

Csernobil árnyéka: Negyven évvel a katasztrófa után

Négy évtized telt el azóta, hogy 1986. április 26-án a csernobili atomerőmű negyedik blokkja felrobbant, előidézve a történelem legsúlyosabb polgári nukleáris balesetét. Bár a fizikai romokat már régen egy gigantikus acélszarkofág fedi, a katasztrófa láthatatlan öröksége ma is velünk él. A radioaktív izotópok, mint a cézium-137, lassan feleződnek, de a természet körforgásába beépülve továbbra is jelen vannak Európa ökoszisztémáiban.

A „*csernobili hatás*” ma már nem csupán egy történelmi tragédia, hanem egy folyamatos környezetegészségügyi és tudományos kihívás. Míg az egykori tiltott zóna a vadvilág különös rezervátumává vált, addig tőle több ezer kilométerre – például Bajorország erdőiben vagy az osztrák Alpokban – a gombák és a vadállatok még ma is hordozzák a negyven évvel ezelőtti esőzések radioaktív maradványait

A radioaktív bajor vaddisznók

Bajorország déli részein, különösen az Alpok lábánál és a Bajor-erdőben, a mai napig mérhető a radioaktív szennyeződés egyes gombafajokban és a vaddisznókban. A szennyeződést elsősorban a cézium-137 izotóp okozza, amely az 1986-os csernobili katasztrófa utáni esőzésekkel került a talajba.

Bajorországot vagy Ausztriát 1986-ban sokkal nagyobb mértékű radioaktív kihullás érte, mint Magyarországot, mivel a szennyezett felhők nagy részét az Alpok megfogta, és ott az esőzésekkel jóval nagyobb mennyiségű radioaktív anyag mosódott a talajba.

Bizonyos gombák, mint például a barna tinóru és a sárga gereben, vagy éppen a szarvasgomba-félék hajlamosabbak a továbbra is meglehetősen radioaktív cézium felhalmozására. Történetesen a vaddisznók imádják a szarvasgombát, ezért míg a legtöbb erdei állat (például az őz vagy a szarvas) radioaktivitása az évek alatt jelentősen csökkent, a vaddisznóké meglepően magas maradt. Ezt a tudósok vaddisznó-paradoxonnak nevezik. Ráadásul egy 2023-as tanulmány kimutatta, hogy a vaddisznókban nemcsak a csernobili fallout, hanem az 1960-as évek légköri atomfegyver-kísérleteinek maradványai is jelen vannak.

Németországban szigorú szabályok vannak érvényben a vadhús forgalmazására; csak az a hús kerülhet kereskedelmi forgalomba, amelynek sugárzása 600 becquerel/kilogramm alatt van.

Bajorországban a vadászok a lelőtt állatból vett húsmintákat (általában 500 gramm tiszta izomszövetet) speciális mérőállomásokon mérik le. Jelenleg több mint 70 ilyen állomás működik a régióban, amelyeket a Bayerischer Jagdverband (Bajor Vadászszövetség) üzemeltet. A méréseket nagy érzékenységgű gamma-spektrométerekkel (gyakran szcintillációs detektorokkal) végzik, amelyek pontosan meg tudják különböztetni a cézium-137 izotóp jellegzetes sugárzását a háttérsugárzástól. Ha a mért érték meghaladja a 600 Bq/kg-os határértéket, a hús nem kerülhet forgalomba, és meg kell semmisíteni.

A Csernobil környéki állatok génállománya megváltozott

A tudományos kutatások megerősítik, hogy a Csernobil környéki állatok génállománya több faj esetében is megváltozott. Ez azonban nem „*sci-fi mutációkat*” (például kétfejű állatokat vagy borzalmas szörnyeket) jelent, hanem gyors evolúciós alkalmazkodást a sugárzás káros hatásaihoz.

A zónában élő **keleti levelibékák** színe jelentősen megváltozott: a területen kívül élénkzöldek, míg a reaktor közelében sokkal sötétebbek, gyakran teljesen feketék. A kutatások szerint a magas melanin-szint (ami a sötét színt eredményezi) védi az állatok DNS-ét a sugárzástól. Azok a békák maradtak életben és szaporodtak, amelyek sötétebbek voltak, így pár generáció alatt ez a szín vált dominánssá.

Egy 2024-es tanulmány kimutatta, hogy a zónában élő **szürke farkasok** immunrendszere megváltozott és hasonlít a sugárkezelés alatt álló rákos betegekéhez. Genetikailag rezisztensebbé váltak a daganatos megbetegedésekkel szemben, ami segíthet a jövőben az emberi rákgyógyításban is.

A reaktor környékén élő **kóbor kutyák** génállománya ma már markánsan eltér a világ bármely más pontján élő kutyákétól. Bár ezek az állatok a balesetkor hátrahagyott házi kedvencek leszármazottai, a folyamatos sugárzás és az izoláció miatt egy genetikailag teljesen egyedi populáció jött létre. A természetben a súlyos külső mutációval született állatok (például két fejjel vagy torz végtagokkal) szinte soha nem élnek meg a felnőttkort, így nem tudnak szaporodni. Aki ma a zónában él, az a „*túlélők génállományát*” hordozza: olyan finom molekuláris változásokat, amelyek segítik az életben maradást a láthatatlan veszéllyel szemben.

A DNS-vizsgálatok kimutatták, hogy a kutyák génállománya úgy módosult, hogy az immunrendszerük és a sejtosztódási folyamataik ellenállóbbak legyenek a sugárzás okozta rákosodással szemben. Hasonlóan a korábban említett békákhoz, egyes kutatók feltételezik, hogy a sötétebb szőrzet előnyt jelenthet a sugárvédelemben, bár a kutyáknál ezt még nem sikerült olyan egyértelműen bizonyítani, mint a kétéltűeknél.

A változások nem minden fajnál előremutatóak. Sok **madárnál** (például a füsti fecskékénél) kisebb agyméretet, gyakoribb daganatokat és a tollazat elszíneződését (*parciális albinizmus*) figyelték meg, ami a genetikai károsodás jele.

A „Vörös-erdő” és a Przewalski-lovak sikertörténete

Bár a robbanás után a közvetlen közelben lévő fenyőerdő a sugárzástól vörösre színeződött és elpusztult, ma ez a terület a világ egyik legritkább lófajtájának, a Przewalski-lónak az egyik legnagyobb természetes élőhelye. Az 1998-ban szabadon engedett néhány egyed populációja azóta hétszeresére nőtt, és az állatok szemmel láthatóan egészségesek, annak ellenére, hogy a legszennyezettebb zónákban is legelnek. Az elhagyott szovjet istállókat és épületeket használják menedékként a zord időjárás és a rovarok ellen.

A Przewalski-ló az egyetlen „valódi” vadlófaj, amely genetikailag is eltér a házasított lovaktól (több kromoszómájuk van). Az 1998-as betelepítés után sok egyed elpusztult, de az életben maradtak genetikailag ellenállóbbak voltak a környezeti stresszel szemben. A populáció mára túllépte a 150–200 egyedet, és a lovak szervezete megtanult együtt élni az alacsony dózissal, de folyamatos háttérsugárzással.

A kutatók szerint a lovak egészségi állapota meglepően jó. Nincsenek rajtuk látható daganatok vagy torzulások. Ennek oka, hogy a vadonban a beteg vagy gyenge egyedeket a farkasok gyorsan kiszelektálják, így csak az egészséges, ellenálló állatok maradnak a csordákban, továbbörökítve a „jó”

géneket.

Összességében a Przewalski-lovak esete azt bizonyítja, hogy a természet számára az emberi jelenlét (vadászat, élőhelypusztítás) gyakran pusztítóbb tényező, mint a láthatatlan radioaktív sugárzás

Radiotróf gomba

A csernobili reaktor romjai között felfedezett organizmusok nemcsak hogy túléltek a halálos sugárzást, hanem egyes fajaik valóban képessé váltak arra, hogy azt energiaforrásként használják. Ezeket **radiotróf gombáknak** nevezzük.

Először 1991-ben vették észre, hogy fekete, penészszerű bevonat jelent meg a felrobbant 4-es blokk belső falain. A kutatók megfigyelték, hogy a gombák nem véletlenszerűen nőttek, hanem a legmagasabb sugárzású pontok felé „*törekedtek*”. Ezek a gombák rendkívül nagy mennyiségű melanint tartalmaznak – ugyanazt a pigmentet, ami az emberi bőr és szem színéért felelős. A gombák esetében azonban a melanin nemcsak védelmet nyújt, hanem egy radioszintézisnek nevezett folyamat révén a gamma-sugárzást kémiai energiává alakítja, amit a gomba a növekedéséhez használ fel. Ez hasonló ahhoz, ahogyan a növények a napfényt hasznosítják a fotoszintézis során.

A NASA és más űrügynökségek intenzíven vizsgálják ezeket a fajokat. Mivel a gomba rétegei elnyelik a sugárzást, a jövőben „*élő pajzsként*” védhetik az asztronautákat a világűrben vagy a marsi bázisokon a kozmikus sugárzástól.

A kutatók 2020-ban küldték fel az egyik ilyen gombafajt, a *Cladosporium sphaerospermum* mintáit a Nemzetközi Űrállomásra (ISS), hogy kiderítsék, használható-e a gomba sugárvédelemre a világűrben.

A kísérlethez egy Petri-csészét használtak, amelynek csak az egyik felét vonták be a gombával, a másik felét üresen hagyták. A csésze alá sugármérőket (Geiger-számlálót) helyeztek, hogy összehasonlítsák az áteresztett sugárzás mennyiségét. Egy mindössze 2 milliméter vastag gombaréteg képes volt a kozmikus sugárzás körülbelül 2%-át elnyelni. Ez elsőre kevésnek tűnhet, de a kutatók kiszámolták, hogy egy kb. 21 cm vastag „*élő fal*” már elegendő lenne a marsi küldetések során érő sugárzás jelentős részének blokkolásához.

A gomba legnagyobb előnye a hagyományos anyagokkal (például az ólommal vagy alumíniummal) szemben az, hogy él és szaporodik. Ha a pajzs megsérül, vagy több védelemre van szükség, a gombát csak „*etetni*” kell, és magától újratermelődik.

A távlati tervek szerint a marsi bázisok falaiba épített üregeket töltenék fel ezzel a gombával, így a telepéseknek nem kellene több tonna nehéz sugárvédő pajzsot szállítaniuk a Földről; elég lenne egy kis mintát vinni, és helyben „*növeszteni*” a védelmet. Érdekes módon a gomba az ISS-en tapasztalható mikrogravitációban gyorsabban is nőtt, mint a Földön, ami még alkalmasabbá teszi az űrbéli használatra.

From:

<https://mail.bolyongo.hu/> - bolyongó

Permanent link:

https://mail.bolyongo.hu/doku.php?id=passport:csernobil_arnyeka&rev=1777229952

Last update: 2026/04/26 18:59



