

Bérces Attila és Ronó Györgyi

A DNS alapú UV-dozimétriaterjesztése a földfelszíntől a világűrüg

Az ember természetes és mesterséges környezetében egyaránt találkozhat az ultraióbolya (UV) sugárázással. Mintegy 25 éve ismert, hogy a magas légkörű ózonréteg, a légkör fontos UV abszorbense fogyatkozik, és emiatt a Föld felszínén a napsugárázás UV spektruma a rövidebb ($\lambda < 290$ nm) hullámhosszak felé tolódik el. Az UV sugárázás, különösen a rövidebb hullámhosszúságú UV-B tartomány az élővilágra nézve veszélyt jelent. A káros biológiai hatás elindításában kulcsszerepet játszik a sejtek DNS-ének UV sérülése. A károsító hatás becslésére, a várható károsodás kockázatának előrejelzésére szolgál a biológiai UV dozimétriater. A biológiai dózis a különböző hullámhosszúságú beeső UV sugárázást (spektrális irradiancia) a biológiai hatásosság (hatásspektrum) szerint súlyozva integrálja.

Az általunk kifejlesztett, a DNS sérülésének mérésén alapuló UV detektorok (T7 fág, uracil) a szükséges súlyozást és integrálást közvetlenül hajtják végre. E biológiai UV doziméterek alkalmazást nyertek/nyernek a földfelszíni UV sugárázásból származó biológiai kockázat becslésében.

Az utóbbi időszakban készültünk fel arra, hogy a földfelszíni dozimétriában bevált rendszereinket alkalmazni tegyük az extraterresztriális UV sugárázás biológiai hatásának/dózisának mérésére a Nemzetközi Űrállomásra (ISS) kihelyezett EXPOSE-R berendezésén is.

A világűrben várható kockázat mérésének kifejlesztése érdekében a következő kérdéseket vizsgáljuk:

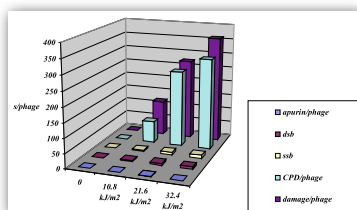
1. Detektoranyagaink (T7 fág, uracil) alkalmasak-e, illetve képesek-e arra, hogy extrém környezeti feltételek mellett is dózismérőként működjenek?

Az ISS a Föld felett kb. 300 km magasságban kering, ahol jelentős vákuum (10^{-6} – 10^{-4} Pa), váltokozva magas és alacsony hőmérséklet (100–400 K) uralkodik, a Naptól 1360 W/m² teljesítménysűrűségű elektromágneses és ezen felül változó intenzitású részecske sugárázás éri. Detektorainkat ezért speciálisan alakítottuk ki. A mintákat kvarchordozóra vittük fel, és a mintatartó vákuum-biztosan záródik. Kísérleti eredményeink arra utalnak, hogy a világűrbeli extrém környezet detektoranyagaink működőképességét nem befolyásolja.

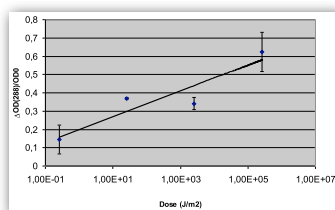
2. Az extraterresztriális napsugárázás rövid hullámhosszúságú komponensei által keltett sérülés(ek) minősége, kinetikája azonos-e a földfelszíni sugárázással, vagy attól eltérő-e? Továbbá, megfelelő-e az egyszerű additivitás a biológiai dózis meghatározásához?

Kérdéseinkre a válaszokat szimulációs kísérletekben/kísérletsorozatokban nyerjük. Földi körülmények között egyrészt egyes fizikai paramétereket szimulálunk, másrészt pedig az összes érdekes paramétert együttesen, földi szimulációs kamrában (DLR, Köln, illetve IWF, Graz) állítjuk elő, és együttes hatásukat tanulmányozzuk.

Az extraterresztriális napsugárzás hatását folytonos spektrummal rendelkező SOL 2000 napszimulátor segítségével tanulmányoztuk. Meghatároztuk a dózishatás kapcsolatot a T7 fág, illetve az uracil sérülés esetében. A hatást a T7 fagnál az összes létrejött hibahelyek számával, a vezető UV sérülésnek tekintett pirimidin-dimerek, az egyszeres és kétszálú DNS-lánc szakadások, valamint a purinestés helyek számával (1. ábra), míg az uracilnál a keltett dimerek számával arányos abszorpció csökkenéssel jellemeztük (2. ábra). A sérülések minősége tehát mindkét minta esetében részben hasonló földfelszíni UV sugárzás által keltett fotoproduktum(ok)hoz. A sérülési kinetikát illetően kimutattuk, hogy az extraterresztriális UV komponensek az uracil detektorban a sérüléseken kívül a sérülések visszaalakítását (reverzióját) is kiváltják, és a reverzió hatékonysága jelentősen függ az UV fény hullámhosszától. A sérülési kinetika az extraterresztriális UV tartományban tehát eltér a szokásos földfelszíni kinetikától. Ezért ugyanaz a rövid hullámhosszú UV foton nemcsak sérülést (dimert) hoz létre, hanem bizonyos sérüléseket ki is javít, monomerizál. Mindez egyúttal azt is jelenti, hogy a kiváltott hatások nem additívak, tehát a biológiai dózis megállapításához további információk szükségesek. A reverzió jelenségének azonban fontos szerepe lehet a biológiai rendszerek túlélésének a biztosításában.



1 ábra. AT7 fág sérülési típusainak dózishatás-függvényei



2 ábra. Uracil vékonyréteg UV sérülése; dózishatásfüggvény

Ezen összefoglaló írásakor mintáink már az EXPOSE-R berendezésbe csomagolva Baikonurban várják a PROGRESS hordozó indulását, amely feljuttatja őket az ISS-re. Reményeink szerint ez az esemény november 26-ra várható, és a besugárzás az Űrállomás külső platformján decemberben kezdődhet meg.

1. Fekete et al. (2005) Adv. In Space res. 36; 303-310
2. Hegedüs et al. (2006) J. Photochem. Photobiol. B: Biol. 82; 94-104
3. Kovács et al. (2007) J. Photochem. Photobiol. B: Biol. 88; 77-82