

Úrkutatás és -képzés a Debreceni Egyetemen

Csernoch László

fiziológus, egyetemi tanár, tudományos rektorhelyettes,
Debreceni Egyetem

A Debreceni Egyetemen, illetve jogelőd intézményeiben, az úrkutatás közel fél évszázados múltra tekint vissza, mutatva, hogy intézményünk már a kezdetektől aktívan bekapcsolódott a világűr megismerését célzó nemzetközi erőfeszítésekbe.¹ Ennek hátterét akkoriban elsősorban, országunknak a Szovjetunió által vezetett Interkozmosz² programhoz történő csatlakozása jelentette. Emellett más nemzetközi úrkutatási programokban is részt vettek akkoriban hazai kutatók. A teljesség igénye nélkül megemlítem a Bion programot³, mely biológiai vizsgálatok céljából juttatott fel növényeket és kísérleti állatokat – elsősorban patkányokat – a világűrbe. A Debreceni Orvostudományi Egyetem az 1970-es évek második felétől kapcsolódott be közvetlenül a Bion programba és végzett méréseket a világűrből visszahozott mintákon (pl. Rapcsák és mtsai, 1983; Takács és mtsai, 1983). A Szovjetunió szétesése, valamint a rendszerváltozás következtében ezek a programok megszűntek⁴, így egyetemünkön az úrkutatással kapcsolatos kutatások is szüneteltek.

Magyarország kormánya a 2010-es évek elején felismerte, hogy a világűr, valamint az ahhoz kapcsolódó űripár a jövő – ezen tanulmány írásakor már a jelen

¹ Magyarország úrkutatásban vállalt szerepéről Simon Tamás *Magyarország és a világűr - Szerepünk a világ űrtevékenységében* című könyvéből (Simon, 2021) tájékozódhat az érdeklődő olvasó.

² Az együttműködés hivatalos magyar neve „A szocialista országok együttműködése a világűr békés célú kutatásában és felhasználásában” volt. Hazánk, a többi szocialista országgal együtt, 1967-ben csatlakozott a programhoz. Az „Interkozmosz” elnevezést 1970-től használták. Hazánkban elsősorban elektronikai eszközök és sugárzásdetektorok fejlesztése történt, de ennek keretében járt először, Farkas Bertalan személyében, magyar ember a világűrben, 1980-ban.

³ Bion, vagy Biocosmos program, mely 1966-ban indult, és biológiai vizsgálatok céljából juttatott fel műholdakat földközeli (Low Earth Orbit) pályára. A programban a Szovjetunió mint a műholdakat pályára állító és koordináló országon kívül részt vett több akkori szocialista ország, valamint az Amerikai Egyesült Államok és Franciaország is.

⁴ Az utolsó, Interkozmosz program keretében történő űrhajó felbocsátására 1991-ben került sor.

– meghatározó gazdasági ágazata lesz. Ennek mentén került kidolgozásra és elfogadásra hazánk űrstratégiája (Magyarország Űrstratégiája, 2021). Ez a dokumentum nemcsak a hosszútávú stratégiai célokat – az űrszektorban lévő gazdasági lehetőségek kihasználása, Magyarország ilyen irányú nemzetközi szerepének erősítése, valamint a szükséges tudás alapú társadalmi környezet megteremtése – fogalmazta meg, de a rövidtávú feladatokat is meghatározta. Ennek keretében, illetve már ennek előzményeként indult újra hazánkban az űrkutatás jelentős támogatása, és ez vezetett oda, többek között, hogy idén várhatóan ismét magyar űrhajós jut ki a világűrbe, és végez ott tudományos kísérleteket (lásd HUNOR⁵ program, 2024).

A magyar felsőoktatási intézmények, kapcsolódva a hazai és nemzetközi trendekhez, képzési kínálatukat és kutatási irányvonalait is igyekeztek ennek megfelelően átalakítani. A Debreceni Egyetemen is több Karon, illetve kutatócsoportban indultak ilyen irányú fejlesztések. Egyetemünk ezután bekapcsolódott a hazai űrképzésbe, valamint a Tématerületi Kiválósági Program (2019 és 2020) keretében kapott támogatások felhasználásával kialakította űrkutatási portfólióját.

Űrkutatás a Debreceni Egyetemen

A hazai űrkutatás fellendülésével párhuzamosan egyetemünkön is felmérésre került egyrészt, hogy melyek azok a kihívások, amelyek az elkövetkező években az űrszektorban válaszolnia kell, másrészt, hogy ezek közül mely területeken folytak olyan aktív kutatások, melyek nemzetközi szinten jelentős vagy nemzetgazdasági szempontból kiemelkedő eredményekhez vezethetnek. Négy fontos tématerület került kiválasztásra:

- A kozmikus sugárzás hatásai
 - A Föld mágneses tere, valamint a légkör jelentősen csökkenti a kozmikus térben jelenlévő nagy energiájú töltött és töltetlen részecskék számát a talajszinten. Ezek a részecskék – a Naprendszerben elsősorban a napszél részét képező protonok – a Földtől távolodva egyre fokozódó veszélyt jelentenek az ott tartózkodó emberekre, valamint komolyabb károkat tudnak okozni, elsősorban az elektronikai eszközökben.⁶ Ennek megfelelően az űrhajósok és az űreszközök sugárvédelme, valamint az elnyelt sugárdózis mérése kiemelt fontosságú.

⁵ HUNOR – Hungarian to Orbit, „magyar űrhajós a világűrben” program.

⁶ Egy komolyabb napkitörés a kommunikációs műholdak meghibásodását vagy akár tönkremenetelét is eredményezheti, így az „űrídőjárás” nyomon követése egyre fontosabb feladatot jelent.

- Az űrben történő hosszútávú tartózkodás⁷ esetén fellépő szükségletek
 - Mint a legtöbb állati szervezet esetén, az ember anyagcseréjéhez is elengedhetetlen a megfelelő mennyiségű oxigén bevitele, valamint a keletkező széndioxid eltávolítása. Az űreszközökön így folyamatosan biztosítani kell, hogy a belélegzett levegőben megfelelő koncentrációban legyen jelen az O_2 , valamint, hogy a CO_2 koncentrációja ne emelkedjen túl magasra.⁸
 - Az űrhajósok megfelelő ételmezése is elengedhetetlen. Ehhez, természetesen, hozzátartozik a szükséges tápanyagösszetétel – a szükséges mennyiségű kalória- és fehérjebevitel, a vitaminok és a nyomelemek biztosítása – mellett az élvezhetőség is. Ennek részeként megoldandó a világűrben az űreszközökön a növénytermesztés, valamint a víz- és tápanyag-recirkuláció.
- A mikrogravitáció hatása az űrhajósokra
 - Szervezetünk az évmilliók során ahhoz alkalmazkodott, hogy a Föld gravitációja miatt kialakuló súlyunkat⁹ elviselje. Csontjaink, izmaink folyamatos tartást biztosítanak a gravitációval szemben. Még az ereink fala is ahhoz alkalmazkodott, hogy a szervezetünkben keringő vér nyomása – a hidrosztatikai nyomásgradiens miatt – alacsonyabb a feji régióban, mint a végtagjainkban. Mindezek hiányoznak a világűrben.¹⁰ Ez a csontok és az izmok leépüléséhez, valamint a vér redistribúciójához¹¹ vezet.
- Űrből származó adatok felhasználása

⁷ Olyan esetekben, amikor a földi utánpótlás megoldása nehézkes vagy megoldhatatlan. Előbbire lehet példa egy, a Holdon kialakítandó, folyamatosan lakott űrbázis, az utóbbira pedig egy emberekkel megvalósított marsi űrmisszió.

⁸ Ha a CO_2 koncentrációja a belélegzett levegőben megemelkedik, akkor következményesen a vérben is magasabb lesz. Ez, egyebek között, a vér pH-jának csökkenéséhez – savas irányú eltolódásához – vezet, ami károsítja a szervezetet. A nemzetközi űrbázison (International Space Station; ISS), mely jelenleg az egyetlen űreszköz, ahol tartósan emberek tartózkodnak, a CO_2 átlagos szintjét 4 Hgmm-ben maximalizálták (tengerszinten, a levegőben, ez 0,3 Hgmm).

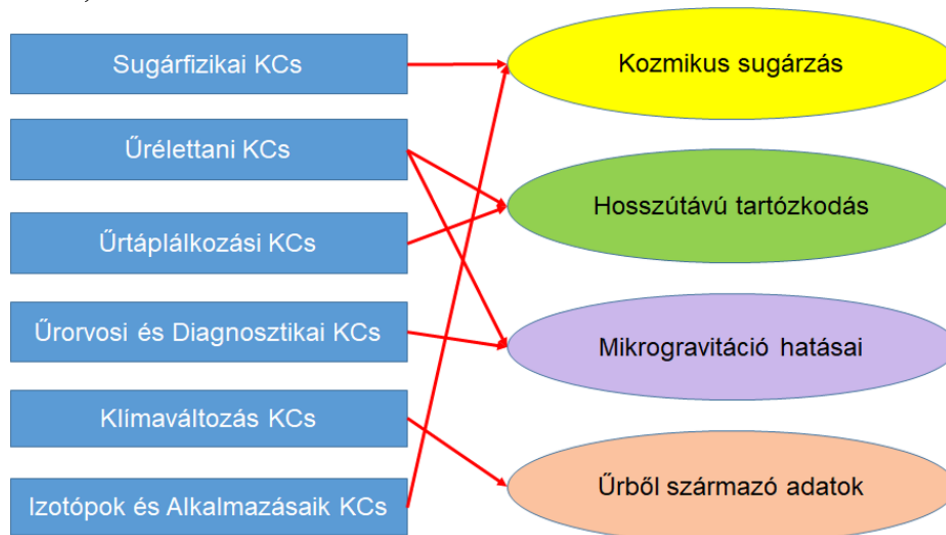
⁹ Míg egy test tömege független a gravitáció jelenlététől, a súlya nem. Súlyon azt az erőt értjük, amivel a test az alátámasztást nyomja, vagy a felfüggesztést húzza.

¹⁰ A Föld körül keringő, vagy egy távolabbi égitest felé tartó űreszközön, hacsak ezt valamilyen speciális módon nem biztosítjuk, „súlytalanság” uralkodik. Ilyen, ún. mikrogravitációs környezetben, vagy amikor a test szabadon esik a Föld felé, pl. az ISS-en, a testtartást biztosító izmok, valamint a csontok folyamatosan veszítenek tömegükből.

¹¹ A vér a végtagok felől a felsőtest irányába tolódik. Ennek következtében a lábak elvékonyodnak – ún. madárlábak alakulnak ki –, míg az arc felpuffad. A feji régióban megemelkedett nyomás a szemben a retina károsodását is előidézhetheti.

- A Föld körül keringő műholdak egy jelentős része nem az univerzum megfigyelésére, vagy a földi távközlés biztosítására szolgál, hanem folyamatosan képeket készít bolygónkról.¹² Ezek a képek információt szolgáltatnak, egyebek között, a vegetációról, a talaj nedvességtartalmáról, a beépítettségéről, de felhasználhatók vészhelyzetek esetén is.

A fenti kérdések tudományos igényű vizsgálatára, valamint az egyetem különböző karain, laboratóriumaiban folyó űrrrel kapcsolatos kutatások koordinálására 2019-ben megalakult a Debreceni Egyetem Űrkutatási programja a DE_SPACE (2019). A résztvevő laboratóriumokat, valamint kapcsolódásukat a fent bemutatott területekhez, az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. A DE-SPACE programban részt vevő kutatócsoportok (KCs) és főbb tevékenységük.

Jelen közlemény kereteit meghaladja valamennyi kutatócsoport munkájának részletes bemutatása, arról a program honlapján (DE-SPACE program, 2019) tájékozódhat az érdeklődő olvasó. Itt csak három kutatási irány rövid ismertetésére szorítkozom.

A Sugárfizikai Kutatócsoport egy NAND Flash alapú dozimétert fejlesztett, mely elhelyezésre került egy 2024-ben felbocsátott pico-szatelliten.¹³ Az eszköz

¹² Ilyenek, többek között, az Európai Űrügynökség (European Space Agency) ún. Sentinel műholdjai (Sentinel, 2024).

¹³ A pico-szatellit egy olyan kicsi, jelen esetben 5cm × 5cm × 15 cm-es műhold, melyet néhány speciális célfeladat végrehajtása érdekében állítanak pályára, s viszonylag rövid időn belül, a Föld légkörébe történő visszalépés során megsemmisül.

a sugárterhelés mérésének egy teljesen újszerű és kis költséggel előállítható mérőműszere. Előnye nemcsak költséghatékonyságában, hanem kis méretében és könnyű előállíthatóságában is rejlik. A műszer sugárzásállósági tesztelése az Atommagkutató Intézetrel együttműködésben történt (Angeli és mtsai, 2024).

Az Űrtáplálkozási Kutatócsoport olyan növények nemesítését végezte el, melyek alkalmasak lehetnek az űreszközökön történő termesztésre (Domokos-Szabolcsy és mtsai, 2023). A nemesítés során tekintettel voltak az ottani különleges kihívásokra. A nemesített növények vízigénye alacsony, növekedésük gyors, tápértékük magas – a bennük található tápanyagok mellett jelentős a vitaminkoncentrációjuk is –, míg a táplálékként fel nem használható részük kevés, így a keletkező hulladék is elhanyagolható.

Az Űrélettani Kutatócsoport a csont- és izomleépülés tanulmányozása kapcsán a nyomásérzékeny, ún. Piezo1, csatornák szerepét elemezte a vázrendszerben (Dienes és mtsai, 2023). Ezek azok – a sejtek felszíni membránjában elhelyezkedő – ioncsatornák, melyek a külső nyomás megnövekedésének hatására megnyílnak, s így részt vesznek szervezetünkben, egyebek között, a gravitáció okozta terhelés, a vérnyomás és az izommunka során kialakuló feszülés érzékelésében.

Fontosnak tartom azt is kiemelni, hogy a DE-SPACE program keretében végzett kutatások nem kizárólagosan az űrkutatásban hasznosulhatnak. Új típusú doziméterek fejlesztése a sugárterheléses munkakörökben használt eszközök új generációját jelentheti. A nemesített növények földi termesztésére alacsony vízigényük és a jelenlegi klimatikus változások miatt is sor kerülhet. Az izom- és csontleépülés valamint az érelmeszesedés kapcsán szerzett ismereteink hozzájárulhatnak az időskori, ilyen jellegű elváltozások lassításához, esetleges visszafordításához.

Bár a tudományos kutatások alapját a modern infrastruktúra, valamint a megalapozott és stabil finansziális háttér jelenti, ezek nem létezhetnek megfelelően képzett szakemberek nélkül. Ezekre a szakemberekre azonban nemcsak a szorosan vett űrkutatás területén van szüksége egy országnak, ha nemzetközi szinten is be kíván kapcsolódni a jelenleg is folyó űrmissziókba. Ez az igény indította el azt az együttműködést, mely Magyarország számos egyetemének közreműködésével képezi a jelen és jövő űrszakembereit.

Űrképzés a Debreceni Egyetemen

Az űrstratégiához kapcsolódóan megfogalmazódott, hogy szükséges lenne egy olyan tudásplatform létrehozása, mely egyesíti a magyar egyetemek űrkutatással kapcsolatos kompetenciáit. A létrehozott konzorcium¹⁴ (UniSpace, 2022) meghatározta azt a négy tudományterületet – műszaki tudományok, orvos- és egészségtudományok, társadalomtudományok és természettudományok –, melyeken meg-

¹⁴ A konzorciumot 17 egyetem alapította 2022-ben, majd 2024-ben további 4 egyetem csatlakozott hozzá.

felelő szakértelemmel rendelkeznek az űrkutatásban, s ahol az űrstratégia hosszútávú megvalósításához a szakembergárdát fejleszteni, bővíteni szükséges. Az UniSpace konzorcium keretében pedig megkezdődött Magyarország első űrképzése.

A képzés a 2022/2023-as tanév őszi félévében indult el mint szakirányú továbbképzés, magyar nyelven, négy szakiránnyal, a Nemzeti Közszo lgálati Egyetem koordinálásában. Az egyes szakirányokat más-más egyetem szervezi, s az adott szakirányra jelentkező hallgató a szakirányt koordináló egyetemre kerül felvételre. A képzés három féléves, az első évfolyam 2024 januárjában vette át oklevelét. Jelenleg a második évfolyam képzése zajlik, angol nyelven. A szakirányok elnevezése és az azokat szervező egyetemek az alábbiak:

- Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem – Űrtechnológiai szakember;
- Debreceni Egyetem – Innovatív táplálkozási és üregésszeg-tudományi szakember;
- Eötvös Loránd Tudományegyetem – Űrtudományi szakember;
- Nemzeti Közszo lgálati Egyetem – Világűrpolitikai tanácsadó.¹⁵

A konzorciumban, a fentieknek megfelelően, egyetemünk az űrutazás során felépő táplálkozási és egészségügyi vonatkozások ismereteinek oktatását koordinálja. Az egyes szakirányspecifikus tantárgyak (1. táblázat) oktatásában részt vesznek az Eötvös Loránd Tudományegyetem, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, a Pécsi Tudományegyetem, a Semmelweis Egyetem és a Szegedi Tudományegyetem munkatársai is.

1. táblázat. A jelenlegi, angol nyelven folyó képzés szakirányú tantárgyai.

Space Medicine	Biomedical Engineering
Radiobiology	Space pharmaceuticals
Space farming	Space Food
Environmental Psychology of Extreme and Unusual Spaces	

Az egyetemen folyó űrképzés mellett munkatársaink bekapcsolódtak a következő magyar kutatóűrhajós felkészítésébe is.¹⁶ Sőt, több olyan élettudományi projekt is kidolgozásra került, melyet az űrutazás során a magyar űrhajós¹⁷ a Nemzetközi Űrállomáson végre is fog majd hajtani.

Összefoglalva elmondható, hogy a Debreceni Egyetemen az űrkutatási projektek, a DE-SPACE megalakulásával, szervezett keretek között zajlanak, és már számos új, nemzetközi szinten is kiemelkedő eredményt értek el.

¹⁵ Az egyes szakirányok részletes tanterve a koordináló egyetem honlapján érhető el.

¹⁶ A képzés a HUNOR program keretében 2024-ben zajlott, az űrutazásra, várhatóan, 2025 tavaszán fog sor kerülni.

¹⁷ A kiválasztott személy Kapu Tibor, a tartalék Cserényi Gyula.

Felhasznált irodalom

- Angeli, I – Csige, I – Fenyvesi, A – Kereszturi, Á – Kiss, Á Z – Molnár, J – Rácz, R – Szarka, M – Zilizi, G. (2024): Űrkutatással kapcsolatos tevékenységek az ATOMKI-ban. Fizikai Szemle, 74, pp. 196-198.
- DE-SPACE program. (2019): <https://space.unideb.hu>
- Dienes, B – Bazsó, T – Szabó, L – Csernoch, L. (2023): The role of the Piezo1 mechanosensitive channel in the musculoskeletal system. Int. J. Mol. Sci, 24, pp. 6513.
- Domokos-Szabolcsy, É – Alshaal, T – Koroknai, J – Kovács, S – Tóth, C – Csilléry, G – Jókai, Z – Matkovits, A – Makleit, P – Fári, M – Gábor; Veres, S. (2023): Phytochemical evaluation of the fruits and green biomass of determinate-type sweet pepper (*Capsicum annuum* L. *fasciculatum*) grown in terrestrial bioregenerative life-support research facilities. J Plant Interact, 18, pp. 2268118.
- HUNOR program. (2024): <https://space.kormany.hu/hunor-program>
- Magyarország Űrstratégiája. (2021): <https://space.kormany.hu/download/7/bd/c2000/Magyarorszagurstrategiája.pdf>.
- Rapcsák, M – Oganov, VS – Szöör, A – Skuratova, SA – Szilágyi, T – Takács, O. (1983): Effect of weightlessness on the function of rat skeletal muscles on the biosatellite "Cosmos-1129". Acta Physiol Hung, 62, pp. 225-228.
- Sentinel. (2024): https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/The_Sentinel_missions
- Simon, T. (2021): Magyarország és a világűr - Szerepünk a világ űrtevékenységében. Mcc Press Kft. Budapest.
- Takács, O – Rapcsák, M – Szöör, A – Oganov, VS – Szilágyi, T – Oganessian, SS – Guba, F. (1983): Effect of weightlessness on myofibrillar proteins of rat skeletal muscles with different functions in experiment of biosatellite "Cosmos-1129". Acta Physiol Hung, 62, pp. 229-233.
- Tématerületi Kiválósági Program. (2019): <https://nkfih.gov.hu/hivatalrol/hivatal-hirei/temateruleti-kivalosagi-program-2019>
- Tématerületi Kiválósági Program. (2020): <https://nkfih.gov.hu/palyazoknak/tpk-2020>
- UniSpace. (2022): <https://unispace.hu/>