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.



A Bajorországban és Ausztriában szarvasgombát kereső vaddisznók hihetetlenül magas koncentrációban fogyasztanak radioaktív anyagot. / Foto: Getty Images

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 érzékenységű 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 élik 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 fecskéknél) 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-ló**nak 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, és az elhagyott szovjet istállókat és épületeket használják menedékként a zord időjárás és a rovarok ellen.



A Przewalski-lovak különféle célokra használják az elhagyott épületeket, beleértve a pihenést és menedék-keresést a rovarok elől (különösen a nyári hónapokban), alvást, valamint csikók ellését. / Fotó: Georgiai Egyetem

A Przewalski-ló az egyetlen *„valódi”* vadlófaj, amely genetikailag is eltér a háziasított lovaktól (több kromoszómájuk van). Az 1998-as betelepítés után sok egyed elpusztult, de a túlélő egyedek

genetikailag ellenállóbbak voltak a környezeti stresszel szemben. A populáció mára túllépte a 150–200 egyedet, és a lovak szervezete megtanult együtt élni az alacsony dózisú, 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 túlélik a halálos sugárzást, hanem egyes fajaik valóban képessé váltak arra, hogy azt energiaforrásként használják. Ezeket **radiotróf gombák**nak (*Radiotrophic fungus*) 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.


Radiotróf gombatelep az egykori reaktor vezérlőben / Foto: TechEBlog

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 gombafaj, a **Cladosporium sphaerospermum** mintáit a **Nemzetközi Űrállomás**ra (*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 sugárzásmérőket (Geiger-számlálókat) 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 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 telepeseknek 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.

Great bugs

Egy számomra *„kedves”* és közelálló témát szeretnék egy blogsorozat formájában körbejárni, ami ezzel a bon mot-tal foglalható össze:

A program utasításaid és nem szándékaid szerint működik.

„Programs do what you tell them to do, not what you want them to do.”

Mivel a munkám egy jelentős része az ipari (PLC) szoftverfejlesztésről szól, ezért jól ismerem belülről a témát, én (illetve ugye a programom) is produkált már meglehetősen hajmeresztő hibákat; mondjuk a fél hamburgi kikötő áramtalanítása egy mozdulattal (meg egy benézett földeléskábellel).

A sorozat várható és már megírt bejegyzései:

- Therac-25: A hibaüzenet, amit senki nem értett
- Patriot rakéta: Hogyan ölt meg 28 embert egy tizedesvessző?
- Ariane-5: A 370 millió dolláros „copy-paste”.
- Boeing 737 MAX / MCAS: Amikor a pénzügyesek helyettesítik a mérnököket
- A B-2 Spirit és a pára: Miért nem bírja az esőt a világ legdrágább gépe?
- Mars Climate Orbiter: Akkor most mérföld vagy kilométer?
- Deepwater Horizon 2010: Amikor a „téves riasztások” igazzá válnak
- Intelsat-708: Tech-transzfer és katasztrófa
- A Davis-Besse atomerőmű esete a vírussal
- A Trans-Szibéria gázvezeték 1983-as robbanása - Az első igazán káros trójai kód
- A Stuxnet sztori - Mindössze egy berendezésre írt vírus

2026/05/05 20:02

Ez egy elfeledett sarka a netnek, örülök, hogy sikerült elvetődnöd ide!

Továbbra is keresek megjelenési lehetőséget az írásaim számára. Ha esetleg van ötleted, oszd meg velem! Elérhetőségeim az Impresszumban találhatók.

A passport.blog jelenlegi egyetlen megjelenési lehetősége a Facebook. Ha értesülni szeretnél az új bejegyzésekről, kövesd a Bolyongó Facebook oldalt.

Ha szeretnéd a bejegyzést kinyomtatni, vagy önálló formában menteni, ennek a legegyszerűbb módja a PDF formába konvertálás. Ezt a jobb oldali, fentről negyedik (Adobe) ikonnal teheted meg.

Eddigi bejegyzések a bolyongó.hu-n

Az összes bejegyzés ABC-be rendezett indexe itt található. A blog helyekhez köthető bejegyzései a google.maps térképen is megtalálhatók: A világ valódi csodái. A mostanában a blogon megjelent írások a főoldalon jelennek meg.

2026/05/28 18:05

Források

GRS.de: Contamination of mushrooms and wild boar with radioactive caesium-137
Bundesamt für Strahlenschutz: Radioactive contamination of mushrooms and wild game
Science.org: Germany’s radioactive boars are a bristly reminder of nuclear fallout
Landkreis Lichtenfels: Radioaktivitäts-Messstellen
ScienceDirekt.com: Chernobyl as a natural laboratory: Genetic instability, adaptation, and ecological recovery in flora and fauna under chronic radiation
science.org: The dogs of Chernobyl: Demographic insights into populations inhabiting the nuclear exclusion zone
BBC: The mysterious black fungus from Chernobyl that may eat radiation
Wikipedia: Radiotrophic fungus
Researchgate.net: Genetic diversity of the free-living population of Przewalski's horses in the Chernobyl Exclusion Zone
curiousclinicians.com: Episode 114 – The Mold that Eats Radiation for Breakfast
techeblog.com: Fungus Discovered Inside Chernobyl Disaster Nuclear Reactor That Actually Feeds on Radiation

Ajánló

Hasonló jellegű bejegyzéseket a **Nukleáris** tag alatt talál:

- A 816-os katonai nukleáris létesítmény
- A dannenwalde-i baleset
- A Honecker-bunker
- A Jennifer projekt
- A jégbe fagyott időzített bomba: Novaja Zemlja
- A Kaktusz-kupola
- A Kaszpi-tengeri Szörny
- A Komszomolec K-278 története
- A moszkvai Metro–2 legendája
- A Poligon
- A Világ valódi csodái
- A Volga Atom és az atomautók elfeledett őrülete
- Atomvillanás fentről
- Az amerikaiak elhagyott atombombái
- Az ekranoplán; ismét a hullámok felett
- Az elhagyott szovjet nukleáris világítótornyok
- Csernobil árnyéka: Negyven évvel a katasztrófa után
- Csernobil és Putyin katonái
- Das Ekranoplan – wieder über den Wellen
- Das Jennifer-Projekt
- Die im Eis gefrorene Zeitbombe: Nowaja Semlja
- Egy másodperccel később
- Hűtővonat atomrakétákkal
- Kozmosz 954
- Majak

- Repülőgéphordozó Windows XP-vel
- The ekranoplan: back on top of the waves
- The Jennifer Project
- The time bomb frozen in the ice: Novaya Zemlya
- Therac-25: A hibaüzenet, amit senki nem értett
- Whiskey on the rocks
- Észak-Dakota piramisa
- Ördögnyál

2026, 1986, Csernobil, nukleáris, baleset, cezium-137, Bajorország, Ausztria, Németország, vaddisznó, radioaktív, levelibéka, szürke farkas, kóbor kutya, kutya, madár, Przewalski-ló, ló, radiotróf gomba, radiotróf, gomba, penész, Cladosporium sphaerospermum, sugárvédelem, NASA, ISS, Mars, érdekes történet

Bejegyzésmegtekintések száma: 402

From:
https://www.bolyongo.hu/ - **bolyongó**

Permanent link:
https://www.bolyongo.hu/doku.php?id=passport:csernobil_arnyeka&rev=1785604355

Last update: **2026/08/01 19:12**