

Ing. Mgr. Eva Zahradníková, PhD., pôsobí na Katedre botaniky Prírodovedeckej fakulty UK. Vo svojom výskume sa zameriava na starnutie drevín a rozdiely v genóme v rámci jedného stromu.

# NÁJDEME ŽIVOT, AKO HO POZNÁME, AJ MIMO ZEME?

## BEZ RASTLÍN TO NEPÔJDE

Väčšina ľudí si pod prvým živým vesmírnym cestovateľom predstaví sučku Lajku, ktorú Sovietsky zväz vyslal na obežnú dráhu Zeme na palube družice Sputnik 2 v roku 1957. No vedeli ste, že 11 rokov pred jej, žiaľ, jednosmerným letom sa do vesmíru a späť úspešne podarilo dostať semenka niektorých rastlín? Prečo by sme na flóru a jej nezastupiteľnú úlohu nemali zabúdať ani pri predstavách o hypotetickom živote na iných planétach, prezradia nasledujúce riadky.

### Prvé semenka vo vesmíre

Prvým živým organizmom, ktorý sa dostal zo Zeme do vesmíru, boli semenka v americkej rakete V-2, ktorá ich 9. júla 1946 vyniesla do výšky 137 km. Ich návrat na Zem nebol úspešný, no už 30. júla sa z podobnej misie vrátili semená kukurice a neskôr aj raž a bavlna. S misiou Apollo 14 sa semenka piatich druhov stromov dostali až na obežnú dráhu Mesiaca a mnohé z nich po návrate na Zem doteraz rastú bez toho, aby ich toto dobrodružstvo nejako poznačilo.

S érou vesmírnych staníc sa začala aj éra pestovania rastlín vo vesmíre. Prvé pokusy sa odohrali na sovietskych staniciach Saľut: od semienok ľanu, ktorým sa podarilo vyklíčiť na stanici Saľut 1, no dlho neprežili, až po úspešné zavŕšenie životného cyklu arábky (*Arabidopsis thaliana*) vytvorením semien na stanici Saľut 7 v roku 1982. Po nájdení odpovede na otázku, ako spoľahlivo dostať ku koreňom vodu i vzduch, pestovanie rastlín v kozme už nepredstavuje problém a na Medzinárodnej vesmírnej stanici takto vypestovali už viacero druhov. Väčšinou

to boli pokusy so zeleninou, no na obežnej dráhe už vykvitli aj okrasné cínie.

### Psychologický efekt

Primárnym dôvodom pestovania rastlín v kozme je zabezpečenie výživy a čerstvých vitamínov pri dlhých kozmických letoch a misiách, na ktoré sa ľudstvo ešte len chystá. Iný dôvod je však aktuálny už od začiatku, keď sa starostlivosť o kľúčiacu semená ľanu stala pre kozmonautov Volkova a Pacajeva na stanici Saľut 1 obľúbenou časťou dňa. Pri prvej dlhodobej misii na Saľute 6

poslalo riadiace centrum spolu so zásobami aj tulipány a kalanchoe na zvýšenie klesajúcej morálky posádky. Rastliny na vesmírnych staniciach majú totiž rovnaký psychologický efekt, akým na nás pôsobí zeleň a izbové rastliny na Zemi: ich prítomnosť vedie k zníženiu stresu, zvýšeniu pozornosti, nárastu kreativity či skráteniu doby rekonvalescencie po chorobe či operácii. Hortikultúrna terapia, založená na starostlivosti o rastliny, je účinná pri depresii, úzkosti či posttraumatickej stresovej poruche. Obklopiť sa rastlinami teda prospieva nielen kozmonautom, ale aj nám ostatným, najmä v čase nútenej izolácie.

### Čo na to rastliny?

Pestovanie rastlín v kozme je dobrým nástrojom na zistenie, ktoré procesy v nich sa riadia gravitáciou a ako sa prispôbia beztiažovému stavu. Napriek tomu, že vo svojej evolúcii beztiažový stav nikdy nezažili, dokážu sa mu pozoruhodne dobre prispôbiť. Na rozdiel od väčšiny živočíchov sú totiž viazané na jedno miesto, a keďže nedokážu odísť a nájsť si iné podmienky, musia veľmi citlivo reagovať na tie aktuálne a prispôbiť im svoj metabolizmus. Napríklad smer rastu: mohli by sme očakávať, že rastlina, ktorej koreň na Zemi rastie primárne v smere a stonka proti smeru gravitácie, nebude na obežnej dráhe vedieť, ktorým smerom má rásť. Opak je pravdou – na zorientovanie sa jej stačí, že z určitého smeru prichádza svetlo. Tomu zodpovedá aj rozdielna expresia génov. Gény pre detekciu svetla sú aktívne aj v koreňoch, zatiaľ čo gény pre hormonálnu signalizáciu zodpovednú za geotropizmus (t. j. pohyby rastlinných orgánov – koreňov, stoniek – ovplyvnené zemskou príťažlivosťou) sú potlačené, podobne ako gény podporujúce tvorbu pevných bunkových stien. Veď načo by boli rastline, ktorá nepotrebuje oporu voči gravitácii?

### Zemiaky na Marse

Kniha *Martan* od Andyho Weira, podľa ktorej natočili rovnomenný film, veľmi realisticky zobrazuje možnosti i výzvy pestovania plodín na červenej planéte. Hlavnému hrdinovi sa v nej podarilo vypestovať zemiaky. Martánska pôda by naozaj mala byť na to vhodná: jediné, čo jej chýba, sú nitráty, ktoré sa dajú dodať vo forme hnojiva. Od vydania knihy sa dokonca podarilo

potvrdiť aj malé množstvo nitrátov v pôde Marsu. Horšou správou je, že sa v pôde našli aj toxické perchloráty. Tie sa však dajú jednoducho odstrániť premytím. V experimentoch na Zemi sa podarilo vypestovať rastliny na simulácii marťanskej pôdy (rástli dokonca lepšie než na chudobnej ílovitej pôde, ktorá slúžila ako kontrola). Na pozemskom substráte, no v simulácii marťanskej atmosféry sa podarilo vypestovať aj zemiaky. Teraz to už len stačí spojiť a skutočne ich zobrať na Mars...

### Flóra na iných planétach

Keď premýšľate o tom, ako by mohol vyzeráť hypotetický život na inej planéte, predstavíte si pravdepodobne tvory podobné ľuďom alebo zvieratám, možno s inými črtami či počtom končatín. Málokto však venuje rovnakú pozornosť predstavám o možných podobách flóry cudzej planéty, hoci organizmy podobné živočíchom by nemohli existovať bez organizmov podobných rastlinám. Pre život, ako ho poznáme, je totiž kľúčová fotosyntéza – schopnosť rastlín ukladať energiu slnečného žiarenia do chemických väzieb, ktorá je využiteľná pre iné organizmy. Táto práca, ktorú rastliny vykonávajú, ich však stojí určitú cenu. Samotná fotosyntéza nie je dostatočným zdrojom energie na rýchly pohyb a reakcie, aké poznáme zo živočíšnej ríše (ktorá už, mimochodom, nie je jednou z hlavných evolučných skupín života, iba jednou z vetiev komplikovaného stromu). Na to, aby sa takéto reakcie mohli vyvinúť, musia živočíchy získavať energiu konzumáciou rastlín alebo iných živočíchov. V tomto zmysle sú rastliny v nevďačnej úlohe toho, kto odvádza väčšinu práce, no neužije si jej výsledky. Ďalšou podmienkou komplexného, možno aj inteligentného života je kyslík. Anaeróbne podmienky opäť neposkytujú dostatok energie na to, aby sa život rozvinul do podoby, v ktorej ho poznáme. Preto je pravdepodobné, že ak by u nás pristáli mimozemšťania, nemali by problém dýchať kyslík, hoci bol tento plyn pre väčšinu primitívnych životných foriem na našej planéte počas prvých niekoľkých miliárd rokov jedom. A komu vďačíme za kyslík v našej atmosfére? Presne tak, rastlinám a ich schopnosti fotosyntézy. Na inej planéte by mohli byť rastliny iných farieb, s fotosyntetickými pigmentami prispôbenými svetlu hviezdy, okolo ktorej obieha, no určitá forma rastlín

by tam byť musela, ak chceme planétu v predstavách obývať živými, pohyblivými a možno aj mysliacimi tvormi.

### Prečo sú rastliny zelené

Na to, aby sme vedeli odhadnúť, akú farbu by mali rastliny na planéte obiehajúcej okolo inej hviezdy, musíme najprv poznať odpoveď na otázku, od čoho závisí farba rastlín na Zemi. Keď sa vás dieťa opýta, prečo sú rastliny zelené, odpoviete mu najskôr, že obsahujú zelené farbivo chlorofyl, ktorý im umožňuje fotosyntetizovať. Pri druhej otázke „prečo?“ môžete siahnúť po vedomostiach z fyziky a odpovedať, že predmety majú takú farbu, aké svetlo odrážajú. Rastliny sú teda zelené, lebo pohlcujú iné farby a práve zelené svetlo im „nechuť“. Ale prečo? Fotosyntetický aparát je systém jemne vyladený podľa svetla, ktoré naň dopadá. V tom je najenergetickejšou zložkou modré svetlo s krátkou vlnovou dĺžkou. V slnečnom spektre je však viac červeného svetla, a tak sa modré svetlo oplatí využívať z kvalitatívneho hľadiska a červené z kvantitatívneho. Zelené svetlo sa využívať neoplatí. Na ďalšej úrovni „prečo?“ sa už dostávame do komplikovaných výpočtov efektivity fotosyntetických pigmentov. Tie vychádzajú optimálne presne pri hodnotách, ktoré pozorujeme pri skutočných fotosyntetických pigmentoch. Na to, aby sme našli rastliny inej farby, nemusíme ani opustiť našu planétu. Stačí sa pozrieť pod vodu. Červené svetlo preniká do najmenej hĺbky, a preto sa v určitej hĺbke stáva najmenej užitočnou časťou spektra. Presne tam nájdeme červené riasy. A ako by teda vyzerali rastliny pod iným slnkom? To naše je hviezda typu G. Hviezda typu M je menšia a menej jasná, so spektrom posunutým k infračervenej oblasti. Rastliny by sa nám tu pravdepodobne javili ako čierne, pretože by sa snažili využiť na fotosyntézu celé dostupné spektrum. Naproti tomu hviezda typu F je jasnejšia, s väčším zastúpením energetického modrého svetla. Fotosyntetickým pigmentom by pravdepodobne stačilo pohlcovať túto zložku a rastliny by tak mali žlté až červené zafarbenie, aké poznáme z lístia na jeseň. Ak by však toto žiarenie bolo príliš silné, pravdepodobne by si vyvinuli modré ochranné pigmenty, ktoré by jeho prebytok odrážali – podobne ako červeno sfarbené listy niektorých rastlín, ktoré rastú na priamom slnku.