

Astrobotanika: mezní případ introdukce dřevin

Ondřej Ivanek

Kulturní plodiny jako příklad

Za mezní případ introdukce dřevin (a rostlin obecně) lze v současné době považovat aktivity v rámci rychle se rozvíjejícího oboru *astrobotaniky*. Její náplní je studium a pěstování rostlin v extraterestrických podmínkách. Vychází se přitom z poznatku, že rostliny mohou být pěstovány v kosmickém prostoru, tj. ve vnitřním prostředí orbitálních kosmických stanic, nebo na některých planetách sluneční soustavy či jejich měsících. Předpokladem úspěchu takového způsobu pěstování je vytvoření vhodných podmínek, které zahrnují řadu faktorů. Patří mezi ně optimální půdní prostředí, tj. např. zrnitost, vlhkost a půdní reakce, dále teplota, osvětlení a kyslíkatá atmosféra s tlakem nepříliš odlišným od pozemských podmínek. Předstupněm pěstování rostlin v kosmickém prostoru je tzv. vertikální zemědělství, zaměřené především na běžné kulturní plodiny.

Kulturní plodiny



Pěstování zeleniny metodami vertikálního zemědělství

Kulturní plodiny



Výzkum produkce plodin - Kennedyho vesmírné středisko, Florida

Kulturní plodiny



Hlávkový salát na palubě Mezinárodní vesmírné stanice ISS

Kulturní plodiny



Kvetoucí cínie na palubě vesmírné stanice

Kulturní plodiny

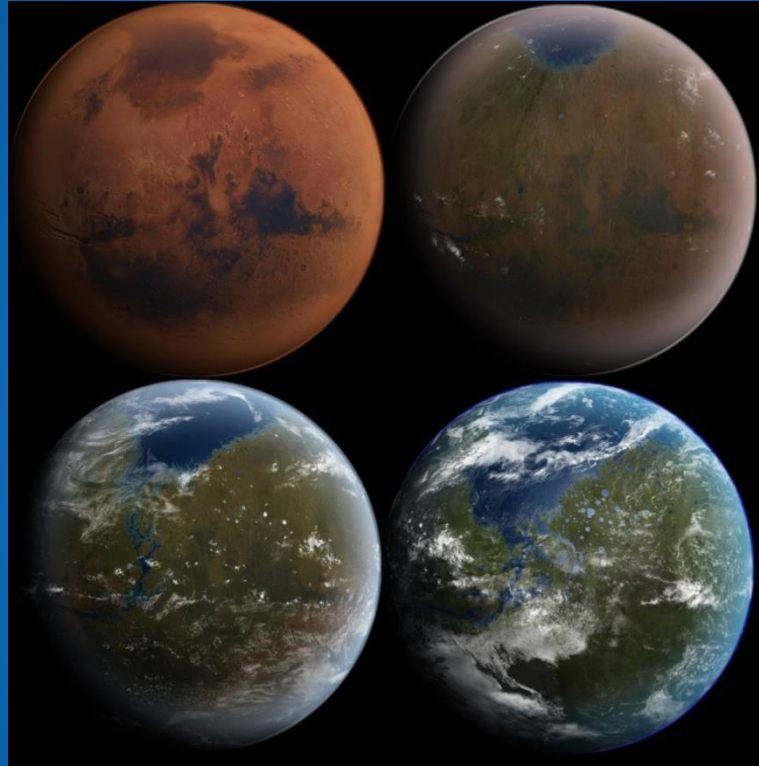


Pěstování rostlin na hypotetické základně na Marsu, *ilustrace*

Introdukce dřevin v extrémních podmínkách

Horkým astrobotanickým tématem je otázka možnosti vybudování soběstačných kosmických základen na planetě Mars. Podmínky na jeho povrchu se v některých parametrech diametrálně neliší od podmínek pozemských (pevný povrch, intenzita světelného záření, teplota v rovníkových oblastech). V případě omezeného rozsahu pěstování rostlin je třeba vyřešit „pouze“ jejich transfer na marťanské základny, i když otázkou zůstává vhodné půdní prostředí (viz níže). V globálním měřítku je pak navrhováno radikální, ovšem značně kontroverzní řešení, tj. celková změna prostředí rudé planety za účelem vytvoření podmínek podobných pozemským. Jedná se o tzv. teraforming Marsu, zahrnující kolonizaci jeho povrchu a půdy – tvořené tzv. marťanským regolitem – nižšími a vyššími zelenými rostlinami a nakonec i dřevinami. V tomto směru je již prováděn výzkum růstu mrazuvzdorných dřevin v kritických podmínkách, tj. v pozemském velehorském prostředí. To se vyznačuje nízkou teplotou a tlakem a do jisté míry tak modeluje nehostinný charakter atmosféry Marsu. Další z kritických faktorů pak představují chlorečnanové a chloristanové anionty se známými herbicidními účinky, jejichž přirozený obsah v marťanském regolitu je poměrně vysoký.

Dřeviny



Terraforming Marsu

Dřeviny



Cofre de Perote / Naupa-Tecutépetl - 4282 m, Mexiko

Dřeviny



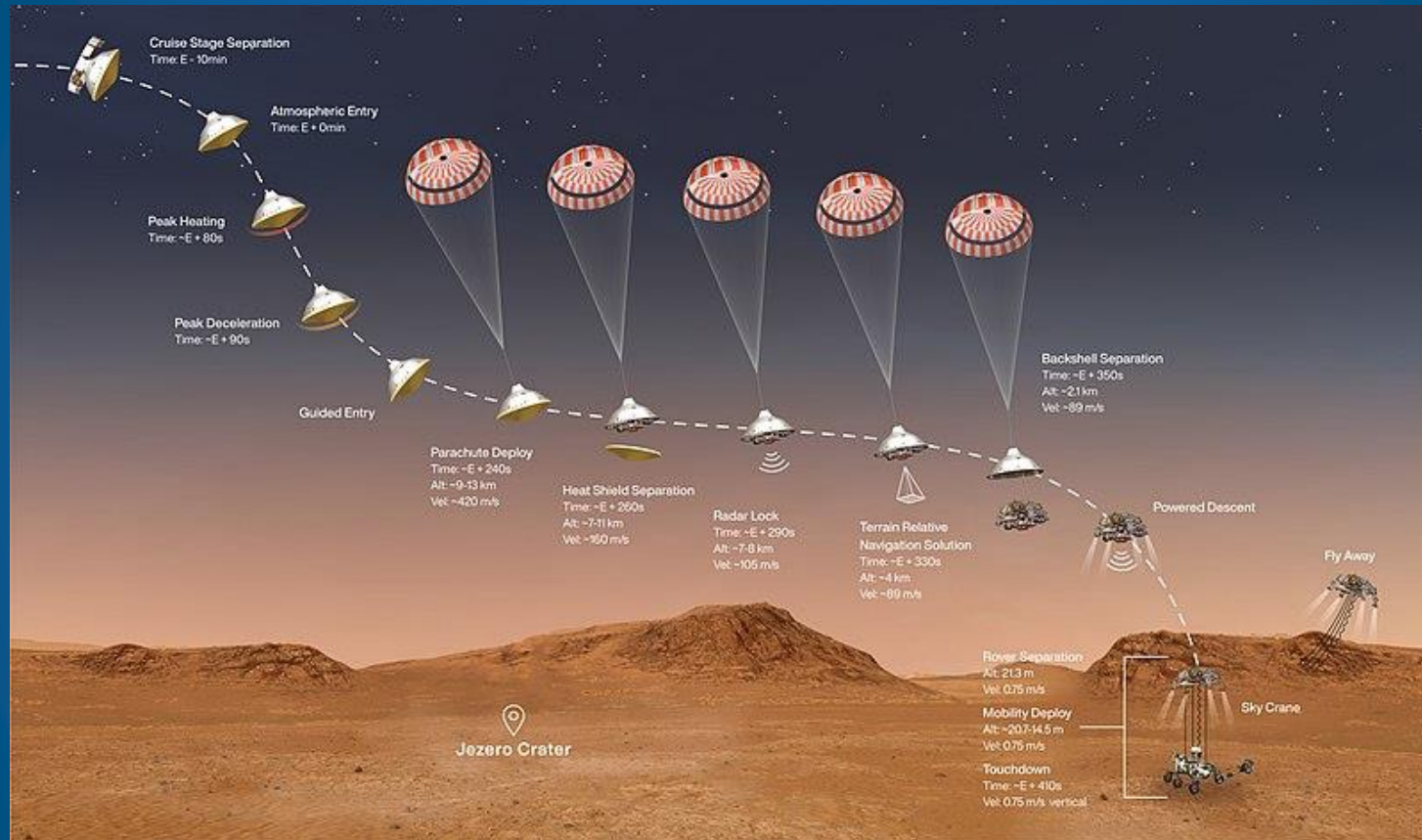
Cofre de Perote: *borovice Hartwegova*, hranice lesa (4030 m)

Mars – vize



Sazenice borovice, navržené pro pokročilou fázi teraformingu, *ilustrace*

Mars – realita



Mise Mars 2020, přistání sondy s vozítkem *Perseverance*: proláklna Syrtis Major, 18. 2. 2021

Mars – realita



*Perseverance, celkový pohled – průzkum Syrtis Major
v oblasti kráteru Jezero*

Mars – realita



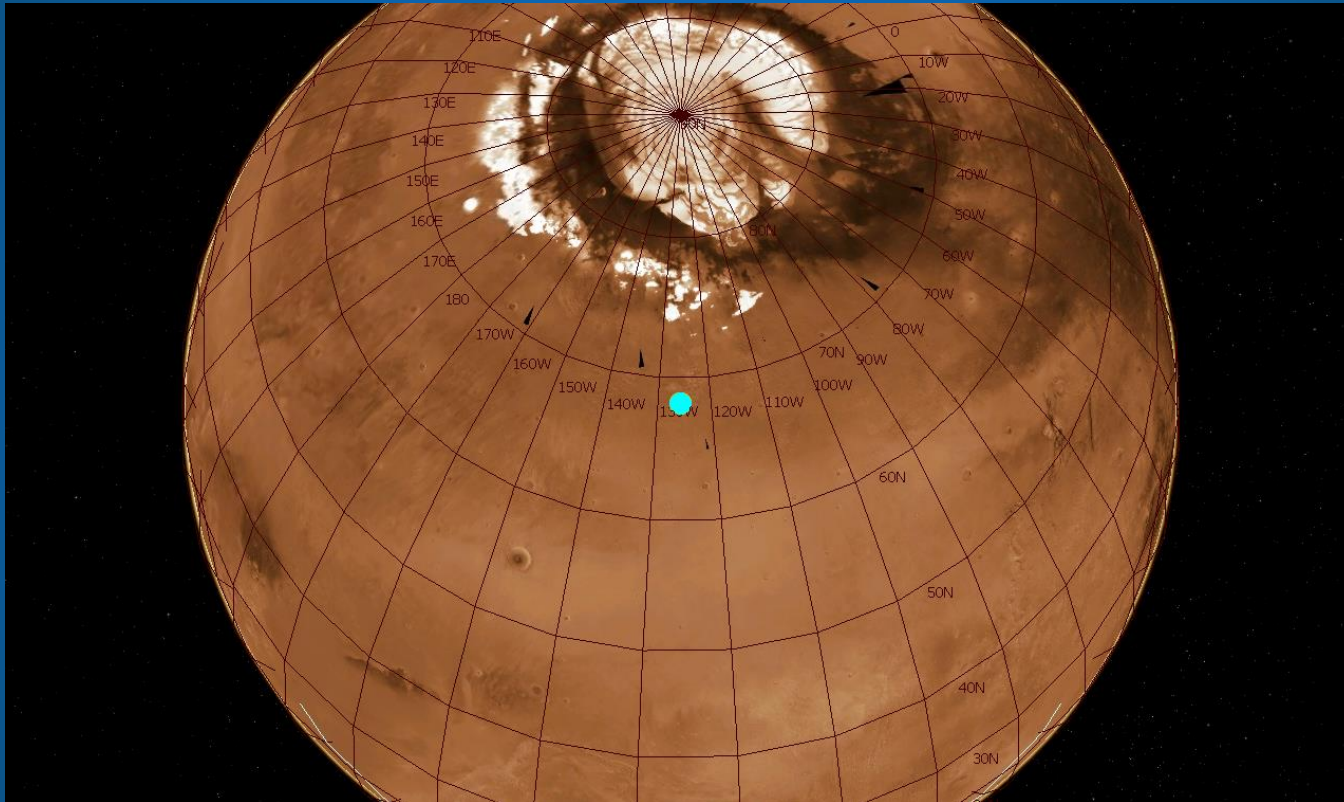
Martánský regolit mezi suťovými kameny

Mars – realita



Martánský regolit se stopami sondy / vozítka *Perseverance*

Mars – realita



Mise Phoenix, vyznačení místa přistání sondy (2008) – objev chloristanů v povrchové vrstvě

Mars – realita

V kontaktu marťanského regolitu s atmosférou rudé planety dochází k řadě chemických reakcí. Jednou z nejzajímavějších je fotokatalytická redukce oxidu uhličitého a stop vody (přesněji v „půdě“ přítomného hydronia jako nositele kyselosti). Při této reakci vzniká metan a oxid uhelnatý, v menším množství i lehké uhlovodíky a nukleobaze. Za přítomnosti chloridů v regolitu je to právě tvorba metanu, jež je spojená se vznikem toxických chlorečnanů a chloristanů.

Pozn.: Je pravděpodobné, že některé z těchto a podobných procesů probíhaly v dávné minulosti na rané Zemi a probíhají i v současnosti na některých exoplanetách pozemského typu, obecně v planetárních soustavách u jiných hvězd.

Reference (výběr):

Snímek 3 až 7 & 9 až 17 → zdroj: wikipedie

Snímek 18 →

Chyba C., Sagan C.: Endogenous production, exogenous delivery and impact-shock synthesis of organic molecules: an inventory for the origins of life, *Nature* 355, 125 (1992)

Civiš S., Knížek A., Ivanek O., Kubelík P., Zúkalová M., Kavan L., Ferus M.: The origin of methane and biomolecules from a CO₂ cycle on terrestrial planets, *Nature astronomy* 1, 721–726, 2017

Ferus M., Knížek A., Civiš S.: Meteorite-catalyzed synthesis of nucleosides and other prebiotic compounds, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 112, 7109 (2015)

Rimmer P. B. , Ferus M., Waldmann I. P. , Knížek A., Kalvaitis D. , Ivanek O., Kubelík P., Yurchenko S. N. , Burian T., Dostál J., Juha L., Dudžák R., Krus M., Tennyson J., Civiš S., Archibald A. T. , Granville-Willett A.: Identifiable acetylene features predicted for young Earth-like exoplanets with reducing atmospheres undergoing Heavy bombardment, *Astrophysical Journal* 888:21 (2020) 1-12

Shkrob I. A., Chemerisov S. D., Marin T. W.: Photocatalytic decomposition of carboxylated molecules on light-exposed martian regolith and its relation to methane production on Mars, *Astrobiology* 10, 425 (2010)

Sullivan W. T. I., Baross J.: *Planets and life: the emerging science of astrobiology*, Cambridge University Press, Cambridge 2007