



^{137}Cs radioaktivitás koncentráció meghatározása növényi mintában (fekete áfonya)

Szűcs László, Rózsa Károly

Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal



A lakosság teljes sugárterhelése

	természetes	mesterséges
külső	<ul style="list-style-type: none">• kozmikus eredetű,• kőzetek, talaj	<ul style="list-style-type: none">• nukleáris balesetek,• robbantások,• orvosi diagnosztika,• gyógykezelés
belső	<ul style="list-style-type: none">• radon belégzése,• ásványvizek	<ul style="list-style-type: none">• jód belégzése,• növényi termékek fogyasztása



Növényi termékek fogyasztása

Emberi fogyasztásra alkalmas növényi termékek eredete

termesztett:

- gabonafélék,
- zöldségfélék,
- gyümölcsök...

vadon termők



Vadon termő gyümölcsök



gombák



csipkebogyó



bodza



szeder



kökény



áfonya



vadkörte

A fekete áfonya (bilberry) mint radioaktív referencia anyag

- 2010-ben az IRMM (European Commission, Institute for Reference Materials and Measurements, Geel) nemzetközi összehasonlító mérést szervezett, fekete áfonya mintákban lévő radioaktív anyagok koncentrációjának meghatározására.
- Az összehasonlításban első körben csak nemzeti metrológiai intézetek vettek részt. A várható eredmény egy referencia koncentráció ^{137}Cs , ^{90}Sr (^{90}Y) és ^{40}K radionuklidokra.

A fekete áfonya (bilberry) mint radioaktív referencia anyag

- A 9 résztvevő egyike az MKEH volt.
- A ^{137}Cs radioaktív koncentrációjának meghatározása 2010 végén és 2011 elején történt.
- **Az előadás a mérőminták készítését, a mérőrendszer (gamma-spektrométer) leírását, valamint annak kalibrációját mutatja be.**
- Az MKEH mérési eredményének bemutatása.



A referencia anyagminta eredete és előkészítése¹

- Az alapanyag (áfonya) begyűjtése 2005 nyarán történt, közel Csernobilhez, de az elzárt zónán kívül.
- A begyűjtési helyszín közelében azonnali szárítás történt.
- Az IRMM-be történt szállítást követően ismételt szárításra került sor (szárítószekrényben: 55 °C) .
- Az előkészítés következő lépése fagyasztva porítás volt (szemcseméret medián: \emptyset 300 μ m).

¹IRMM pilot laboratory, background information



A referencia anyagminta eredete és előkészítése¹

- Szitálás, homogenizálás következett,
- Majd 100 g anyagminta számozott, 280 mL-es flakonokba töltése.
- Végezetül egy gamma-besugárzásos sterilizáció (stabilizálás) történt.
- Minden résztvevő 6 flakont kapott elemzésre.



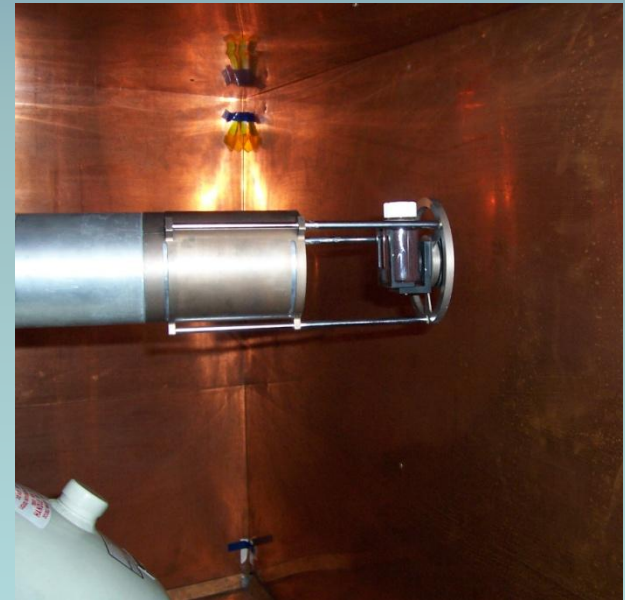
¹IRMM pilot laboratory, background information



A mérésekhez alkalmazott gamma-spektrométer

A gamma-spektrométer fontosabb adatai:

- HPGe koaxiális detektor,
- 55 cm^3 kristálméret,
- berillium ablak,
- a detektor a Dewar-edénnyel együtt, egy $120 \times 100 \times 98 \text{ cm}$ méretű árnyékolásban.





A mérési geometria

A mintatartók 20 cm³-es folyadék-szcintillációs mérésekhez alkalmazott küvették voltak.



A forrástartóba helyezett mintatartó szimmetriatengelyének és a detektor ablakának távolsága 8,5 cm volt





A mérőminta készítés

- Az anyagminták küvettákba történő töltése előtt szárítószekrényben kiszárításra kerültek, mert az aktivitáskoncentrációt száraz tömegre vonatkoztatva kellett megadni (90 °C, 40 perc).
- Az átlagos víztartalom $3,6 \pm 0,3$ % volt, de kiértékeléskor minden egyes minta saját víztartalmával lett korrigálva.

A mérőminta készítés

- Mind a 6 flakonból 2-2 mérőminta készült.



- A mérőminták átlagos tömege 20 g volt, ami a porított fekete áfonya minta tömörítésével volt elérhető. Felhasználva a küvetták valódi térfogatát, a mérőminták átlagos sűrűsége: $0,82 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ volt.



A mérőrendszer hatásfoka

A mérőrendszer hatásfokának meghatározása az adott geometriára és mérőminta sűrűsége, egy mérőminta utólagos jelzésével történt.

A kiöntött mintára csepegtetéssel felvitt ismert aktivitású radionuklidokból álló oldat beszárítása után homogenizáció, majd az anyagminta visszatöltése következett.

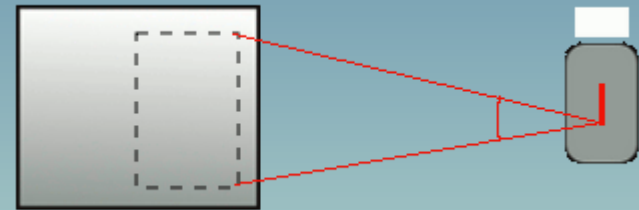


A mérőrendszer hatásfoka

A jelzés inhomogenitásainak kiküszöbölése

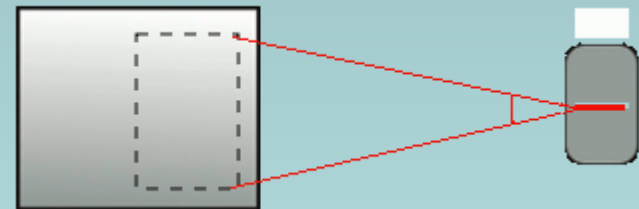
Függőleges inhomogenitás:

1 cm-es függőleges eltérés
8,5 cm távolságból $< 1,4 \%$
hatással bír.



Vízszintes inhomogenitás:

1 cm-es vízszintes eltérés
8,5 cm távolságból több
mint **20 % eltérést** okoz.

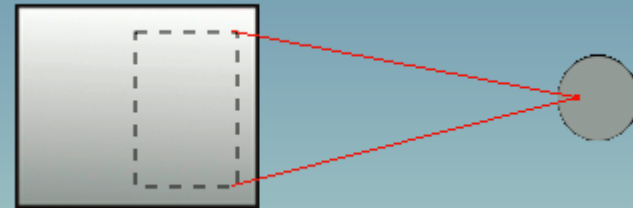




A mérőrendszer hatásfoka

A jelzés inhomogenitásainak kiküszöbölése

Vízszintes inhomogenitás
kiküszöbölése (felülnézet):



A mérőminta 90° -kos forgatása esetén, a mérési eredmények átlagolásával olyan eredmény adódik, mintha a jelzett pont a mérőminta középpontjában lett volna (eltérés $< 0,3\%$).

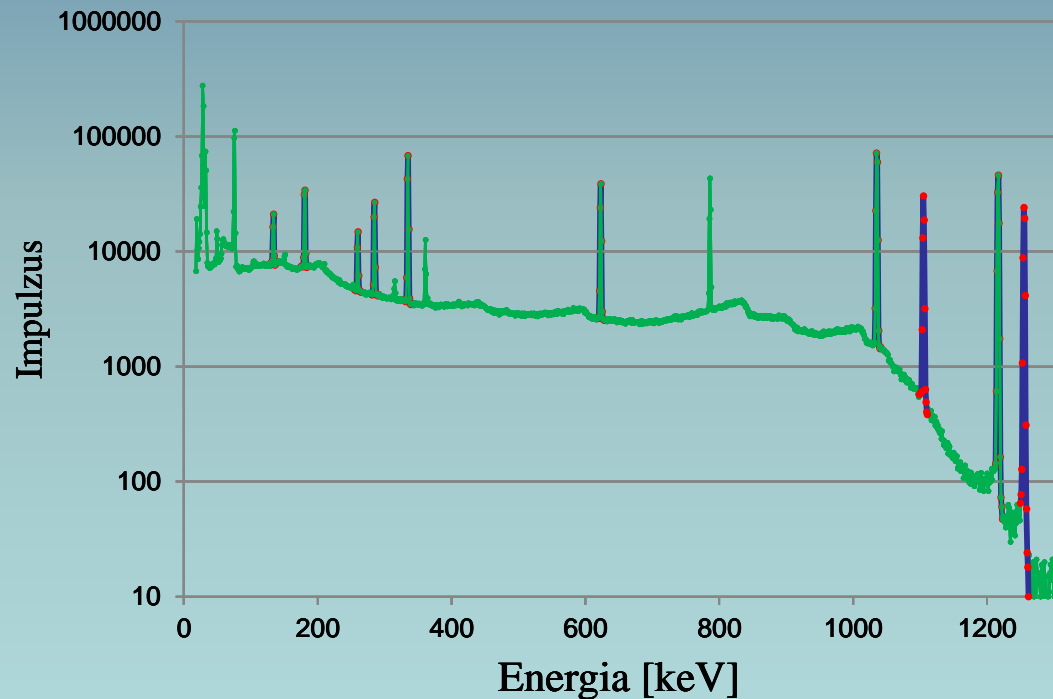


A mérőrendszer hatásfoka

A hatásfok kalibrációhoz alkalmazott radionuklidok

^{55}Fe	142,7
	192,4
	1099,3
	1291,6
^{137}Cs	661,7
	276,4
	302,9
^{133}Ba	356,0
	1173,2
	1332,5

Kalibrációs spektrum





A mérőrendszer hatásfoka

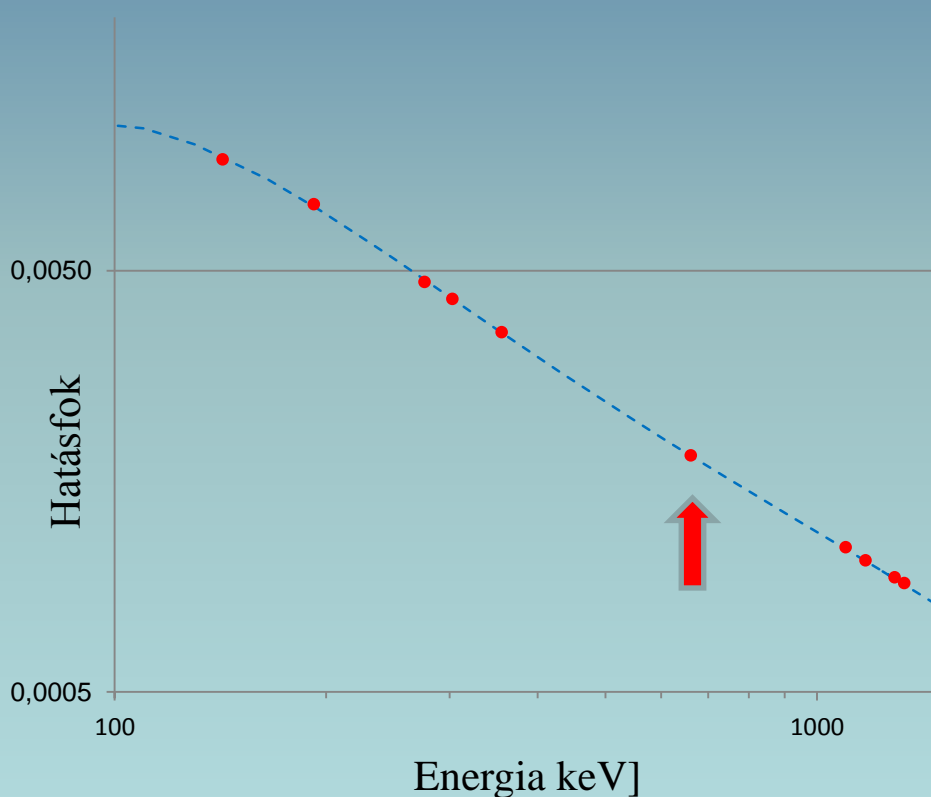
A jelzés inhomogenitásainak kiküszöbölése

Az alappontokra
illesztett függvény:

$$\ln(\varepsilon) = \sum_{n=0}^5 (a_n \cdot (\ln(E))^n)$$

Hatásfok ^{137}Cs fotocsúcs
energiánál (661,7 keV):

$$\varepsilon_{661} = (1,82 \pm 0,01) \cdot 10^{-3}$$



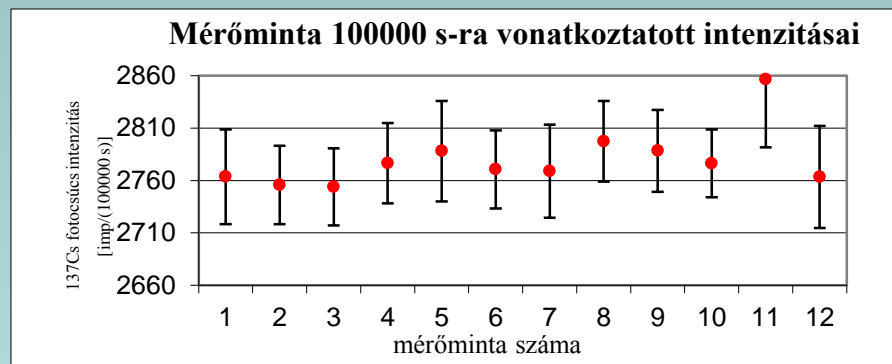


Az MKEH mérési eredménye

A vizsgálat jelentős mérésidőket igényelt:

- 15 háttérmérés (100 000-500 000 s mérésidővel)
- 12 minta mérés (100 000-250 000 s mérésidővel)

Az eredmények jó egyezést mutattak egymással:



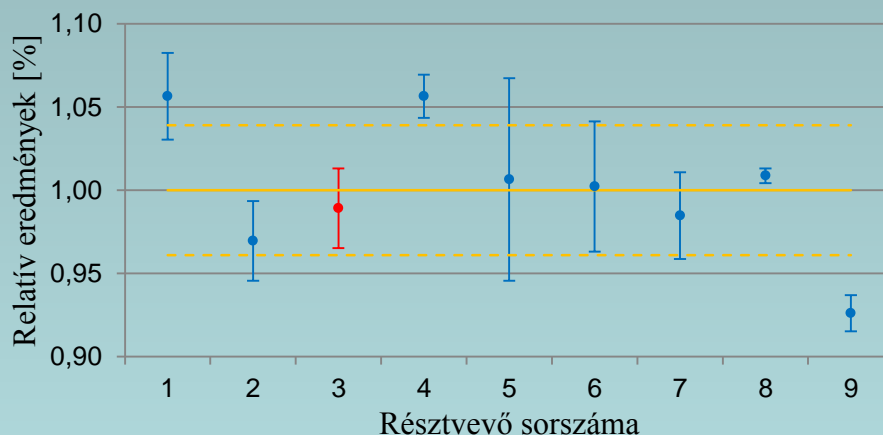


Az MKEH mérési eredménye

A vizsgált fekete áfonyában meghatározott ^{137}Cs aktivitás koncentráció, az MKEH mérései alapján:

$$(763 \pm 18) \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Az összehasonlításban részt vevők eredményei²:



² U. Wätjen et al.: Results of an international comparison for the determination of radionuclide activity in bilberry material. Presentation, ICRM 2011 Tsukuba.



További információk...

A résztvevők listája, a kulcs-összehasonlítás részletes körülményei és a következtetések megtalálhatók:



Results of an international comparison for the determination of radionuclide activity in bilberry material

U. Wätjen, T. Altzitzoglou, A. Ceccatelli, H. Dikmen, H. Emteborg, L. Ferreux, C. Frechou, J. La Rosa, A. Luca, Y. Moreno, P. Oropesa, S. Pierre, M. Schmiedel, Y. Spasova, Z. Szántó, L. Szücs, H. Wershofen, Ü. Yücel

Applied Radiation and Isotopes.



Köszönjük a figyelmet!