

# Megfigyelések különböző minták stroncium izotóp koncentrációjának változásáról a csernobili katasztrófa után

Cseh Éva\* és Kiss Béla\*\*

\* Csongrád megyei Állategészségügyi és Élelmiszer Ellenőrző Állomás, Szeged

\*\* Állategészségügyi és Élelmiszervizsgáló Szolgálat Élelmiszervizsgáló Intézet, Budapest

Érkezett: 1990. szeptember 5.

A csernobili atomerőmű balesete új feladatok elé állította a hazánkban működő radioaktív környezetszennyezést vizsgáló laboratóriumokat. A MÉM Radiológiai Ellenőrző Hálózat, amely már a 60-as évektől kezdve működik, sikeresen küzdött meg a csernobili katasztrófa után rá háruló feladatokkal. Az atomenergia békés célokra való nagymérvű felhasználása arra int bennünket, hogy a Radiológiai Ellenőrző Hálózat léte indokolt, hiszen a nukleáris energia potenciális veszélyforrás és a Csernobilhez hasonló balesetek bármikor bekövetkezhetnek.

A csernobili katasztrófa 1986. április 26-án helyi idő szerint 1 óra 23 perckor következett be. A MÉM radiológiai laboratóriumai április 28-tól elkezdtek a rendkívüli mintavételezést, a minták előkészítését, mérését és az adatok feldolgozását [1].

A baleset utáni hetek, hónapok újabb és újabb feladatokat jelentettek, mivel a meghibásodott atomreaktor nagymennyiségű radioaktív anyagot bocsátott ki és az állami adatszolgáltatás egyre bővülő paraméterskálát igen rövid határidőkkel várt el.

Irodalmi hivatkozások [2, 3] felhasználásával megkíséreljük a radioaktív anyagok képződését az atomreaktorokban áttekinteni. Egy 1000 MW-os vízhűtésű atomreaktor egy évi üzemeltetés utáni teljes aktivitáskészletét  $5,8 \cdot 10^{20}$  Bq-ra becsülik, amelynek 77 %-át alkotják a hasadási, 23 %-át az aktivációs termékek. A környezetszennyezés szempontjából jelentősebb, általunk is vizsgált radioaktív hasadási termékek aktivitáskészlete vízhűtéses atomreaktorban az alábbi:

Radio-nuklid	Bomlási félidő	Aktivitás készlet TBq/MW <sub>t</sub>	Elemi forráspon t (°C) és illékonyság	Sugarterhelés helye
Sr-89	50,5 nap	1248	1366, mérsékelten illékony	belső, tüdő, csont
Sr-90	29,1 év	38,4		
I-131	8,04 nap	800	183, erősen illékony	pajzsmirigy
Cs-134	2,06 év	0,927	685, erősen illékony	külső és belső egész test
Cs-137	30,0 év	4,7		

Vizsgálatainkban mind a Sr-90, mind a Cs-137 izotóp - rendkívül hosszú felezési ideje miatt - különös figyelmet érdemelt. Jelen dolgozatunk tárgya is a Sr-90 izotóp mennyiségének időbeli változása, illetve a környezetben megtalálható mennyiségének tanulmányozása.

## Anyagok, műszerek és módszerek

### Felhasznált anyagok:

30 %-os nátrium-kromát alt. (Merck)

20 %-os nátrium-karbonát alt.

25 %-os ammónium-hidroxid alt.

0,5 m EDTA-oldat alt.

30 %-os ammónium-szulfát alt.

1 : 4 salétomsav (Merck)

Báriumhordozó (20 mg Ba/cm<sup>3</sup>)

Sr-hordozó (4,75 mg Sr/cm<sup>3</sup>)

### Műszerek:

Mérőhely: NZ 305 ólomtorony, Gamma Művek

Detektor: ND 304/E jelalak-diszkriminációs mérőfej, Gamma Művek

Számláló: NK-350 integrált áramkörös spektrométer, Gamma Művek

Mérési idő: 2000 sec

A minták feldolgozása során nyert hamu savas oldatából a Sr-90-et stroncium-szulfát formájában leválasztjuk, a csapadékot nátrium-karbonáttal kezeljük, a báriumot pedig kromát alakjában eltávolítjuk. Az oldatban maradt stronciumot szulfát alakjában újra kicsapjuk. A leválasztás körülményei szigorúan kötöttek.

A vizsgálatokat minden esetben az elhamvasztott mintákból végeztük, az aktivitásokat pedig  $\beta$ -aktivitásmérő műszerrel határoztuk meg.

Az ismertetett módszerrel [4] évek óta mért stroncium+itrium aktivitás koncentrációk növény és tej-mintákban az 1. táblázat szerint 10-es és 100-as nagyságrendűek voltak Bq/kg-ban, illetve Bq/l-ben kifejezve.

A csernobili katasztrófa hatásaként az 1986. májusában vett tej- és lucerna-minták stroncium aktivitás koncentrációja a 2. táblázatban található.

A rendkívüli helyzetben végzett mérések után Sr-szulfátszapadékot hosszabb ideig megőrizzük, majd adott kísérleti terv szerint az aktivitásokat ismételtén mértük. 1986. július hónapban csupán 2 lucerna aktivitásmérést ismételtünk meg és ezek azt mutatták, hogy az aktivitás közelítőleg a felére csökkent. A számított felezési idő: 42,98 illetve 41,14 napnak adódott. 1987. január hónapban az aktivitásokat ismét újra mértük és ekkor a számítások azt mutatták, hogy az aktivitás kb. az 1/7-ére csökkent. 1987. május hónapban az összes mérést újra megismételtük és az eredmények alapján azt a megállapítást szűrtük le, hogy aktivitások értéke az előzőhöz képest változatlan maradt.

1. táblázat:

Tej és takarmány  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$  aktivitásának alakulása 1981-1985

	Mintavétel időpontja	Csongrád megye	Országos átlag
Tej  Bq/l	1981	0,287	0,222
	1982	-	0,190
	1983	0,228	0,158
	1984	0,168	0,085
	1985	0,328	0,150
	$\bar{x}$	0,253	0,161
	s	0,070	0,051
Takarmány  Bq/kg szárazanyag	1981	19,5	16,2
	1982	-	15,5
	1983	11,2	12,0
	1984	11,8	11,0
	1985	10,2	0,8
	$\bar{x}$	13,2	12,7
	s	4,3	3,1

2. táblázat:

## Az 1986-os Stroncium-aktivitás koncentrációk és változásuk

Minta megnevezése (Mintavétel időpontja)	Aktivitás koncentráció Bq/kg, ill. Bq/l			
	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Lucerna (V.10.)	1431,9	751,3	217,3	179,8
Tej (V.10.)	4,17	-	0,65	0,66
Lucerna (V.11.)	622,5	-	108,8	91,8
Lucerna (V.12.)	800,6	424,6	130,6	184,9
Lucerna (V.13.)	699,1	-	105,8	93,4
Lucerna (V.15.)	398,5	-	67,5	58,9
Tej (V.15.)	3,99	-	0,61	0,60
Lucerna (V.20.)	144,2	-	26,8	25,9
Tej (V.20.)	4,65	-	0,83	0,23
Lucerna (V.26.)	157,8	-	37,0	36,0
Tej (V.26.)	1,07	-	0,0	0,0

A<sub>0</sub>: 1986. május 14-30.A<sub>2</sub>: 1987. január 12-15.A<sub>1</sub>: 1986. július 23.A<sub>3</sub>: 1987. május 12-15.

A tejnél 1986. május 26-i minta ismétlésénél az aktivitás lecsökkent a mérőrendszerek érzékenységénél kisebb értékre. Mindezek alapján az a végkövetkeztetésünk, hogy a mintákban 1986. május hónapban mért aktivitásoknak kizárólag csupán 16-17 %-a származhat a 29,1 év felezési idejű  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$  izotóptól és 83 - 84 %-át feltehetőleg az 50,5 nap felezési idejű Sr-89 izotóp teszi ki (2., 3., és 4. táblázatok).

Az ismételt mérésekből számítható - feltételezhető -  $^{89}\text{Sr}$  aktivitás koncentrációk

Minta megnevezése	Mintavétel időpontja $A_0$	$A_0 - A_2$	$A_0 - A_3$
Lucerna	1986. V.10.	1214,6 Bq/kg	1252,1 Bq/kg
	V.11.	513,7 Bq/kg	530,7 Bq/kg
	V.12.	670,0 Bq/kg	695,7 Bq/kg
	V.13.	563,3 Bq/kg	575,7 Bq/kg
	V.15.	337,8 Bq/kg	339,6 Bq/kg
	V.20.	117,4 Bq/kg	118,3 Bq/kg
	V.26.	120,8 Bq/kg	121,8 Bq/kg
Tej	1986. V.10.	3,52 Bq/l	3,52 Bq/l
	V.15.	3,37 Bq/l	3,39 Bq/l
	V.20.	3,81 Bq/l	4,42 Bq/l
	V.26.	-	-

 $A_2$ : 1987. január 12-15. $A_3$ : 1987. május 12-15.A  $\text{Sr-90} + \text{Y-90}$  és a feltételezhető  $\text{Sr-89}$  százalékos aránya különböző mintákban

Minta megnevezése	Mintavétel időpontja	$\text{Sr-90} + \text{Y-90}$ %	$\text{Sr-89}$ %
Lucerna	1986. V.10.	15,18	84,82
	V.11.	17,48	82,52
	V.12.	16,32	83,68
	V.13.	15,82	84,18
	V.15.	15,24	84,76
	V.20.	18,59	81,41
	V.26.	23,45	76,55
	$\bar{x}$	17,44	83,56
	s	2,92	1,35
Tej	1986. V.10.	15,61	84,39
	V.15.	15,32	84,68
	V.20.	17,84	82,16
	V.26.	-	-
	$\bar{x}$	16,26	83,74
	s	1,38	1,38

A stroncium izotópok 1986-ban végzett méréseivel kapcsolatban meg kell említenünk, hogy a mérőrendszer  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$  egyensúlyi aktivitású etanolra volt hitelesítve. A számított  $^{89}\text{Sr}$  aktivitások detektálási határfoka eltérő és ismeretlen, ezért a hosszú és rövid felezési idejű izotópok aránya látszólagos érték. További eltérést okoz, hogy az 1986-ban végzett mérések és a mintavétel között mintegy 20 nap különbség van, aminek bomláskorrektúráját nem végeztük el az ismeretlen mérési határfok miatt.

A stroncium izotópokból vízhűtéses reaktorban egy évi üzemelés után közelítőleg 6 %  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$  van jelen. Az általunk tapasztalt arány ennek közelítőleg háromszorosa, ami az ismertetett hitelesítési és mérési körülményeknek tudható be.

Végkövetkeztetésként elmondhatjuk, hogy a lucerna stroncium-89 aktivitás koncentrációja 1986. május 10. és május 26. között egy nagyságrendet csökkent, ami nagyobb, mint a fizikai felezési idő alapján várható és a természet hígító hatását jelzi. Tejeknél ilyen tendencia nem figyelhető meg.

Az 1987-ben végzett ismételt mérésekből számított  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$  aktivitás koncentrációk 2,6 - 3,2 -szeresei a tejek alapszintjének. Lucernák esetén az arány 15-szörösörről kétszeresére csökkent 1986. május végére, ami a természet viszonylag nagy befogadóképességét mutatja.

## IRODALOM

1. Összefoglaló jelentés "Az élelmiszerek radioaktiv szennyezettségének ellenőrzése" témakörben vizsgálatokat végző mérőállomások 1986. évi munkájáról, Állategészségügyi és Élelmiszerellenőrző Központ kiadványa, Budapest 1987.
2. A csernobili reaktorbaleset sugáregészségügyi kihatásai hazánk lakosságára, Országos "Fredéric Joliot-Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet kiadványa, Budapest 1987.
3. A csernobili atomerőmű baleset sugárzási következményei Magyarországon, Országos Atomenergia Bizottság kiadványa, Budapest 1986.
4. Vizsgálati módszerek a MÉM Radiológiai Adatszolgáltató és Ellenőrző Hálózatban, MÉM ÉVK Radiológiai Osztályának kézirata, Budapest 1980.

## Megfigyelések különböző minták stroncium izotóp koncentrációjának változásáról a csernobili katasztrófa után

*Cseh É. és Kiss B.*

Szerzők beszámolnak az 1986. évi csernobili atomkatasztrófa után végzett tej- és takarmány-minták stroncium aktivitás méréséről. A kémiai elválasztás után meghatározott aktivitás koncentrációk 1986. májusában nagyságrendekkel nagyobbak voltak az előző évek átlagánál. A preparátumok ismételt mérésénél aktivitás csökkenés volt tapasztalható. A mérési adatok alapján megállapították, hogy az összes stroncium aktivitás koncentráció több mint 80 %-a származott az 50,5 nap felezési idejű  $^{89}\text{Sr}$  izotóptól és a hosszú felezési idejű  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$  aktivitás koncentráció tejnél 2,6 - 3,2-szerese, növénynél 10-15-szerese volt az 1981-85 évek átlagánál, valamint a növények aktivitása 1986. május 10. és 26. között tizedére csökkent a természetben bekövetkezett hígulás révén.

# Observations of the Amount of Strontium Isotopes and their Changes in Different Samples After Chernobyl Disaster

*Cseh, É. and Kiss, B.*

Authors report on the strontium activity measurement in milk and feeds after Chernobyl nuclear disaster in 1986. The activities measured after chemical concentration were higher than the average of former years with several orders of magnitude. Repeated determination of specimens showed a decrease in activity. On the basis of the data measured, it is concluded that more than 80 % of the total activity was resulted from the  $^{89}\text{Sr}$  isotope, having a half-life of 50.5 days. The activity concentration of the long half-life  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{90}\text{Y}$  isotopes was 2.6-3.2 times more in milk and 10-15 times more in plants than the average of the years 1981 - 1985. The activity of plants decreased between 10th and 26th May with a factor of ten due to the dilution that occurred in nature.

## НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ИЗМЕНЕНИЕМ КОНЦЕНТРАЦИИ ИЗОТОПА СТРОНЦИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ПРОБАХ ПОСЛЕ КАТАСТРОФЫ В ЧЕРНОБЫЛЕ

*Е. Чех и Б. Кушиш*

Авторы приводят отчет о проведенных измерениях активности стронция в молочных и фуражных пробах после атомной катастрофы в Чернобыле, происшедшей в 1986 году. Определенные после химического отделения концентрации активности в мае 1986 года во много порядковых величин превышали среднее значение, полученное за предыдущие годы. При повторном изменении препаратов наблюдалось снижение активности.

Можно сделать следующие выводы:

- 80%-в общей концентрации активности стронция происходила из изотопа  $^{89}\text{Sr}$  с периодом распада - 50,5 дней;
- концентрация активности  $^{90}\text{Sr}$  -  $^{90}\text{Y}$  с длинным периодом распада в пробах в 2,6-3,2 раза, в пробах растений в 10-15 раз превышала среднее значение, полученное за период 1981-1985 годов;
- активность растений в период с 10-го по 26-е мая 1986 года снизилась на десяток вследствие происшедшего в природе разбавления.

## Beobachtungen über Änderung der Strontiumisotopkonzentration verschiedener Proben nach Tschernobil

*Cseh, É. und Kiss, B.*

Es wird über die Messung der Strontiumaktivität von Milch- und Futtermittelproben nach der Atomkatastrophe in Tschernobil im Jahre 1986 berichtet. Die nach der chemischen Trennung bestimmten Aktivitätskonzentrationen waren im Mai 1986 mit Größenordnungen größer als der Mittelwert früherer Jahre. Bei der wiederholten Messung der Präparate konnte eine Verringerung der Aktivität festgestellt werden. Aufgrund der Meßdaten wurde festgestellt, daß mehr als 80 % der Konzentration der Gesamtstrontiumaktivität vom  $^{89}\text{Sr}$ -Isotop mit einer Halbwertszeit von 50,5 Tagen resultierte und sich die  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$  Aktivitätskonzentration mit langer Halbwertszeit bei Milch auf das 2,6 bis 3,2 fache und bei Pflanzen auf das 10 bis 15 fache des Mittelwertes der Jahre 1981-85 erhöhte sowie sich die Aktivität der Pflanzen zwischen dem 10. und 26. Mai 1986 infolge der Verdünnung in der Natur auf 1/10 verringerte.