

Chemická evoluce života v pekle rané Země

RNDr. Martin Ferus, Ph.D.

Vědecký pracovník v Oddělení spektroskopie,

Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i., Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8

Anotace přednášky:

Historie Země se začala psát před nepředstavitelně dlouhou dobou. Tehdy krajina kolem nás vypadala zcela jinak. Nebe mělo patrně oranžovou barvu, pevnina byla pustá, tvořená tmavými lávovými poli, sopečnými vulkány a hlubokými krátery, bylo zde spalující horko, drtivě vysoký tlak a atmosféra tvořená nejprve vodíkem, methanem, oxidem uhelnatým, formaldehydem, kyanovodíkem a čpavkem,^{1,2} později patrně spíše oxidem uhlíčitým s příměsí dusíku a vysokým obsahem horké vodní páry.³ Takový vzduch by nás okamžitě zadusil. Později mohutné lijáky za teplot stovek stupňů naplnily první horké, slané a pravděpodobně jedovaté oceány⁴ obsahující např. kyanovodík.⁵ Přesto v těchto na první pohled nehostinných podmínkách vznikl život⁶ a celé životní prostředí podleho dalekosáhlým změnám, takže naše planeta se změnila k nepoznání. Celé generace vědců se již po více než sto let⁷ snaží vědeckými metodami odkrýt chemickou a fyzikální podstatu tohoto přerodu horkého a nepřátelského světa v zelenomodrý drahokam. Jednou z obecně přijímaných teorií zabývajících se vznikem biomolekul se v nedávné době stal scénář syntézy nukleových bází,^{8,9} cukrů¹⁰ a glycinu iniciované rázovou vlnou způsobenou dopadem asteroidu. Mateřskou sloučeninou pro takovou syntézu může být formamid, formaldehyd, ale i jednoduchá směs oxidu uhelnatého a amoniaku. Nově bylo dokázáno, že kromě toho, že v takto nepřátelských podmínkách je takový proces vůbec možný, hrají ve zmíněné chemii významnou úlohu jen zlomek vteřiny existující dostatečně reaktivní, avšak v podmínkách plazmatu obtížně rozložitelné radikálové fragmenty, jako CN či NH. V přednášce se vydáme právě po této stopě, osvětlíme si chemii vzniku biomolekul v kontextu současných teorií o složení rané zemské atmosféry, datace prvních živých struktur a vysoké četnosti impaktů mimozemských těles.

Literatura:

- (1) Hashimoto, G. L.; Abe, Y.; Sugita, S. The Chemical Composition of the Early Terrestrial Atmosphere: Formation of a Reducing Atmosphere from Cl-like Material. *J. Geophys. Res.* **2007**, *112* (E5), E05010.
- (2) Yang, X.; Gaillard, F.; Scaillet, B. A Relatively Reduced Hadean Continental Crust and Implications for the Early Atmosphere and Crustal Rheology. *Earth Planet. Sci. Lett.* **2014**, *393*, 210–219.
- (3) Trail, D.; Watson, E. B.; Tailby, N. D. The Oxidation State of Hadean Magmas and Implications for Early Earth's Atmosphere. *Nature* **2011**, *480* (7375), 79–U238.
- (4) Cavosie, A. J.; Valley, J. W.; Wilde, S. A. Magmatic Delta O-18 in 4400-3900 Ma Detrital Zircons: A Record of the Alteration and Recycling of Crust in the Early Archean. *EARTH Planet. Sci. Lett.* **2005**, *235* (3-4), 663–681.
- (5) Saladino, R.; Crestini, C.; Costanzo, G.; DiMauro, E. Advances in the Prebiotic Synthesis of Nucleic Acids Bases: Implications for the Origin of Life. *Curr. Org. Chem.* **2004**, *8* (15), 1425–1443.
- (6) Bell, E. A.; Boehnke, P.; Harrison, T. M.; Mao, W. L. Potentially Biogenic Carbon Preserved in a 4.1 Billion-Year-Old Zircon. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **2015**, *112* (47), 14518–14521.
- (7) Oparin, I. The Origin of Life. *Nord. Med.* **1961**, *65*, 693–697.
- (8) Ferus, M.; Nesvorný, D.; Šponer, J.; Kubelík, P.; Michalčíková, R.; Shestivská, V.; Šponer, J. E.; Civiš, S. High-Energy Chemistry of Formamide: A Unified Mechanism of Nucleobase Formation. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **2015**, *112* (3), 657–662.
- (9) Ferus, M.; Civiš, S.; Mladek, A.; Šponer, J.; Juha, L.; Šponer, J. E. On the Road from Formamide Ices to Nucleobases: IR-Spectroscopic Observation of a Direct Reaction between Cyano Radicals and Formamide in a High-Energy Impact Event. *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, *134* (51), 20788–20796.
- (10) Civiš, S.; Szabla, R.; Szyja, B. M.; Smykowski, D.; Ivanek, O.; Knizek, A.; Kubelík, P.; Šponer, J.; Ferus, M.; Šponer, J. E. TiO₂-Catalyzed Synthesis of Sugars from Formaldehyde in Extraterrestrial Impacts on the Early Earth. *Sci. Rep.* **2016**, *6*.



RNDr. Martin Ferus, Ph.D. (1983)

Martin Ferus vystudoval fyzikální chemii na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy a od roku 2005, od bakalářských studií, působí na Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i. Jeho prvotní specializací bylo studium spalovacích procesů pomocí spektroskopických technik (v rámci bakalářské práce), v ústavu dále realizoval svou diplomovou práci a posléze i dizertační práci (obhájena v roce 2012, téma Studium nestabilních částic a prekurzorů biomolekul pomocí spektroskopických technik).

V současnosti pracuje jako vědecký pracovník v Oddělení spektroskopie. Během svého dlouhodobého působení v Oddělení spektroskopie dosáhl celé řady vědeckých výsledků. V rámci spektroskopických experimentů s laserovou ablací se věnuje identifikaci nových dosud nepopsaných spektrálních přechodů vysoce excitovaných atomů ve spektrech Slunce a hvězd, spektrům a chemickému složení meteorů a chemické evoluci základních biomolekul ve vesmíru a na raných planetách. O této problematice úspěšně přednáší studentům PŘF UK v Praze a v popularizační formě i středoškolákům v rámci různých programů ÚFCH JH. Ve vzdělávacím a popularizačním projektu ÚFCH JH s názvem Tři nástroje je již několik let zapojen coby školitel odborných SŠ praxí a stáží. Jeho vědecké výsledky byly vědeckou komunitou oceněny: Cena J. Hlávky (2015), Prémie O. Wichterleho pro mladé vědce (2016) a Cena Učené společnosti pro mladé vědce (2016).

Martin Ferus je autorem téměř čtyř desítek publikací uveřejněných v respektovaných mezinárodních i českých časopisech, včetně Journal of the American Chemical Society či Astronomy & Astrophysics.