SciCell

ODBORNÝ MAGAZÍN

WWW.SCICELL.ORG

2026



ISSN 2585-9137
Vydavateľstvo SciCell

SciCell Magazín



VESMÍRNA STRAVA A PROJEKTY PESTOVANIA RASTLÍN PRI DLHODOBÝCH LETOCH

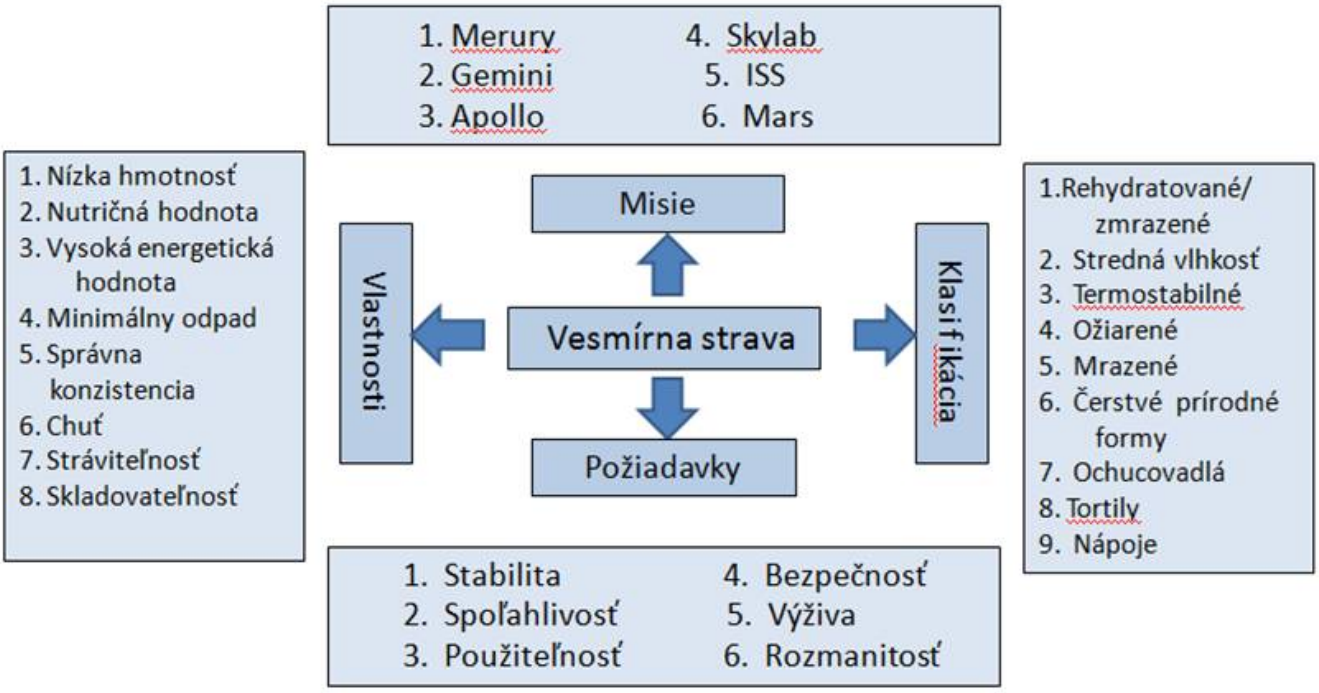
Publikované 24. apríla 2025

Prof. MVDr. Vladimír Kmeť, DrSc, Doc. RNDr. Marta Kmeťová, CSc, Košice, (Email: kmet20v@gmail.com)

Medzinárodná vesmírna stanica (ISS) je kontinuálne obývaná od novembra 2000, poskytuje platformu pre dlhodobé lety, pri ktorých sa sledujú všetky aspekty ľudskej činnosti, aby sa zabezpečila bezpečnosť astronautov, ich zdravie, efektivita práce a celková udržateľnosť misie. Vesmírne agentúry, ako sú **NASA (Národný úrad pre letectvo a vesmír)**, **ESA** (Európska vesmírna agentúra), **Roscosmos** (ruská vesmírna agentúra), **JAXA** (Japonská vesmírna agentúra) a **CSA** (Kanadská vesmírna agentúra), vykonávajú detailné monitorovanie astronautov počas ich pobytu. Na ISS sa vykonáva množstvo **vedeckých experimentov**, ktoré sa týkajú nielen biológie a medicíny, ale aj **technológií, ako napríklad** pestovanie rastlín a stravovania astronautov.

Súčasná balená strava, ktorá podporuje ľudskú prítomnosť vo vesmíre od roku 2000 sa ukázala ako spoľahlivá, no pri dvoj- až trojročnej misii na Mars sa kvalita a vitamínová hodnota potravín znižuje. Dopĺňanie čerstvých plodín by mohlo zabezpečiť potrebné živiny, rozmanitosť stravy a psychologickú pohodu astronautov.

Strava astronautov vo vesmíre musí byť starostlivo navrhnutá tak, aby zabezpečila dostatočný príjem živín, mala dlhú trvanlivosť a bola čo najviac pestrá (Pandith a kol. 2023).



Obr. č. 1 Vesmírna strava, upravené podľa (*Pandith a kol. 2023)*

Pri dlhodobých misiách, ako napríklad lety na Mars, je dôležité, aby jedlo nielen poskytovalo energiu, ale aj podporovalo fyzické a psychické zdravie posádky. Používajú sa sterilizované jedlá (balené v plechovkách alebo v plastových vreckách), Sušené a lyofilizované potraviny (pred sa konzumáciou zmiešajú aj s teplou vodou) a vákuovo balené produkty ako napr. sušienky, orechy či ovocie. V beztiažovom stave sa mení vnímanie chuti – astronauti majú „upchatý nos“ a menej citlivé chuťové poháriky, preto obľubujú korenené a pikantné jedlá (napr. chren, chilli). Na ohrievanie jedla majú astronauti ohrievač (obr. č. 2).



Obr.č. 2 Kuchyňa na ISS food warmer (vpravo dole) (Kitchens Unbound, 2023)

Ako systém riadenia na zabezpečenie bezpečnosti potravín vo vesmíre bol v 60. rokoch minulého storočia pre NASA vyvinutý systém Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) – Systém analýzy rizika a stanovenia kritických kontrolných bodov. Je globálne najrozšírenejším systémom zameraným na zaistenie bezpečnosti potravín. Následne bol prijatý aj v Európe (v roku 1997) a na Slovensku od r. 2000. HACCP sa uplatňuje v celom potravinárskom reťazci od prvovýroby až po konečnú spotrebu, keďže na každom stupni môže vzniknúť riziko ohrozujúce bezpečnosť potravín.

Mikrobiologická bezpečnosť vo vesmíre je jednou z kľúčových výziev pre udržateľné poľnohospodárstvo v prostredí mikrogravitácie. Vesmírne prostredie výrazne ovplyvňuje dynamiku mikroorganizmov, rast rastlín a ich interakcie. NASA a ďalšie vesmírne agentúry preto vyvíjajú stratégie na minimalizáciu rizík kontaminácie, zabezpečenie zdravej produkcie a ochranu posádky.

Vesmírna stanica je uzavreté kompaktné prostredie, ktoré poskytuje výnimočné podmienky pre variabilné mikrobiálne spoločenstvá. Súčasťou takýchto uzavretých spoločenstiev, teda aj mikrobiómu ISS, sú vírusy – rastlinné, bakteriofágy (vírusy baktérií), respektíve ľudské vírusy (Kmeťová, Kmeť 2022). V mikrogravitácii dochádza k zmenám v správaní baktérií a húb, ktoré môžu rásť rýchlejšie alebo vykazovať zvýšenú odolnosť voči antibiotikám. Mikroorganizmy, ktoré za normálnych podmienok nie sú patogénne, môžu v podmienkach vesmíru predstavovať riziko. Na ISS nie je možnosť prirodzenej ventilácie, čo môže viesť k hromadeniu vlhkosti a mikrobiálneho rastu na povrchoch a v zariadeniach, vrátane pestovateľských jednotiek**.** Semená a rastové médiá sú sterilizované pred ich odoslaním na ISS, aby sa znížilo riziko zavlečenia nežiadúcich mikroorganizmov. Voda používaná na zavlažovanie je filtrovaná a ošetrená, aby sa zabránilo kontaminácii. Hlavným rizikom je kontaminácia hubami , ktoré môžu poškodiť plodiny alebo ohroziť zdravie posádky.

Významným zdrojom mikróbov je aj samotná posádka a jej fyziologická mikroflóra tráviaceho traktu (Kmeť, 2020). Mikrobiálne monitorovanie vzduchu a povrchov na ISS ukázalo, že v tomto uzavretom prostredí existuje veľa potenciálnych patogénov ľudského pôvodu. Tieto mikroorganizmy ohrozujú zdravie posádky, najmä pri oslabenej imunite kozmonautov. Počas dlhodobého letu detegovali celý rad mikroorganizmov: *Staphylococcus aureus, Acinetobacter pitti*, čeľad Enterobacteriaceae, *Listeria monocytogenes*, a *Enterococcus faecalis* a ďalšie. Vo vzduchu a na povrchoch v ISS sa vyskytovali aj plesne *Aspergillus, Penicillium* a *Cladosporium***.** Podrobný prehľad izolovaných druhov baktérií v prostredí vesmírnych misií (voda, vzduch, povrchy a posádka) v rokoch 1993-2020 popísali Kim a Rhee (2020).

Prehľad projektov pestovania rias, kvasiniek, húb a rastlín.

Veggie (Vegetable Production System).

Veggie (NASA 2014) je rastlinná produkčná jednotka na Medzinárodnej vesmírnej stanici (ISS), navrhnutá na pestovanie čerstvých potravín pre posádku. Táto nízkoenergetická technológia bola vyvinutá spoločnosťou ORBITEC (teraz súčasť Sierra Nevada Corporation) a testovaná v Kennedyho vesmírnom centre.

Prvá jednotka Veggie bola nainštalovaná v roku 2014 spotrebuje približne 70 wattov energie a využíva pasívne zavlažovanie cez knôty, ktoré vedú vodu k semenám. Rastlinné „vankúše“: Semená sú upevnené v knôtoch pomocou guarovej gumy (prírodný polymér z fazule guar). Tieto knôty zabezpečujú rovnováhu vody a vzduchu potrebnú na klíčenie. Rastové médiá obsahujú kalcinovanú hlinu (používanú aj na pestovanie bonsajov), kontrolované uvoľňovanie hnojiva a zásobník vody. Pestovanie v mikrogravitácii je náročné kvôli fyzike tekutín. Rastliny potrebujú kyslík, oxid uhličitý a správne množstvo vody. Nadmerné množstvo vody môže byť rovnako stresujúce ako sucho. Od roku 2014 bolo v systéme Veggie vypestovaných 15 druhov rastlín vrátane rôznych šalátov, kapusty a horčice mizuna. Niektoré z plodín boli konzumované astronautmi priamo na ISS, čo prispelo k psychologickej pohode posádky. V poslednom projekte VEG 05 však na vesmírnej stanici (ale aj paralelne na Zemi) došlo k neočakávanému poklesu vlhkosti –vyschli knôty a červené paradajky . Po reštarte systému dopestovali na ISS 12 paradajok. Kvôli malej vzorke a obavám z možnej kontaminácie plesňami astronauti nemohli paradajky ochutnať.

Advanced Plant Habitat (Pokročilý rastlinný biotop), 2017 (APH)

Skúmanie rastu rastlín v mikrogravitácii a štúdium genetických zmien (Monje a kol. 2020). Ide o najpokročilejší systém na ISS, ktorý poskytuje presnú kontrolu svetla, teploty, vlhkosti a zloženia atmosféry. Slúži na výskum plodín, ako sú pšenica a ryža, a tiež na genetické štúdie.

Využíva červené, modré, zelené a širokospektrálne biele LED svetlá, optimalizované pre rôzne fázy rastu rastlín (napríklad fotosyntéza, kvitnutie). Viac ako 180 senzorov monitoruje: teplotu, úroveň kyslíka, vlhkosť (vo vzduchu, pôde, v blízkosti koreňov, stoniek a listov). Senzory detegujú úroveň vlhkosti a automaticky zalievajú rastliny podľa potreby, čím zabezpečujú presnú hydratáciu.



Obr. č. 3 Testovacia jednotka NASA plant habitat (Griffing, Kumar 2019)

PH-01 (Plant Habitat 1): Pestovanie rastliny *Arabidopsis*, malého kvitnúceho druhu príbuzného kapuste a horčici, vhodného na genetické a environmentálne štúdie. Pestovanie trpasličej pšenice a *Arabidopsis* na overenie funkčnosti systému. Pokročilé zariadenie na pestovanie rastlín predstavuje významný krok vpred v chápaní biológie rastlín vo vesmíre. Podporuje udržateľnú produkciu potravín a biologický výskum, ktorý je kľúčový pre budúcnosť ľudstva vo vesmíre.

LADA (Roskosmos 2002-2011)

Tento systém bol použitý na ruskom module ISS v rokoch 2002-2011. Umožnil pestovanie plodín ako pšenica, hrach a jačmeň. Experimenty pomohli pochopiť, ako mikrogravitácia ovplyvňuje klíčenie a rast koreňov.

EDEN ISS (Európsky projekt 2015-2019)

Cieľom projektu bol vývoj technológií na pestovanie rastlín v extrémnych prostrediach (napr. Mars, Mesiac). Skleník bol testovaný v Antarktíde ako simulácia podmienok na iných planétach. Pestované plodiny zahŕňajú šalát, uhorky, paradajky a bylinky. EDEN ISS slúži ako model pre budúce lunárne a marťanské skleníky.

Mars Lunar Greenhouse, 2017

Návrh skleníka pre kolónie na Marse a Mesiaci. Systém využíva hydroponické metódy a recykláciu vody. Cieľom je zabezpečiť uzavretý cyklus výživy pre posádky na dlhodobých misiách. Skleník má tvar valca, ktorý maximalizuje efektivitu priestoru a svetla (5,5 m dlhý a má priemer 2,2 m).



Obr. č. 4 Marťanský sklenník (NASA, 2017)

China Lunar Mini Biosphere Experiment, 2019

Čínsky projekt testovania klíčenia semien na Mesiaci. Misia Chang'e-4 obsahovala biologický experiment s miniatúrnym skleníkom, ktorý obsahoval semená bavlny, zemiakov a repky. Semená bavlny úspešne vyklíčili, čo bol prvý rast rastliny na povrchu iného vesmírneho telesa.

ExoLab

Vzdelávacie experimenty na ISS. Experimenty umožňujú študentom na Zemi skúmať rast rastlín v mikrogravitácii. Zahŕňa rast plodín, ako je ďatelina a fazuľa. ExoLab má rozmery len 10 cm × 10 cm × 20 cm. Počas 6-týždňového programu sa lekcie a priebeh misie sledujú v jednoducho použiteľnom systéme riadenia výučby. Počas našej 11. misie do vesmíru sa skúmal modelový organizmus ***Medicago truncatula*** (Lucerna súdkovitá). ***M. truncatula*** poskytuje cenné poznatky o biológii strukovín, symbiotickej fixácii dusíka a genetike rastlín. Jej experimentálne výhody a praktické aplikácie z nej robia vynikajúci modelový organizmus pre výskum rastlinnej biológie a poľnohospodárstva.

Projekt MELLiSA – Micro-Ecological Life Support System Alternative (Európsky vesmírny program -ESA). Začal v roku 1989.

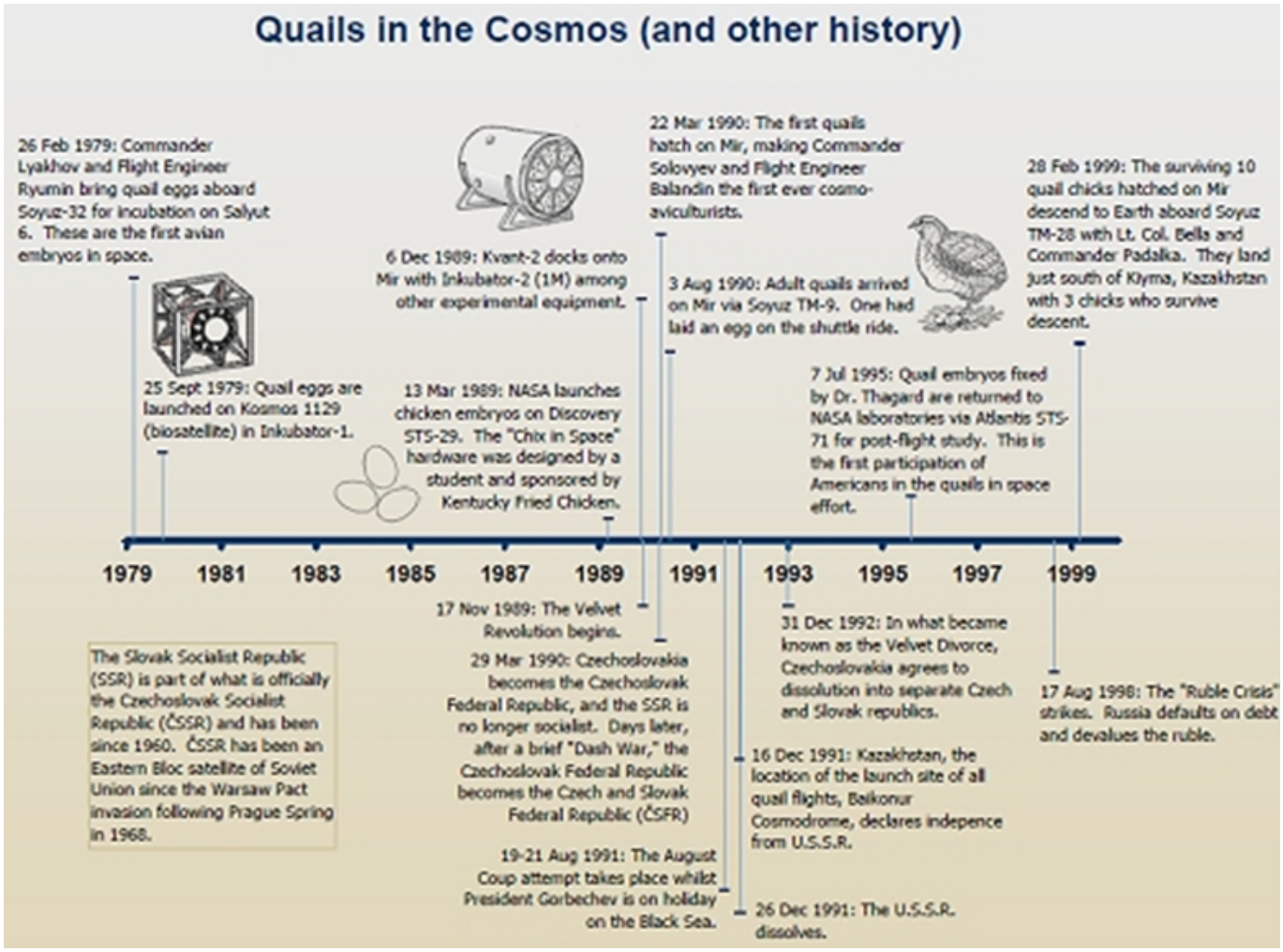
Hlavným cieľom je vytvoriť uzavretý ekologický systém, ktorý by dokázal podporovať život astronautov v podmienkach, kde je potrebné recyklovať dýchací vzduch, vodu a potraviny. Tento systém by mal byť schopný simulovať procesy, ktoré by sa mohli objaviť v budúcich vesmírnych kolóniách.

Pestovanie spiruliny (***Arthrospira platensis***) hrá v tomto projekte kľúčovú úlohu. Spirulina je fotosyntetická riasa, ktorá využíva oxid uhličitý (CO_2) a produkuje kyslík (O_2). Tento proces je dôležitý pre udržiavanie dýchateľnej atmosféry v uzavretých priestoroch. Spirulina je bohatá na proteíny, vitamíny (napr. B12), minerály (železo) a esenciálne mastné kyseliny. Slúži ako výživový doplnok pre posádku. V systéme MELiSSA sa biologický odpad (napríklad exkrementy a organické zvyšky) rozkladá na jednoduché látky, ako je CO_2 a živiny, ktoré spirulina môže absorbovať a využívať na svoj rast. Spirulina sa dá pestovať v nádržiach s minimálnym priestorom a vodou, čo ju robí ideálnou pre prostredie s obmedzenými zdrojmi, ako sú vesmírne stanice alebo základne na Mesiaci či Marse.

Projekt MELiSSA a pestovanie spiruliny ukazujú, ako môžu byť uzavreté ekologické systémy použité na zabezpečenie trvalo udržateľných zdrojov kyslíka a potravy vo vesmíre. Táto technológia má potenciál nielen pre vesmírne misie, ale aj pre zlepšenie udržateľnosti na Zemi, najmä v prostrediach s obmedzenými zdrojmi. Aj slovenský startup BioX Technologies, Bratislava sa podieľa na tomto projekte.

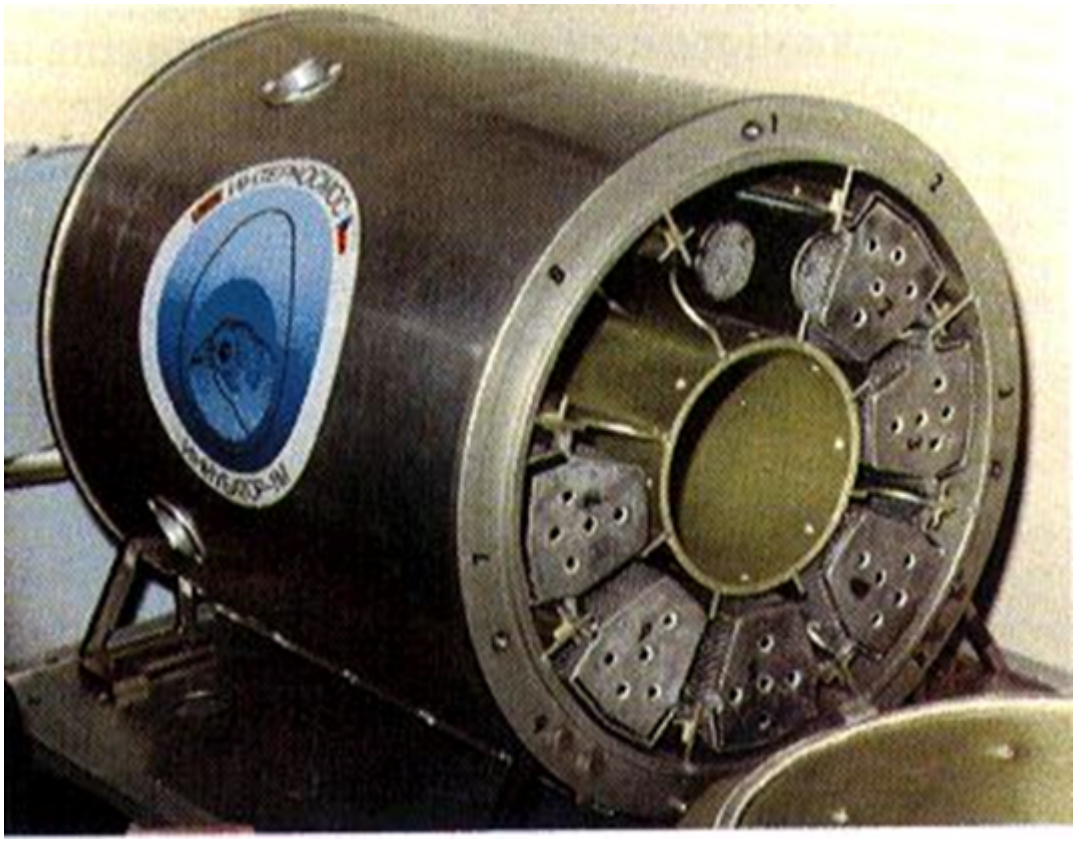
Program Interkozmos-japonské prepelice (1979-1999)

Projekt uzavretého endoekosystému navrhnutý prof. Kolomanom Boďom (Ústav fyziológie hospodárskych zvierat SAV v Košiciach a v Ivanke pri Dunaji), ktorý zahŕňal **japonské prepelice (Coturnix japonica)** a **larvy múch** a **riasy *Chlorella*** bol inovatívnym prístupom k vytvoreniu udržateľného ekosystému pre produkciu potravy, recykláciu odpadu a udržanie rovnováhy v systéme. Profesor Boďa spolupracoval s vedcami z Ústavu biomedicínskych problémov Ruskej akadémie vied v Moskve v rámci programu Interkozmos. Prvé letové pokusy s prepeličími vajíčkami sa začali v roku 1979.



Obr. č. 5 História výskumu japonských prepelíc od roku 1979 do 1999 (Finchwench, 2011)

Prepelice produkujú vajcia a mäso, ktoré sú bohaté na bielkoviny. Prepelice sú nenáročné na priestor a ľahko sa prispôsobujú rôznym podmienkam. Vysoká produkcia vajec v pomere k veľkosti. Trus prepelíc bol recyklovaný larvami múch (*Musca domestica*) a zároveň larvy spolu s riasami rodu *Chlorella* slúžili ako potrava pre prepelice (Sabo, Chrappa, Boďa 1990). Larvami spracovaný trus mohol slúžiť ako kompost. Súčasťou pokusov bolo aj testovanie črevnej mikroflóry prepelíc. Boli zaznamenané zvýšené počty stafylokokov, *Escherichia coli* a laktobacilov v kozme v porovnaní s kontrolnými skupinami (Lauková a kol. 1992). Priebežné výsledky experimentov boli zhrnuté aj na sympóziu Avian Microgravity konaného v októbri 1992 v Ivanke pri Dunaji a boli publikované formou supplementu č. 6 v Acta Veterinaria Brno vol. 62, 1993.



Obr. č. 6 Inkubátor 2 na stanici MIR pre liahnutie vajec prepelíc (Finchwench, 2011)

Program **Interkozmos** bol významnou súčasťou medzinárodnej spolupráce socialistických krajín v oblasti vesmírneho výskumu. Slovenská účasť na tomto programe vyvrcholila misiou prvého slovenského kozmonauta **Ivana Bellu** v roku 1999. V rámci letu na stanicu **Mir** vykonával vedecké experimenty vrátane programov ako **Endotest**, ktorý skúmal adaptáciu ľudského organizmu na bezváhový stav a experimentu **Prepelica**, zameraného na vývoj japonských prepelíc vo vesmíre. Cieľom bolo študovať vplyv mikrogravitácie na embryonálny vývoj. Úspešným aspektom bolo prežitie niektorých prepelíc počas transportu na Zem. Ivan Bella na svojej misii strávil celkovo 7 dní, počas ktorých obletel Zem 125-krát. Táto misia sa uskutočnila v rámci deblokácie ruského dlhu voči Slovensku a bola pre Slovensko historickým míľnikom vo vesmírnom výskume.



Obr. č. 7 Ivan Bella s prepelicami v beztiažovom stave na stanici MIR (Finchwench, 2011)

Deep food challenge (2022-2024)

Výzva pre pestovanie potravín v hlbokom vesmíre je súťaž sponzorovaná NASA a Kanadskou vesmírnou agentúrou, spolu s inými organizáciami ako nadácia XPRIZE. Jej cieľom bolo vyvinúť nové technológie výroby potravín zberu, spracovania a balenia, s využitím metód ako hydroponia, aeroponia, 3D tlač a bunkové poľnohospodárstvo a udržateľné riešenia pre dlhodobé vesmírne misie, ako sú tie na Mars. Po trojročnej súťaži (2022-2024) „ Deep food chalenge“ oznámila Kanadská vesmírna agentúra (CSA), že spoločnosť Ecoation Innovative Solutions Inc. so sídlom vo Vancouveri (Ecoation) sa stala víťazom. Ako kanadský víťaz firma Ecoation obdržala 380 000 dolárov za svoj CANGrow modulárny interierový systém produkcie potravín, navrhnutý na prevádzku v odľahlých prostrediach ako je vesmír a severné kanadské regióny.

CANGrow používa inovatívny prístup k produkcií rôznorodých druhov čerstvého jedla, vrátane jahôd, čerešnových paradajok, náhrad mäsa (napr. mykoproteíny z húb CanPro firmy Maia Farms Canada). S potenciálom vyprodukovať viac ako 700 kg potravín ročne pomocou aparatúry vo veľkosti šatníkovej skrine. Tento modulárny systém funguje na štandardný 120-voltový napájací zdroj a môže byť pripojený k bežnej záhradnej hadici s priemerom 3/4 palca (t.j. 1,9 cm), čo ukazuje jeho jednoduchosť použitia a prispôsobivosť pre aplikácie nielen mimozemské, ale aj pozemské. Srdcom systému CANGrow™ je päť špeciálne navrhnutých rastlinných komôr. Štyri sú venované rastu rastlín, kde sú nastaviteľné LED svetilá pre dokonalú fotosyntézu až po UV ošetrený hydroponický systém pre efektívne zalievanie. Piata komora je miestom, kde rastie bielkovinami bohaté mycelium Maia Farms, vďaka sofistikovanému systému bioreaktora. Naviac systém má aj komoru na zrýchlené kompostovanie od spoločnosti Lomi, čím sa výrazne znižuje odpad.

Ďalšími finalistami boli : McGill University (Quebec) Pokročilý bio-regeneračný Toolkit pre dlhodobé lety (MARTLET). Svrčky ako zdroj bielkovín pre astronautov a ľudí v odľahlých prostrediach. University of Guelph (Ontario), Možnosti rastu pre vesmírne prostredia (GOOSE). Kontrolovaná rastlinná komora navrhnutá na produkciu rôznorodých čerstvých ovocia, zeleniny a húb. Concordia University (Quebec), AstroYeast Microfarm. Kvasinkový kmeň špeciálne prispôsobený na produkciu živín a aromatických molekúl v automatizovanom a optimalizovanom bioreaktore.

Rastliny pre vesmír (Plants for Space)

Program **Plants for Space (P4S)** je priekopníckou iniciatívou zameranou na výskum a vývoj technológií pre pestovanie rastlín vo vesmíre. Tento program je súčasťou projektu Lunar Effects on Agricultural Flora (LEAF), ktorý bude zhromažďovať údaje o raste a vývoji rastlín na Mesiaci počas misie Artemis III. Projekt LEAF je realizovaný konzorciom partnerov vrátane Austrálskeho výskumného ústavu pre rastliny vo vesmíre (P4S), sídliaci na Univerzite v Adelaide.

3D tlač potravín

V roku 2013 NASA udelila kontrakt v rámci programu Small Business Innovation Research (SBIR) spoločnosti Systems and Materials Research Corporation so sídlom v Austine, ktorá vyvinula systém schopný tlačiť základné potraviny z práškových živín, oleja a iných tekutín. Pretože neboli financie na druhú fázu projektu Anjan Contractor si založil v r. 2016 spoločnosť BeeHex s cieľom vyrábať potraviny z čerstvých surovín, Contractor pracuje na stroji na výrobu regeneračných tyčiniek, ktoré by mohli personalizovať výživné tyčinky na raňajky alebo neskorý obed podľa individuálnych potrieb človeka.

Steak vyrobený z plastového odpadu znie nereálne – ako akýsi udržateľný sen, nová úroveň recyklácie, niečo, čo by mohlo obrátiť celý svet hore nohami. Áno, tento projekt je skutočný a možný vďaka spoločnosti BeeHex, ktorá vyvíja potravinové riešenia pomocou rôznych technológií 3D tlače. Spoločnosť založil Anjan Contractor, inžinier spolupracujúci s NASA. Myšlienka je jednoduchá: poskytnúť astronautom jedlá vytlačené pomocou 3D tlače. „Plastový odpad sa najprv zozbiera a následne rozdrví. Nakoniec sa vloží do bioreaktora, ktorý obsahuje špeciálne modifikované baktérie," vysvetľuje Anjan. Tieto baktérie konzumujú plast a premieňajú ho na biomasu, vďaka čomu je možné z nej vyrábať jedlo prostredníctvom 3D tlače. Tento projekt by mohol nielen zabezpečiť potraviny pre astronautov, ale aj prispieť k lepšiemu hospodáreniu so zdrojmi Zeme. V blízkej budúcnosti by mohol pomôcť zastaviť globálne otepľovanie, znížiť vykorisťovanie zvierat a podporiť ochranu biosféry a životného prostredia. Dokonca by mohol ponúknuť riešenie problémov s potravinami na celom svete.



Obr. č. 8 Astronaut Terry Virts pije 3D tlačený mliečny koktail na Medzinárodnej vesmírnej stanici

(Foto: NASA – Mark Garcia).

Kultivácia mäsa

Európska vesmírna agentúra (ESA) hľadá návrhy na využitia bunkového poľnohospodárstva ako novej techniky na výrobu potravín, najmä kultivovaného mäsa, počas budúcich dlhodobých vesmírnych misií. Vyrába sa v bioreaktore zo svalových kmeňových buniek zvieraťa pridaním aminokyselín, cukrov a soli, vďaka ktorým rastú svalové vlákna aj v živom organizme. Európska únia rok vyčlenila viac ako 2,7 milióna eur na výskumný program konzorcia Meat4All, ktoré vedie španielska firma BioTech Foods, a jej koncept bunkového mäsa s názvom Ethicameat.

Záver

Problematika získavania stravy pre kozmonautov pri dlhodobých letoch je komplexný problém, ktorý zahŕňa mikrobiologickú bezpečnosť, kvalitu a stabilitu potravín. Rastliny pri mikrogravitácii sa musia prispôsobiť neprítomnosti gravitácie, čo ovplyvňuje smer ich rastu (geotropizmus) a distribúciu živín. Na osvetlenie sa používajú sa LED svetlá, ktoré simulujú slnečné svetlo a optimalizujú fotosyntézu. Rastliny rastú v kontrolovanom prostredí, kde sa monitorujú a optimalizujú parametre ako svetlo, teplota, vlhkosť, zloženie vzduchu a živín. Voda a živiny sa recyklujú v rámci systému, čím sa minimalizuje odpad.

Použitá literatúra

NASA. 2017. Advanced Plant Habitat. https://science.nasa.gov/mission/advanced-plant-habitat/

Avian Microgravity symposium. 1993. Acta Veterinaria Brno. Vol. 62, Supplementum 6. https://actavet.vfu.cz/62/6/

BBC. 2019. China's Moon mission sees first seed sprout. BBC.com. https://www.bbc.com/news/world-asia-china-46873526

EDEN ISS. 2020. Ground Demostration of PLant Cultivation Technologies for Safe Food Production in Space. https://eden-iss.net/

Magnitude. 2024. EXOLAB: Investigate the effects of microgravity on living things. https://magnitude.io/exolab/

Deep Space food chalenge. 2023. Food for the next frontier. https://www.deepspacefoodchallenge.org/

Griffing L., Krishna Kumar. 2019. Hydroponic Systems for Arabidopsis Extended to Crop Plants. In: Hydrocultural and Hydroponics Systems ed. IntechOpen, 1-11. http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.89110

Finchwench. 2011. Birds in Space II: Quails in the Cosmos. https://finchwench.wordpress.com/2011/09/06/cosmoquails/

Kim H.W, M.S. Rhee. 2020. Space food and bacterial infections: Realities of the risk and role of science. Trends in Food Science & Technology 106, 275–287. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.023

Kmeť V. 2020. Vesmírna mikrobiológia: Vplyv prostredia ISS na mikroflóru tráviaceho traktu a rezistencia na antibiotiká in SciCell magazín: Slovensko. https://www.scicell.org/?s=kme%C5%A5

Kmeťová M., Kmeť V. 2023. Vírusy v prostredí medzinárodnej vesmírnej stanice. Kozmos č.1, s. 24-25.

Kitchens Unbound: The International Space Station galley kitchen Published Nov 02, 2023. https://www.nakedkitchens.com/blog/kitchens-unbound-the-international-space-station-galley-kitchen

ESA. 2023. ESA explores cultivated meat for space food. European Space Agency. https://www.esa.int/Enabling_Support/Preparing_for_the_Future/Discovery_and_Preparation/ESA_explores_cultivated_meat_for_space_food

František Martinek. 2016. Nová etapa pestovaní rostlin na palube ISS. Česká astronimická spoločnost (Astronomický infrormačný server astro.cz). https://www.astro.cz/clanky/kosmonautika/nova-etapa-v-pestovani-rostlin-na-palube-iss.html

Lauková A., Boďa K, Kmeť V.: A note on the influence of microgravity on the microbial endoecosystem of Japanese quail. Journal of Animal and Feed Sciences, 1, 1992, 295-301. https://doi.org/10.22358/jafs/69920/1992

NASA. 2017. Luna, Martian Greenhouse Designed to Mimic Those on Earth. https://www.nasa.gov/science-research/lunar-martian-greenhouses-designed-to-mimic-those-on-earth/

Monje, O, Jeffrey T. Richards, John A. Carver, Dinah I. Dimapilis, Howard G. Levine, Nicole F. Dufour and Bryan G. Onate. Hardware Validation of the Advanced Plant Habitat on ISS: Canopy Photosynthesis in Reduced Gravity. Frontiers in Plant Science, 1 June 2020 | Volume 11 | Article 673, https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00673

Mellisa foundation. Melisa Space Research program. https://www.melissafoundation.org/page/melissa-project

Pandith J.A., ,Somya Neekhra, Saghir Ahmad, Rayees Ahmad Sheikh: Recent developments in space food for exploration missions: A review, Life Sciences in Space Research, 36, 2023, 123-134. https://doi.org/10.1016/j.lssr.2022.09.007

Plant for Space. 2024. https://plants4space.com/about

Sabo, V., Chrappa, V., Boďa, K. Feeding water-algae of chlorella genus and quail faeces with house-fly pupae to Japanese quails. Skrmovanie rias rodu chlorella a prepeličieho trusu s kuklami muchy domácej japonskou prepelicou. Agriculture (Poľnohospodárstvo), 36, 1990, 148-156.

NASA. 2019. Deep-Sapce Food Science Research Improves 3D-Printing Capabilities. NASA Spinoff. https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2019/ip_2.html

Claire S. 2023. 3D printed Meals From Plastic Waste Ready for Space: 3D natives. https://www.3dnatives.com/en/3d-printed-food-nasa-plastic-waste-19012023/

NASA. 2014. Veggie projekt. https://science.nasa.gov/mission/veggie/