materio.

Ekde mezo de la 19-a jc., kiam Louis Pasteur atentis la fenomenon kaj detale ĝin esploris, oni konsideras la asimetrion de la biologiaj molekuloj – kaj monomeroj, kaj konstruitaj el ili polimeroj – kiel gravan apartigilon de la vivo.

Se al atomo de karbono – kies ĉiuj ligoj estas egalaj, kaj direktitaj al verticoj de tetraedro, ligiĝas kvar diversaj radikaloj, do la rezultantan molekulon ne eblas sekci per ebena de

simetrio. Eblas du izomeroj de tiaj molekuloj – la delstra (D) kaj maldekstra (L), kiuj estas reciproke spegulaj reflektaj unu de la alia. Kemie ili identas, kaj diferencas nur per tio, ke iliaj solvaĵoj malsame turnas ebenon de polarigita lumo – dekstren aŭ maldekstren (notu tamen, ke direkto de turno de la lumo ebena ne dependas de la formo de la molekulo – ĉe iuj substancoj D-izomeroj turnas la lumon dekstren, ĉe aliaj substancoj – maldekstren). Tiu eco nomiĝas *optika aktiveco* de asimetriaj molekuloj. Pro optika aktiveco tiaj izomeroj nomiĝas optikaj; alia ilia nomo estas *stereoizomeroj*, ĉar ili diferencas per stereostrukturo. Evidente, komplikaj organikaj substancoj povas havi po pli ol unu asimetria karbona atomo, tiuokaze unu substanco povas havi ne du, sed plurajn stereoizomerojn...

Per ordinara kemia sintezo eblas ricevi nur egalkvantan miksaĵon de la D- kaj L-izomeroj, kiu optikan aktivecon ne havas. Kaj por ordinariaj kemi-analizaj metodoj la stereoizomeroj ne diferencas. Sed la viva ĉelo distingas la izomerojn tre facile: aktivaj centroj de la biologiaj kataliziloj (fermentoj) povas korespondi nur al unu el ili – same, kiel al la dekstra mano eblas surmeti nur la dekstramanan ganton, sed ne la maldekstramanan. Fermento kaj la molekulo de substrato rilatas, kiel ŝlosilo kaj seruro – kaj per la spegula reflektado de ŝlosilo malfermi la seruron maleblas. En la ĉelo ekzistas nur maldekstraj aminoacidoj kaj dekstraj sukeroj. Sekve, asimetrias ankaŭ polimeroj, kiuj el ili konsistas: proteinoj formas maldekstrajn spiralojn, kaj nukleaj acidoj (dank' al aukeroj-pentozoj, kiuj estas en la bazo de ilia strukturo) – dekstrajn. Orde turniĝintaj spiraloj de la biologiaj polimeroj korespondas al la kristala strukturo de la akvo, en kiu ili funkcias: ili kvazaŭ “enŝraŭbiĝas” en ĝin!

Spurojn de la vivo eblas ĉiam trovi pro la optika aktiveco, aŭ *ĥireco* (de la graka vorto χεῖρ – mano) de la organikaj substancoj. Sed kiamaniere en vivaj sistemoj iam aperis ĝuste tiu elekto – ĝuste maldekstraj aminoacidoj kaj dekstraj sukeroj, sed ne male – ĉu hazarde aŭ da tiaj izomeroj iam ĉe la komenco de la vivo ial, pro certaj fizikaj kaŭzoj sur la antikva Tero formiĝis pli, restas enigmo.

La dua distinga trajto de la vivaj organismoj estas la izotopa konsisto. La kaŭzo estas tiu, ke la samaj kemiaj reakcioj en la vivaj organismoj kaj en malviva naturo pasas per malsamaj vojoj: ekzemple, kaj dum brulo kaj dum spiro la organikaj substancoj oksigeniĝas ĝis la karbondioksido kaj akvo, sed en la unua okazo la reakcio estas unuŝtupa, kun aktiva eligo de varmo, sed en la dua – multŝtupa, kun tre ŝparema elspezo kaj provizado de energio. Diversaj izotopoj de la sama element pro diferenco de siaj masoj eniras la reakciojn kun malsamaj rapidecoj, kaj, do, en la rezultaj produktoj, depende de la tipoj de la reakcioj, ili akumuliĝas en diversaj proporcioj. Ekzemple, la biogena karbono, trairinta la vivajn organismojn, havas malplimulte da izotopo ^{13}C kompare al karbono, eliranta el la terprofundoj.

© 2018 Verkoj

