

Astrobiológia

Úvod do kurzu - sylabus

Astrobiológia ako veda

História

Súčasnosť

RNDr. Tomáš Paulech, PhD.
KAFZM, FMFI UK

Sylabus

- Astrobiológia – čo a ako skúma
- 1 - Vesmírne objekty relevantné pre astrobiológiu
- 2 - ProtoZem (sformovanie, LHB, hydrosféra, atmosféra, biogénne prvky)
- 3 - Život: definícia, abiogenéza, LUCA, RNA world a iné
- 4 - Nástroje života – Replikácia (DNA, RNA, dogma, genetika)
- 5 - Nástroje života – Metabolizmus (chemiosmóza, redox, fotosyntéza, respirácia,...)
- 6 - Dejiny života na Zemi (fylogenéza, eukarya, vymierania, GOE)
- 7 - Evolúcia (prírodný výber, drift , speciácia)
- 8 - Limity biosféry, extremofily
- 9 - Hľadanie života – SS (Mars, Europa, Enceladus, iné)
- 10 - Obývatel'ná zóna, biosignatúry
- 11 - Hľadanie života – Exoplanéty (typy, štatistika, hľadanie)
- 12 - Hľadanie života: SETI (Fermiho paradox, SETI, Drakeova rov.)

- Aktívna účasť
- Prezentácia referátov
- Písomka?

Astrobiológia - čo je a čo študuje

- „Study of the potential of the Universe to harbour life beyond Earth“ (Carl Pilcher, NASA ABI)
- Astrobiológia = vedecká oblasť, ktorá študuje
 - Pôvod
 - Evolúciu
 - Distribúciu
 - Budúcnosť života vo vesmíre.
- 3 základné otázky:
 - ako život vznikol a ako sa vyvinul?
 - existuje život inde vo vesmíre?
 - aká je budúcnosť života na Zemi a inde?

Astrobiológia - otázky pokračujú...

- Je život na Zemi vesmírny unikát, alebo je zákonitosťou?
- Akú limity sú pre život určujúce?
- Sú limity pre formy života univerzálne aj pre iné telesá?
- Aké sú metódy hľadania života na iných vesmírnych telesách a na akých?
- Aká je pravdepodobnosť nájsť inteligentné formy života a ako s nimi komunikovať?
- Môžeme osídliť iné vesmírne telesá a za akú cenu (pre nás aj pre hostiteľskú planétu)?

Astrobiológia ako veda

- integruje náuky o vesmíre, Zemi, živote a spoločnosti
 - Astronómia a Astrofyzika
 - Chémia
 - Biológia
 - Geofyzika
 - Meteorológia
 - Astronautika
 - Psychológia/Sociológia
- disponuje jediným nereprodukovateľným experimentom (podobne ako kozmológia)
 - zrejme nikdy nezistíme presný scenár vzniku života na Zemi
 - úlohou je nájsť v vzniku života možné zákonitosti a nutné predpoklady



3,48mld. rokov staré austrálske sedimenty so známkami prítomnosti baktérií

Historické mílniky - astronómia

- **Metrodorus** (400BC, študent Demokrita, atomista)
 - „Jediné zrno na veľkom poli je rovnako čudné ako jediný svet v nekonečnom vesmíre“
 - V dnešnej reči: vo vesmíre je 10^{11} galaxii, v galaxii typicky $2 \cdot 10^{11}$ hviezd ale iba jediný život?
- **G. Bruno**, 16. stor., renesancia – hovorí o exoplanétach
- **G. Galilei**, 16. stor. – prelomové pozorovanie oblohy teleskopom (Mliečna cesta, Jupiterove mesiace, povrch Mesiaca, slnečné škvrny...)
- **Huygens**, 17. stor.
 - Objav Titanu, Vysvetlenie Saturnových prstencov
 - Optika a mechanika (dostredivá sila), matematika
 - mraky na Marse, Venuši, Jupiteri
 - dnes vieme že sú to púšte Marsu, a mraky Venuše a Jupitera
 - považoval ich za mraky vody, ktoré využívajú miestne národy
- **W. Herschel**, 18. stor.
 - objav Uránu
 - objav IR žiarenia
 - dokonale kruhové krátery na Mesiaci sú mestá a opevnenia Lunariánov
- Aj inak skvelí vedci robili veľmi **naivné a nerealistcké** predpovede (varovanie pre dnešok)

Historické míľniky - moderná éra

- **19. stor. – Percival Lowell – kanály na Marse** z kresieb G. Schiaparelliho
 - pripisoval ich zvlahovému systému Marťanov pri zániku ich civilizácie sa snažili zavlažovať z polárnych čiapok
 - vyvrátil Mariner 4 v r.1965 – kanály sú na púšti Marsu
 - Jezero kráter – pradávna delta rieky a jazero
- **1965-1983, sondy Venera 4-15**
 - Prvý vstup do atmosféry, pristátie, fotky, radarový prieskum na inej planéte
 - Venuša je tiež vyprahnutá púšť, žiadny život
- **1970 - Vikings 1+2**
 - prvé skutočné experimenty na hľadanie života na Marse
- **od 1980 - hľadanie inteligencie**
 - SETI – Arecibo – rádiateleskopy – zachytávanie signálu ETs (dnes Čína)
 - Voyager 1+2 (1970s) – zlaté plakety a platne + praskliny v ľade Európy@Jup
- **Dnes**
 - **Mars** – intenzívny výskum, Mars science laboratory
 - **Europa /Jupiter** – vodný oceán+gejzíry
 - **Enceladus /Saturn**– gejzíry aj s organickými látkami
 - **Titan /Saturn** – Huygens pristal na povrchu 2005, jazerá/riečiská metánu
 - **Exoplanéty**

Historické mílniky-Geofyzika a biochémia

- Vek Zeme
 - Predvedecké/náboženské (biblia:4-6 tis. r., Čína 23. mil. r. cykly, Hindu-4,32 mld. r. –deň života Brahmú)
 - 18.-19. stor.: 50 tis. – 400 mil.r. (z chladnutia telesa)
 - 20. stor. – rádiometria: 4.4-4.567 mld. r.
- 1654 - A. van Leeuwenhoek –prvý mikroskop
- 1859 - Darwin – O pôvode druhov
- 1866 - Mendel – Pokusy s rastlinnými hybridmi
- 1952 – Urey+Miller (proto atmosféra)
- 1953 – Watson+Crick (Franklinová)– 3D štruktúra DNA
- 1990-2003 – Human Genome project
- 2004- HapMap, GWAS, ENCODE, technológie
- 2006-2008 – Astrobiology primer+NASA Roadmap

NASA - Astrobiology roadmap

- **NASA Astrobiology roadmap**
 - prioritizuje snahu integrovať fyzikálne, chemické, biologické a sociálne vedy
- **7 špecifických cieľov**
 - pochopiť povahu a distribúciu obyvateľných prostredí vo vesmíre
 - preskúmať minulé a súčasné obývateľné prostredia, prebiotickú chémiu a známky života inde v Slniečnej sústave
 - pochopiť, ako sa život vynoril z kozmických a planetárnych prekurzorov
 - pochopiť, ako život v minulosti interagoval s meniacim sa planetárnym prostredím a Slniečnou sústavou všeobecne
 - pochopiť evolučné mechanizmy a environmentálne limity života
 - pochopiť princípy, ktoré budú formovať budúcnosť života na Zemi a inde
 - zistiť, ako rozoznať signatúry života vo vesmíre a na ranej Zemi
- **3 hlavné komponenty implementácie**
 - vesmírny výskum
 - výskum Zeme
 - výskum s ľudskou posádkou (human exploration)

Aký život očakávať?



Témy referátov:

- Kvantové efekty v biológii
- ATP syntáza – turbína života (funkcia, vznik,...)
- Mémy vs gény
- Plastidy a fotosyntéza
- Mitochondrie – unikátny vznik eukaryot
- Exoplanéty
- Teória hier a jej účinky v biosfére
- Vírusy: živé/neživé
- Vplyv kozmického žiarenia na biosféru
- Konvergentná evolúcia
- Epigenetika
- Aktuálne/plánované misie relevantné pre astrobio
- Biosignatúry exoplanét
- Vplyv kozmického žiarenia na biosféru
- Great oxidation event

Diskusia, zdroje

- NASA Astrobiology roadmap:
https://astrobiology.nasa.gov/media/medialibrary/2013/09/AB_roadmap_2008.pdf
- Astrobiology primer:
 - <http://arxiv.org/ftp/astro-ph/papers/0610/0610926.pdf>
 - Verzia 2.0 – Astrobiology magazine, Volume 16, Number 8, 2016:
<http://online.liebertpub.com/doi/pdfplus/10.1089/ast.2015.1460>
- Zdroje obrázkov
 - Tartigrades - Image by Andreas Schmidt-Rhaesa, Corinna Schulze and Ricardo Neves for the Nikon Small World competition.
 - Skala s baktériami 3,5 mld. rokov -
<http://www.sciencedaily.com/releases/2013/11/131112163220.htm>
 - Ostatné: Wikipédia
- Tartigrade-Pomalka - https://www.newscientist.com/article/2106468-worlds-hardest-animal-has-evolved-radiation-shield-for-its-dna/?utm_medium=Social&utm_campaign=Echobox&utm_source=Facebook&utm_term=Autofeed&cmpid=SOC%7cNSNS%7c2016-Echobox#link_time=1474387930