



Správy	2
Rozhlas, Rádio Košice, 5. 8. 2022, 7:00	
Letné koncerty v botanickej záhrade 2022	3
Online, kamdomesta.sk, 6. 8. 2022, 1:51	
Podoby života na Zemi: sme vo Vesmíre sami?	6
Online, aktuality.sk, 7. 8. 2022, 7:00	
V Košiciach sa pripravujú na štvrtú priemyselnú revolúciu	19
Televízia, Správy RTVS, 7. 8. 2022, 19:32	



Správy [↗](#)

📅 5. 8. 2022, 7:00, Relácia: **Rádio Košice**, Stanica: **Rádio Košice**, Vydavateľ: **MARK MEDIA s. r. o.**, Sentiment: **Pozitívny**, Téma: **Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach**, Kľúčové slová: **Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach**

[strojový prepis] ..., ale aj internátov, vrátane tých, v ktorých sú ubytovaní vysokoškoláci. **Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach** vyčlenila na tento účel približne 250 000 eur, pričom časť je hrazená zo štátnej dotácie a časť z vlastných zdrojov. Študentské domovy u pe až na madriidskej ulici. V Košiciach majú podľa Laury ho lanovej kapacitu približne 1400 miest, pričom...



Letné koncerty v botanickej záhrade 2022 [📄](#)

📅 6. 8. 2022, 1:51, Zdroj: kamdomesta.sk [📄](#), Sentiment: Pozitívny, Téma: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Kľúčové slová: UPJŠ

Dosah: 2 510 GRP: 0,06 OTS: 0,00 AVE: 331 Eur

Kúpiť lístok

Toto leto sme pre Vás pripravili bohatý kultúrny program pozostávajúci zo štyroch koncertov. Spojenie kvalitnej hudby a krásneho prostredia rozkvitnutej záhrady zaručí nevšedný zážitok. V prípade nepriaznivého počasia budeme informovať o náhradnom programe. Predaj lístkov už teraz na <https://tootoot.fm/sk>

LETNÉ KONCERTY V BOTANICKEJ ZÁHRADE:

10.7. o 18:00 | Chorus Universitatis Šafarikianae – Od baroka po filmové melódie v podaní univerzitného zboru. 24.7. o 18:30 | MODUS - Nové a staré hity legendárnej slovenskej skupiny. 07.8. o 18:30 | Norbert Daniš - Slávne aj autorské klavírne skladby v podaní vynikajúceho klaviristu. 14.8. o 18:30 | 7.P.M. - Finalista súťaže Košický zlatý poklad 2021.

Predaj lístkov už teraz na <https://tootoot.fm/sk>

V prípade nepriaznivého počasia budeme informovať o náhradnom programe - sledujte FB: Botanická záhrada **UPJŠ**

Zdroj: Botanická záhrada **UPJŠ**

Záhrade 2022

UPRISING
FESTIVAL

MORGAN HERITAGE | DUBIOZA KOLEKTIV
DJ FRESH | DÉLINQUENT HABITS | MAX ROMEO & XANA ROMEO
DUB FX | RONI SIZE | HEMPRESS SATIVA | HANG MASSIVE

KILLA P | MY NU LENG FT. DREAD MC | LASAI FT. DREADSQUAD | MARINA P & WEEDING DUB | EARL 16
SUNS OF DUB | NUMA CREW | DAN I / IMPERIAL SOUND ARMY | MEDIAL BANANA | BOY WONDER
MARKO DAMIAN | TAMARA KRAMAR | COCOMAN | MESSENAH | ELLYZ | SELECTOR BOLDRİK
& MANY MORE...

26. - 27. 8. 2022
BRATISLAVA - SLOVAKIA



Zdroj: Botanická záhrada UPJ

Koncerty >

Letné koncerty v botanickej záhrade 2022

...

Organizátor neuvedený

Košice-Sever, Botanická záhrada UPJŠ

Nedeľa 07.08.2022, 18:30

KÚPIŤ LÍSTOK >

INÉ TERMÍNY



Toto leto sme pre Vás pripravili bohatý kultúrny program pozostávajúci zo štyroch koncertov. Spojenie kvalitnej hudby a krásneho prostredia rozkvitnutej záhrady zaručí nevšedný zážitok. V prípade nepriaznivého počasia budeme informovať o náhradnom programe. Predaj lístkov už teraz na



<https://tootoot.fm/sk>

LETNÉ KONCERTY V BOTANICKEJ ZÁHRADE:

- 10.7. o 18:00 | **Chorus Universitatis Šafarikianae** – Od baroka po filmové melódie v podaní univerzitného zboru.
- 24.7. o 18:30 | **MODUS** - Nové a staré hity legendárnej slovenskej skupiny.
- 07.8. o 18:30 | **Norbert Daniš** - Slávne aj autorské klavírne skladby v podaní vynikajúceho klaviristu.
- 14.8. o 18:30 | **7.P.M.** - Finalista súťaže Košický zlatý poklad 2021.

Predaj lístkov už teraz na <https://tootoot.fm/sk>

V prípade nepriaznivého počasia budeme informovať o náhradnom programe - sledujte FB: **Botanická záhrada UPJŠ**



Zdroj: Botanická záhrada UPJŠ



Podoby života na Zemi: sme vo Vesmíre sami? [🔗](#)

📅 7. 8. 2022, 7:00, Zdroj: [aktuality.sk](#) [🔗](#), Vydavateľ: Ringier Axel Springer Media s.r.o., Autor: Peter Pristaš, Mária

Piknová, Sentiment: Pozitívny, Téma: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Kľúčové slová: UPJŠ

Dosah: 730 499 GRP: 16,23 OTS: 0,16 AVE: 2593 Eur

Výskum extrémofilných mikroorganizmov jednoznačne zmenil naše nazeranie na možnosti existencie života mimo našej Zeme, ale aj pri poznaní biodiverzity mikroorganizmov na Zemi.

Článok je súčasťou rubriky Veda, výskum - naša šanca.

Mikrobiologický výskum extrémofilov významným spôsobom zmenil naše predstavy o vzniku a fungovaní života na Zemi a o možnostiach existencie života vo vesmíre.

Existencia života mimo našej Zeme je otázkou, ktorá zaujíma ľudstvo už dlhé roky a vzbudzuje rozsiahle a občas aj vášnivé diskusie.

Život, tak ako ho poznáme na Zemi, a najmä život človeka, je významne limitovaný vonkajšími podmienkami. Ľudia dokážu dlhodobo prežívať len v relatívne úzkom rozsahu teploty, tlaku, obsahu kyslíka a iných ekologických faktorov (napr. radiácia).

Toto antropocentrické vnímanie významne ovplyvnilo aj naše názory na možnosť existencie života mimo Zeme a spôsoby jeho hľadania. Napriek tomu, že obývaných je len 10% povrchu Zeme, stále hľadáme vesmírnu „Zem“ s modrými oceánmi, príjemnými teplotami, množstvom kyslíka a hustou atmosférou.

Čo sú „normálne“ podmienky pre existenciu života?

To, čo je dobré a normálne pre existenciu človeka však nemusí byť vhodné pre všetky organizmy. Rozširujúce sa poznatky najmä o mikrobióme Zeme ukázali, že naša Zem je obývaná aj organizmami, ktoré sa vymykajú našim doterajším predstavám o živote.

Aj na našej Zemi sa našli na prvý pohľad „nepozemské“ organizmy, nepodobné klasickým formám života na Zemi. Žijú v podmienkach, v ktorých sme si ešte pred polstoročím nedokázali predstaviť existenciu žiadnej formy života.

Extrémofily (z latinského „milujúci extrémny“) sú definované ako organizmy, ktoré nielen že sú schopné tolerovať extrémne prostredia, ale ktoré sa v procese evolúcie adaptovali na extrémne podmienky prostredia natoľko, že pre svoj optimálny rast tieto extrémne podmienky už vyžadujú.

Extrémofily môžeme klasifikovať podľa podmienok prostredia, v ktorých optimálne rastú. Extrémofily môžu byť klasifikované ako

acidofilné (optimálny rast medzi pH 1 a pH 5); (pH – miera kyslosti/zásaditosti),

alkalofilné (optimálny rast nad pH 9),

halofilné (optimálny rast v prostrediach s vysokou koncentráciou soli),

termofilné (optimálny rast medzi 60 a 80°C),

hypertermofilné (optimálny rast nad 80°C),

psychrofilné (optimálny rast pri 15°C alebo nižšej),

piezofilné alebo barofilné (optimálny rast pri vysokom tlaku),

oligotrofné (rast v nutrične obmedzených prostrediach),

xerofilné (rast v podmienkach s nízkou dostupnosťou vody).

Tzv. polyextrémofily sa adaptovali súčasne na viaceré extrémne prostredia; najbežnejšie príklady zahŕňajú termoacidofily a haloalkalofily.

Extrémofily na scéne

Extrémofilné organizmy sú primárne prokaryoty (archoóny a baktérie). Prokaryotické organizmy dominovali počas väčšiny evolučnej histórie našej planéty, pričom sa vyvinuli tak, aby obsadili prakticky všetky dostupné prostredia

Na primitívnej Zemi existovali extrémne podmienky prostredia a život vznikol v horúcom prostredí podmorských hydrotermálnych výverov lávy a plynov. Z toho je zrejmé, že mnohé extrémofily sú pozostatkami prvotných organizmov žijúcich na našej Zemi.



Aj v súčasnosti na našej planéte – najmä pod zemským povrchom – existuje doteraz nespočetné množstvo prostredí, ktoré vykazujú extrémny v jednom alebo viacerých fyzikálnych alebo chemických podmienkach.

Priekopníkom v štúdiu extrémofilov bol americký mikrobiológ Thomas Brock z University of Wisconsin-Madison, ktorý našiel unikátne mikroorganizmy v horúcich geotermálnych prameňoch Yellowstonu.

Astrobiológia

Brock zverejnil svoje pozorovania v apríli 1969 – len niekoľko mesiacov skôr, ako ľudia prvýkrát vstúpili na Mesiac.

Tieto dva fakty stáli pri zrode astrobiológie, ktorá skúma život vo všetkých jeho formách na našej planéte a vo vesmíre. Výskum extrémofilov poskytuje pochopenie fyzikálno-chemických parametrov života na Zemi a môže poskytnúť pohľad na to, ako život na Zemi vznikol.

Pochopenie limitov života na Zemi tak vedcom poskytuje informácie o možnom mimozemskom živote a teda aj to, kde a ako hľadať život vo vesmíre.

Pozemskí „mimozemšťania“

Rozvoj moderných molekulových techník umožnil porovnávať príbuznosť mikroorganizmov na základe sekvencií DNA. S použitím týchto techník americkí mikrobiológovia Carl Woese a George E. Fox v roku 1977 definovali novú formu mikrobiálneho života v extrémnych prostrediach. Nazvali ju „archaebaktérie“ (dnes archeóny).

Archeóny sú prastaré organizmy majúce silné evolučné prepojenie na prvé živé organizmy na Zemi a len navonok sa podobajú baktériám.

Niektoré archeóny žijú pri extrémnych teplotách, často nad 100°C; vyskytujú sa napríklad v horúcich prameňoch, gejzíroch a ropných vrtoch. Ďalšie prostredia osídlené archeónmi zahŕňajú veľmi chladné prostredie a vysoko slané, kyslé alebo alkalické prostredia.

Napríklad druh *Picrophilus torridus*, extrémne acidofilný archaeón – rastie aj pri takmer nulovom pH, čo zodpovedá 1,2 molárnej koncentrácii kyseliny sírovej.

Druh *Methanopyrus kandleri* zase prežíva pri teplote 122°C, čo je najvyššia zaznamenaná teplota rastu pre akýkoľvek organizmus na našej Zemi. Archeóny sa nachádzajú aj vo veľmi chladnom oceánskom prostredí, vrátane polárnych morí.

Okrem toho archeóny zahŕňajú mezofily, ktoré rastú pri normálnych teplotách (teplota ľudského tela), v močiaroch, odpadových vodách, oceánoch a pôdach.

Asi najzaujímavejšou skupinou archeónov sú metanogény, ktoré majú celkom unikátny typ metabolizmu, keď využívajú H₂ (vodík) ako zdroj energie a CO₂ (oxid uhličitý) ako zdroj uhlíka pre svoj rast. Koncovým produktom ich metabolizmu je metán, plyn, ktorý významne prispieva k skleníkovému efektu.

Nie všetky extrémofily však patria k archeónom. Nájďme ich aj medzi pravými baktériami. Halofily, vrátane rodu *Halomonas*, prežívajú v hypersalinných prostrediach, ako sú slané jazerá a soľanky, kde tvoria podstatnú časť mikrobioty, najmä pri slanosti vyššej ako 20 percent.

Život človeka a obrovskej väčšiny organizmov na Zemi závisí od Slnka, ktoré poháňa celú biosféru. Mnohé extrémofilné mikroorganizmy však žijú v hlbinnom prostredí bez priameho prístupu slnečného žiarenia a vyvinuli si unikátne spôsoby získavania energie oxidáciou anorganických zlúčenín.

Úplne neočakávaný spôsob života

Bol objavený v roku 2008 vo vzorkách mikroorganizmov zo zlatej bane v Juhoafrickej republike. V hĺbke viac ako 3 km a pri teplote vyššej ako 60°C našli baktériu (*Desulforudis audaxviator*), ktorá získava uhlík potrebný pre svoj rast z oxidu uhličitého uvoľneného z rozkladu hornín (vápenca) a energiu získava z vodíka vznikajúceho rádiolýzou vody vďaka zvýšenému obsahu uránu v okolitej hornine.

Najnovšie údaje naznačujú, že táto baktéria sa bežne vyskytuje vo všetkých hlbinných ekosystémoch našej Zeme, a že pod našimi nohami existuje nepoznaný svet unikátnych a skoro nepozemských mikroorganizmov.

Ak dokážu naše „pozemské“ organizmy prežívať v najrôznejších extrémnych podmienkach, prečo by sa nemohli podobné organizmy vyvinúť aj mimo našej Zeme?

Kde hľadať mimozemský život?



Na Zemi je najdôležitejším zdrojom energie slnečné žiarenie. V procese fotosyntézy zachytávajú fotoautotrofné organizmy (rastliny a niektoré mikroorganizmy) energiu fotónov a využívajú ju na premenu oxidu uhličitého a vody na organické zlúčeniny.

Heterotrofné organizmy (živočích, huby a mikroorganizmy) potom prijímajú organické zlúčeniny produkované autotrofnými organizmami a využívajú ich na získavanie energie. V procese dýchania, ktorý je opakom fotosyntézy, premieňajú organický materiál a kyslík na oxid uhličitý a vodu, čím sa uvoľňuje energia.

Na začiatku hľadania mimozemského života sme sa orientovali na vodu, uhlík a kyslík. Ešte dávno pred vznikom kyslíkovej atmosféry však existovali na Zemi sírne baktérie. Dnes hľadáme vo vesmíre vodu, uhlík a zdroj energie. Voda a uhlík sa vyskytujú v Slnečnej sústave vcelku bežne.

Aj keď je Zem jediným objektom v našej Slnečnej sústave s povrchovou vodou, prítomnosť vody, ako základného predpokladu pre existenciu života, bola dokázaná na viacerých planétach a veľkých mesiacoch.

V roku 2018 bola dokázaná prítomnosť podpovrchovej vody na planéte Mars. Keďže teplota na polárnych čiapočkách, kde sa voda vyskytla, je odhadovaná na -68°C , predpokladá sa, že voda zostáva tekutá v dôsledku vysokej koncentrácie rozpustených solí.

Rast a prežívanie pri nízkych teplotách, či v koncentrovaných soľných roztokoch je niečo, čo pozemské extrémofily zvládajú bez najmenších problémov.

Najlepšími kandidátmi pre existenciu mimozemského života sú v tejto chvíli mesiace plynných obrov, planét Jupiter a Saturn. Mesiace Európa, Ganymedes a Enceladus majú rozsiahle oceány schované pod ľadovými prikrovmi.

Objem vody v týchto oceánoch je väčší, než je objem vody v pozemských oceánoch a analýza gejzírov vody vystrekujúcich cez ľadový priekrov dokázala prítomnosť aj ďalších zložiek potrebných pre život (uhlík, dusík).

Ak na týchto mesiacoch život existuje, vzhľadom na vzdialenosť od Slnka by musel byť poháňaný chemickými reakciami, nie slnečným žiarením. Aj toto pozemské extrémofily zvládajú.

Extrémofily u nás

Výskum extrémofilov je zaujímavý, ale na druhej strane extrémne náročný.

Keďže sa tieto organizmy v procese evolúcie prispôbili veľmi špecifickým podmienkam prostredia, je extrémne ťažké vytvoriť v laboratóriu podmienky, ktoré potrebujú pre svoj rast.

O väčšine týchto organizmov vieme len to, že existujú, pretože moderné molekulové metódy analýzy DNA nám umožňujú študovať tieto organizmy aj bez ich kultivácie v laboratóriu (napríklad pri štúdiu rádiotrofnej baktérie *Desulfurudis audaxviator* výskumníci zozbierali filtráciou baktérie z 5600 litrov banskej vody).

Len málo z týchto organizmov sa podarilo kultivovať a skúmať v laboratórnych podmienkach a úspešnosť kultivácie je pod 1%. To na druhej strane znamená, že väčšina novokultivovaných mikroorganizmov je pre nás úplne neznáma.

Zdalo by sa, že Slovensko ako vnútrozemská krajina bez sopiek a hydrotermálnych prieduchov bude aj bez extrémofilov. Ešte aj náš jediný „gejzír“ v Herľanoch je studený.

Značná časť extrémofilov však žije v hlbinnom prostredí a jednoduchým spôsobom ako nazrieť do týchto prostredí je analýza vody z minerálnych prameňov, na ktoré je Slovensko naopak bohaté.

Naše najhorúcejšie pramene sú v Piešťanoch. Vo vode prameňa Scherer s teplotou $67,5^{\circ}\text{C}$ sme na našom pracovisku dokázali prítomnosť baktérií rodu *Sulfurihydrogenibium*, doteraz známeho len z gejzírov Yellowstone národného parku.

Keďže väčšina hlbinných ekosystémov je veľmi chudobná na živiny, aj tento druh, ako hovorí už jeho vedecký názov, získava energiu oxidáciou síry alebo vodíka.

Získavanie energie oxidáciou anorganických substrátov je u mikroorganizmov z hlbinných ekosystémov bežné.

Biele vlákna a povlaky, ktoré nájdete v sírnych minerálnych prameňoch, sú tvorené sírnymi baktériami. Tieto oxidujú sírovodík za tvorby sírnych granúl, ktoré dávajú ich bunkám bielu farbu, ale súčasne zväčšujú objem buniek a tak sú to najväčšie známe baktérie na svete.

Vo vhodných podmienkach môže dĺžka ich vlákien presiahnuť 10 cm, teda dosahujú makroskopické rozmery (titulný obrázok).

Rovnako ako baktérie rodu *Sulfurihydrogenibium* z horúceho prameňa v Piešťanoch, asi dve tretiny bakteriálnych izolátov získaných zo soľanky (prakticky nasýtený roztok NaCl) v Solivare pri Prešove boli schopné rásť s využitím oxidácie síry ako jediného zdroja energie,



včítane nových druhov rodov *Hydrogenovibrio* a *Guyparkeria* .

Vývery soľanky v Solivare pri Prešove pochádzajú z ložísk soli, ktoré sa vytvorili približne pred 17 miliónmi rokov a nachádzajú sa v hĺbkach 510 až 600 metrov pod povrchom Zeme.

Dlhodobá izolácia a na živiny chudobné prostredie tu viedli k vzniku unikátneho halofilného (soľ milujúceho) spoločenstva mikroorganizmov.

Ako ďalej s extrémofilmi?

Výskum extrémofilných mikroorganizmov jednoznačne zmenil naše nazeranie na možnosti existencie života mimo našej Zeme, ale aj pri poznaní biodiverzity mikroorganizmov na Zemi.

Zároveň však ponúka aj veľmi zaujímavé praktické aplikácie. Moderná biológia si už napríklad nevie predstaviť svoju existenciu bez polymerázovej reťazovej reakcie (PCR), pri ktorej sa využívajú termofilné enzýmy.

V procese evolúcie sa mnohé extrémofily prispôbili extrémnemu prostrediu natoľko, že aj nimi produkované enzýmy (extrémozýmy) sú schopné fungovať v extrémnych podmienkach teploty, pH či koncentrácie solí.

Tieto vlastnosti ich predurčujú na použitie v moderných biotechnológiách, kde sa práve takéto extrémne podmienky veľmi často využívajú.

Celý koncept biotechnológií novej generácie je postavený práve na využití extrémofilných mikroorganizmov a ich enzýmov. Ich cieľom je kontinuálna produkcia biochemikálií s využitím lacných substrátov s menšou spotrebou sladkej vody a úsporou energie.

Práve extrémofilné baktérie rodu *Halomonas* sú „ťažným koňom“ biotechnológií novej generácie, pričom okrem produkcie extrémozým sú v tejto chvíli najlepšimi známymi producentmi polyhydroxyalkanoátov, ktoré sa používajú pri výrobe biologicky degradovateľných plastov.

Aplikácie extrémofilov sú aj v oblasti produkcie biopalív, potravín, bioinsektící, priemysle pracích práškov, farmaceutickom priemysle a získavaní kovov biolúhovaním.

Výskum extrémofilných mikroorganizmov tak okrem odpovedí na najzákladnejšie otázky základného poznania o pôvode života na Zemi a možnostiach jeho existencie mimo našej Zeme prináša aj rozsiahle možnosti praktických aplikácií.

doc. RNDr. Peter Pristaš, CSc.

riaditeľ Ústavu Biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta **UPJŠ** v Košiciach

pracovník Ústavu fyziológie hospodárskych zvierat Centra biologických vied SAV v Košiciach

molekulárny biológ a mikrobiológ zameraný na environmentálnu mikrobiológiu a genetickú ekológiu prirodzených mikrobiálnych ekosystémov

jeden z priekopníkov mikrobiálnej genetiky na Slovensku

RNDr. Mária Píknová, PhD.

Ústav Biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta **UPJŠ** v Košiciach

biochemička a mikrobiologička, vedúca katedry mikrobiológie

pracovala na Dalhousie University v Halifaxe v Kanade a v Slovenskej akadémii vied v Košiciach

skúma mikroorganizmy z extrémnych prostredí a ich biotechnologický potenciál

podieľala sa na popise viacerých nových druhov baktérií

Laura Kellöová investigatívna novinárka Aktuality.sk

Každá minúta čítania investigatívneho článku nás stojí desiatky hodín redakčnej práce. Aj vďaka vašej podpore môžeme tvoriť nezávislú a faktami overenú žurnalistiku. Pozrite si 3-dielny dokumentárny seriál z prostredia redakcie a investigatívneho tímu pri odhaľovaní zásadných káuz.

Pozrieť Príbeh investigatívy



Autor: Peter Pristaš, Mária Piknová

Veda | dnes 07.08.2022 07:00

+ PLUS Podoby života na Zemi: sme vo Vesmíre sami?

Makroskopické mikroorganizmy – vlákna baktérii v prameni Karol (Vihorlat)

Zdroj: autor



Peter Pristaš

Výskum extrémofilných mikroorganizmov jednoznačne zmenil naše nazeranie na možnosti existencie života mimo našej Zeme, ale aj pri poznaní biodiverzity mikroorganizmov na Zemi.

Článok je súčasťou rubriky Veda, výskum - naša šanca.

Mikrobiologický výskum extrémofilov významným spôsobom zmenil naše predstavy o vzniku a fungovaní života na Zemi a o možnostiach existencie života vo vesmíre.

Existencia života mimo našej Zeme je otázkou, ktorá zaujíma ľudstvo už dlhé roky a vzbudzuje rozsiahle a občas aj vášnivé diskusie.

Život, tak ako ho poznáme na Zemi, a najmä život človeka, je významne limitovaný vonkajšími podmienkami. Ľudia dokážu dlhodobo prežívať len v relatívne úzkom rozsahu teploty, tlaku, obsahu kyslíka a iných ekologických faktorov (napr. rádiácia).

Toto antropocentrické vnímanie významne ovplyvnilo aj naše názory na možnosť existencie života mimo Zeme a spôsoby jeho hľadania. Napriek tomu, že obývaných je len 10% povrchu Zeme, stále hľadáme vesmírnu „Zem“ s modrými oceánmi, príjemnými teplotami, množstvom kyslíka a hustou atmosférou.

Čo sú „normálne“ podmienky pre existenciu života?

To, čo je dobré a normálne pre existenciu človeka však nemusí byť vhodné pre všetky organizmy. Rozširujúce sa poznatky najmä o mikrobióme Zeme ukázali, že naša Zem je obývaná aj organizmami, ktoré sa vymykajú našim doterajším predstavám o živote.

Aj na našej Zemi sa našli na prvý pohľad „nepozemské“ organizmy, nepodobné klasickým formám života na Zemi. Žijú v podmienkach, v ktorých sme si ešte pred polstoročím nedokázali predstaviť existenciu žiadnej formy života.

Extrémofily (z latinského „milujúci extrémny“) sú definované ako organizmy, ktoré nielen že sú schopné tolerovať extrémne prostredia, ale ktoré sa v procese evolúcie adaptovali na extrémne podmienky prostredia natoľko, že pre svoj optimálny rast tieto extrémne podmienky už vyžadujú.

Extrémofily môžeme klasifikovať podľa podmienok prostredia, v ktorých optimálne rastú. Extrémofily môžu byť klasifikované ako

- acidofilné (optimálny rast medzi pH 1 a pH 5); (pH – miera kyslosti/zásaditosti),
- alkalofilné (optimálny rast nad pH 9),
- halofilné (optimálny rast v prostrediach s vysokou koncentráciou soli),
- termofilné (optimálny rast medzi 60 a 80°C),
- hypertermofilné (optimálny rast nad 80°C),
- psychofilné (optimálny rast pri 15°C alebo nižšej),
- piezofilné alebo barofilné (optimálny rast pri vysokom tlaku),
- oligotrofné (rast v nutrične obmedzených prostrediach),
- xerofilné (rast v podmienkach s nízkou dostupnosťou vody).

Tzv. polyextrémofily sa adaptovali súčasne na viaceré extrémne prostredia; najbežnejšie príklady zahŕňajú termoacidofily a haloalkalofily.

Extrémofily na scéne

Extrémofilné organizmy sú primárne prokaryoty (archeóny a baktérie). Prokaryotické organizmy dominovali počas väčšiny evolučnej histórie našej planéty, pričom sa vyvinuli tak, aby obsadili prakticky všetky dostupné prostredia

Na primitívnej Zemi existovali extrémne podmienky prostredia a život vznikol v horúcom prostredí podmorských hydrotermálnych výverov lávy a plynov. Z toho je zrejmé, že mnohé extrémofily sú pozostatkami prvotných organizmov žijúcich na našej Zemi.

Aj v súčasnosti na našej planéte – najmä pod zemským povrchom – existuje doteraz nespočetné množstvo prostredí, ktoré vykazujú extrémne v jednom alebo viacerých fyzikálnych alebo chemických podmienkach.

Priekopníkom v štúdiu extrémofilov bol americký mikrobiológ Thomas Brock z University of Wisconsin-Madison, ktorý našiel unikátne mikroorganizmy v horúcich geotermálnych prameňoch Yellowstone.

Astrobiológia

Brock zverejnil svoje pozorovania v apríli 1969 – len niekoľko mesiacov skôr, ako ľudia prvýkrát vstúpili na Mesiac.

Tieto dva fakty stáli pri zrode astrobiológie, ktorá skúma život vo všetkých jeho formách na našej planéte a vo vesmíre. Výskum extrémofilov poskytuje



pochopenie fyzikálno-chemických parametrov života na Zemi a môže poskytnúť pohľad na to, ako život na Zemi vznikol.

Pochopenie limitov života na Zemi tak vedcom poskytuje informácie o možnom mimozemskom živote a teda aj to, kde a ako hľadať život vo vesmíre.

Pozemskí „mimozemšťania“

Rozvoj moderných molekulových techník umožnil porovnávať príbuznosť mikroorganizmov na základe sekvencií DNA. S použitím týchto techník americkí mikrobiológovia Carl Woese a George E. Fox v roku 1977 definovali novú formu mikrobiálneho života v extrémnych prostrediach. Nazvali ju „archaeobaktérie“ (dnes archeóny).

Archeóny sú prastaré organizmy majúce silné evolučné prepojenie na prvé živé organizmy na Zemi a len navonok sa podobajú baktériám.

Niektoré archeóny žijú pri extrémnych teplotách, často nad 100°C; vyskytujú sa napríklad v horúcich prameňoch, gejzíroch a ropných vrtoch. Ďalšie prostredia osídlené archeónmi zahŕňajú veľmi chladné prostredie a vysoko slané, kyslé alebo alkalické prostredia.

Napríklad druh *Picrophilus torridus*, extrémne acidofilný archaeón – rastie aj pri takmer nulovom pH, čo zodpovedá 1,2 molárnej koncentrácii kyseliny sírovej.

Druh *Methanopyrus kandleri* zase preživa pri teplote 122°C, čo je najvyššia zaznamenaná teplota rastu pre akýkoľvek organizmus na našej Zemi. Archeóny sa nachádzajú aj vo veľmi chladnom oceánskom prostredí, vrátane polárnych morí.

Okrem toho archeóny zahŕňajú mezofily, ktoré rastú pri normálnych teplotách (teplota ľudského tela), v močiaroch, odpadových vodách, oceánoch a pôdach.

Asi najzaujímavejšou skupinou archeónov sú metanogény, ktoré majú celkom unikátny typ metabolizmu, keď využívajú H₂ (vodík) ako zdroj energie a CO₂ (oxid uhličitý) ako zdroj uhlíka pre svoj rast. Koncovým produktom ich metabolizmu je metán, plyn, ktorý významne prispieva k skleníkovému efektu.

Nie všetky extrémofily však patria k archeónom. Nájdeme ich aj medzi pravými baktériami. Halofily, vrátane rodu *Halomonas*, prežívajú v hypersalinných prostrediach, ako sú slané jazerá a soľanky, kde tvoria podstatnú časť mikrobioty, najmä pri slanosti vyššej ako 20 percent.

Život človeka a obrovskej väčšiny organizmov na Zemi závisí od Slnka, ktoré poháňa celú biosféru. Mnohé extrémofilné mikroorganizmy však žijú v hlbinnom prostredí bez priameho prístupu slnečného žiarenia a vyvinuli si unikátne spôsoby získavania energie oxidáciou anorganických zlúčenín.

Úplne neočakávaný spôsob života

Bol objavený v roku 2008 vo vzorkách mikroorganizmov zo zlatej bane v Juhoafrickej republike. V hĺbke viac ako 3 km a pri teplote vyššej ako 60°C našli baktériu (*Desulfurudis audaxviator*), ktorá získava uhlík potrebný pre svoj rast z oxidu uhličitého uvoľneného z rozkladu hornín (vápenca) a energiu získava z vodíka vznikajúceho rádiolýzou vody vďaka zvýšenému obsahu uránu v okolitej hornine.

Najnovšie údaje naznačujú, že táto baktéria sa bežne vyskytuje vo všetkých

hlbinných ekosystémoch našej Zeme, a že pod našimi nohami existuje nepoznaný svet unikátnych a skoro nepozemských mikroorganizmov.

Ak dokážu naše „pozemské“ organizmy prežívať v najrôznejších extrémnych podmienkach, prečo by sa nemohli podobné organizmy vyvinúť aj mimo našej Zeme?

Kde hľadať mimozemský život?

Na Zemi je najdôležitejším zdrojom energie slnečné žiarenie. V procese fotosyntézy zachytávajú fotoautotrofné organizmy (rastliny a niektoré mikroorganizmy) energiu fotónov a využívajú ju na premenu oxidu uhličitého a vody na organické zlúčeniny.

Heterotrofné organizmy (živočíchy, huby a mikroorganizmy) potom prijímajú organické zlúčeniny produkované autotrofnými organizmami a využívajú ich na získavanie energie. V procese dýchania, ktorý je opakom fotosyntézy, premieňajú organický materiál a kyslík na oxid uhličitý a vodu, čím sa uvoľňuje energia.

Na začiatku hľadania mimozemského života sme sa orientovali na vodu, uhlík a kyslík. Ešte dávno pred vznikom kyslíkovej atmosféry však existovali na Zemi sírne baktérie. Dnes hľadáme vo vesmíre vodu, uhlík a zdroj energie. Voda a uhlík sa vyskytujú v Slnečnej sústave vcelku bežne.

Aj keď je Zem jediným objektom v našej Slnečnej sústave s povrchovou vodou, prítomnosť vody, ako základného predpokladu pre existenciu života, bola dokázaná na viacerých planétach a veľkých mesiacoch.

V roku 2018 bola dokázaná prítomnosť podpovrchovej vody na planéte Mars. Keďže teplota na polárnych čiapočkách, kde sa voda vyskytla, je odhadovaná na -68°C , predpokladá sa, že voda zostáva tekutá v dôsledku vysokej koncentrácie rozpustených solí.

Rast a prežívanie pri nízkych teplotách, či v koncentrovaných soľných roztokoch je niečo, čo pozemské extrémofily zvládajú bez najmenších problémov.

Najlepšími kandidátmi pre existenciu mimozemského života sú v tejto chvíli mesiace plynných obrov, planét Jupiter a Saturn. Mesiace Európa, Ganymedes a Enceladus majú rozsiahle oceány schované pod ľadovými prikrovmi.

Objem vody v týchto oceánoch je väčší, než je objem vody v pozemských oceánoch a analýza gejzírov vody vystrekujúcich cez ľadový prikrov dokázala prítomnosť aj ďalších zložiek potrebných pre život (uhlík, dusík).

Ak na týchto mesiacoch život existuje, vzhľadom na vzdialenosť od Slnka by musel byť poháňaný chemickými reakciami, nie slnečným žiarením. Aj toto pozemské extrémofily zvládajú.

Extrémofily u nás

Výskum extrémofilov je zaujímavý, ale na druhej strane extrémne náročný.

Keďže sa tieto organizmy v procese evolúcie prispôbili veľmi špecifickým podmienkam prostredia, je extrémne ťažké vytvoriť v laboratóriu podmienky, ktoré potrebujú pre svoj rast.

O väčšine týchto organizmov vieme len to, že existujú, pretože moderné

molekulové metódy analýzy DNA nám umožňujú študovať tieto organizmy aj bez ich kultivácie v laboratóriu (napríklad pri štúdiu rádiotrofnej baktérie *Desulforudis audaxviator* výskumníci zozbierali filtráciou baktérie z 5600 litrov banskej vody).

Len málo z týchto organizmov sa podarilo kultivovať a skúmať v laboratórnych podmienkach a úspešnosť kultivácie je pod 1%. To na druhej strane znamená, že väčšina novokultivovaných mikroorganizmov je pre nás úplne neznáma.

Zdalo by sa, že Slovensko ako vnútrozemská krajina bez sopiek a hydrotermálnych prieduchov bude aj bez extrémofilov. Ešte aj náš jediný „gejzír“ v Herľanoch je studený.

Značná časť extrémofilov však žije v hlbinnom prostredí a jednoduchým spôsobom ako nazrieť do týchto prostredí je analýza vody z minerálnych prameňov, na ktoré je Slovensko naopak bohaté.

Naše najhorúcejšie pramene sú v Piešťanoch. Vo vode prameňa Scherer s teplotou 67,5°C sme na našom pracovisku dokázali prítomnosť baktérii rodu *Sulfurihydrogenibium*, doteraz známeho len z gejzírův Yellowstoneského národného parku.

Keďže väčšina hlbinných ekosystémův je veľmi chudobná na živiny, aj tento druh, ako hovorí už jeho vedecký názov, získava energiu oxidáciou síry alebo vodíka.

Získavanie energie oxidáciou anorganických substrátův je u mikroorganizmův z hlbinných ekosystémův bežné.

Biele vlákna a povlaky, ktoré nájdete v sírnych minerálnych prameňoch, sú tvorené sírnymi baktériami. Tieto oxidujú sírovodík za tvorby sírnych granúl, ktoré dávajú ich bunkám bielu farbu, ale súčasne zväčšujú objem buniek a tak sú to najväčšie známe baktérie na svete.

Vo vhodných podmienkach môže dĺžka ich vlákien presiahnuť 10 cm, teda dosahujú makroskopické rozmery (titulný obrázok).

Rovnako ako baktérie rodu *Sulfurihydrogenibium* z horúceho prameňa v Piešťanoch, asi dve tretiny bakteriálnych izolátův získaných zo soľanky (prakticky nasýtený roztok NaCl) v Solivare pri Prešove boli schopné rásť s využitím oxidácie síry ako jediného zdroja energie, včítane nových druhův rodův *Hydrogenovibrio* a *Guyarkeria*.

Vývery soľanky v Solivare pri Prešove pochádzajú z ložísk soli, ktoré sa vytvorili približne pred 17 miliónmi rokov a nachádzajú sa v hĺbkach 510 až 600 metrov pod povrchom Zeme.

Dlhodobá izolácia a na živiny chudobné prostredie tu viedli k vzniku unikátneho halofilného (soľ milujúceho) spoločenstva mikroorganizmův.

Ako ďalej s extrémofilmi?

Výskum extrémofilných mikroorganizmův jednoznačne zmenil naše nazeranie na možnosti existencie života mimo našej Zeme, ale aj pri poznaní biodiverzity mikroorganizmův na Zemi.

Zároveň však ponúka aj veľmi zaujímavé praktické aplikácie. Moderná biológia si už napríklad nevie predstaviť svoju existenciu bez polymerázovej reťazovej reakcie (PCR), pri ktorej sa využívajú termofilné enzýmy.

V procese evolúcie sa mnohé extrémofily prispôbili extrémnemu prostrediu natoľko, že aj nimi produkované enzýmy (extrémozýmy) sú schopné fungovať v extrémnych podmienkach teploty, pH či koncentrácie solí.

Tieto vlastnosti ich predurčujú na použitie v moderných biotechnológiách, kde sa práve takéto extrémne podmienky veľmi často využívajú.

Celý koncept biotechnológií novej generácie je postavený práve na využití extrémofilných mikroorganizmov a ich enzýmov. Ich cieľom je kontinuálna produkcia biochemikálií s využitím lacných substrátov s menšou spotrebou sladkej vody a úsporou energie.

Práve extrémofilné baktérie rodu *Halomonas* sú „ťažným koňom“ biotechnológií novej generácie, pričom okrem produkcie extrémozým sú v tejto chvíli najlepšími známymi producentmi polyhydroxyalkanoátov, ktoré sa používajú pri výrobe biologicky degradovateľných plastov.

Aplikácie extrémofilov sú aj v oblasti produkcie biopalív, potravín, bioinsekticídov, priemysle pracích práškov, farmaceutickom priemysle a získavaní kovov biolúhovaním.

Výskum extrémofilných mikroorganizmov tak okrem odpovedí na najzákladnejšie otázky základného poznania o pôvode života na Zemi a možnostiach jeho existencie mimo našej Zeme prináša aj rozsiahle možnosti praktických aplikácií.

doc. RNDr. Peter Pristaš, CSc.

- riaditeľ Ústavu Biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach
- pracovník Ústavu fyziológie hospodárskych zvierat Centra biologických vied SAV v Košiciach
- molekulárny biológ a mikrobiológ zameraný na environmentálnu mikrobiológiu a genetickú ekológiu prirodzených mikrobiálnych ekosystémov
- jeden z priekopníkov mikrobiálnej genomiky na Slovensku

RNDr. Mária Píknová, PhD.

- Ústav Biologických a ekologických Vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach
- biochemička a mikrobiologička, vedúca katedry mikrobiológie
- pracovala na Dalhousie University v Halifaxe v Kanade a v Slovenskej akadémii vied v Košiciach
- skúma mikroorganizmy z extrémnych prostredí a ich biotechnologický potenciál
- podieľala sa na popise viacerých nových druhov baktérií



Každá minúta čítania investigatívneho článku nás stojí desiatky hodín redakčnej práce. Aj vďaka vašej podpore môžeme tvoriť nezávislú a faktami overenú žurnalistiku. Pozrite si 3-dielny dokumentárny seriál z prostredia redakcie a investigatívneho tímu pri odhaľovaní zásadných káuz.

[Pozrieť Príbeh investigatívy](#)

ČÍTAJTE VIAC O TÉME: [VEDA, VÝSKUM – NAŠA ŠANCA, VEDA](#)

[Zdieľaj na Facebooku](#)



[Diskusia / 0](#)

[Nahlásiť chybu](#)

MOHLO BY VÁS ZAUJÍMAŤ

- Obyvatelia Bratislavského kraja podľa sčítania pracujú najmä na miestach špecialistov
- Stredozemné more je v tomto roku výrazne teplejšie. Vedci hovoria o nezvratných následkoch
- Hlavoľam zvieracej ríše: ako funguje svadobné kŕmenie
- Otvorilo sa prihlasovanie na 16. ročník Európskej noci výskumníkov
- Aké budú ekonomické dôsledky vojny na Ukrajine
- Koronavírus: Vedci vytvorili protilátky v slepačích vajciach

Zdroj: Aktuality.sk

aktuality.sk



Slovensko

Minister Nad' zvažuje koniec v politike



Podcasty

Chutný podcast - Mišo Kordoš



Svet

Môže Čína dobyť Taiwan? Okrem Američanov by musela



Slovensko

Nič sa neboj, prasiatko Fero ide prvé. Keď deti na operáciu



Cestovanie

Železnica v Košiciach pomáha nezamestnaným, vypraviť



Predpoveď počasia

V nedeľu sa oblaky postupne rozplynú. Prehánky budú len

Recepty

Sladké a šťavnaté černice: Výnimočné dezerty (nielen) na víkend

Dobrúchut

Poctivé domáce lečo z voňavej zeleniny + TRADIČNÝ a rokmi overený recept





HernáZóna.sk

**Epic Games Store rozdáva
kooperačnú hru Unravelled! a
Far Cry 6 je na víkend
zadarmo**



Sport

**ATP Washington: Nick
Kyrgios sa prebojoval do
finále**



Najmama

**Aké milé prekvapenie!
Babsy Jagušák čaká druhé
dieťaťko: Toto tehotenstvo
je určite iné, prezradila**



Hudba

**Slovenské hity, ktoré majú
10 rokov: V roku 2012
prerazila Celeste
Buckingham, zabodoval**

Živé

**Štát našiel núdzové riešenie
pre podpisovanie starším e-
občianskym a ako operátori
šetria energiu**

Diva

**Na scénu sa vracia Joker, po
jeho boku bude stáť aj Lady
Gaga: Zahrá si životnú
úlohu Harley Quinn?**



V Košiciach sa pripravujú na štvrtú priemyselnú revolúciu [📄](#)

📅 7. 8. 2022, 19:32, Relácia: **Správy RTVS**, Stanica: **RTVS**, Vydavateľ: **Rozhlas a televízia Slovenska**, Sentiment: **Pozitívny**, Téma: **Rektorát UPJŠ**, Kľúčové slová: **Pavol Sovák**

Dosah: **136 363 GRP**, **3,03 OTS**, **0,03 AVE**: **8836 Eur**

Simona Simanová, moderátorka:

Aj v Košiciach sa pripravujú na štvrtú priemyselnú revolúciu. Predstavili výhody superpočítača, ktorý by mal naštartovať rozvoj nielen východoslovenského regiónu. Najbližší je totiž až v Ostrave.

Miriám Hozová, redaktorka:

Košické univerzity budú súčasťou nového, moderného priemyslu na východe Slovenska. Zapojili sa do projektu, ktorého cieľom je technologický pokrok. Ministerstvo školstva ich podporilo.

Ludovít Paulis, štátny tajomník MŠVVaŠ SR:

Aby si košické univerzity v spolupráci s SAV a potom aj s priemyselnými partnermi vedeli vypracovať projekty, ktoré budú potrebovať preto, aby sa potom mohli uchádzať o ďalšie zdroje napríklad z plánu obnovy alebo z eurofondov.

Miriám Hozová, redaktorka:

Z plánu obnovy by mal byť financovaný aj superpočítač, ktorý na Slovensku chýba. Štát ho plánuje obstaráť na budúci rok.

Robert Cisár, manažér pre rozvoj obchodu spoločnosti Tachyum:

Je tu obrovský dopyt po využití týchto superpočítačov zo strany priemyslu, zo strany vedcov. Najbližší superpočítač máme v Ostrave, a tam čakacie doby pre priemysel sú radovo mesiace.

Miriám Hozová, redaktorka:

Procesor superpočítača s umelou inteligenciou vyvinuli aj na Slovensku.

Robert Cisár, manažér pre rozvoj obchodu spoločnosti Tachyum:

Superpočítač môže slúžiť na vývoj vakcín, na simulácie, na optimalizáciu rôznych procesov, a tým ušetrí množstvo peňazí štátu.

Pavol Sovák, rektor Univerzity P. J. Šafárika v Košiciach:

Je to absolútna prelomová technologická záležitosť, čiže to spadá do portfólia klastra a je to jeden z príkladov, o ktorých snívame.

Pavol Miškovský, Košický klaster nového priemyslu:

Tie úplne nové technológie budú znamenať aj zmeny na trhu práce, čiže na to je potrebné, aby spoločnosť reagovala.

Miriám Hozová, redaktorka:

Podľa rektorov košických univerzít je dôležité prinášať nové možnosti a zabezpečiť kvalitnú infraštruktúru, aby mladí ľudia, ktorí vyštudujú naše univerzity, neodchádzali do zahraničia. Miriám Hozová, RTVS.