

## Halastavak, természetes vizek jelentősebb halfajainak radioaktív szennyezettsége, különös tekintettel a Sr-90 izotóp akkumulációjára I.

### Adatok a vizek, vízínövényzet és partmenti vegetáció sugárterheltségének jellemzésére

KÁNTOR DEZSŐ és SZENTJÓBI OTTÓ  
Megyei Élelmiszerellenőrző és Vegyvizsgáló Intézet, Debrecen  
Érkezett: 1974. július 9.

#### Bevezetés

A népelemezésben egyre nagyobb szerepet játszik mint olcsó fehérje forrás a hal, így nem közömbös radioaktivitásuk mértékének ismerete. Újabban ezért nagy figyelmet fordítanak a vízből és tápanyagforrásaiból a halak által felvett és az emberi szervezetbe kerülő Sr-90 izotóp probléma körének. A Sr-90 az anyagcsere minden folyamatában a Ca-ot kíséri és így mint analógja ugyanazon szövetekben és szervekben akkumulálódik. A gastrointestinalis (gyomor-bél) traktuson át felszívódott Sr- főleg a csontszövetekben rakódik le és csak kis része oszlik el a plazma, extracelluláris (sejten kívüli) folyadékok, lágszövetek és a csontok felülete között, ill. kiválasztódik a vizelettel és az ürülékkel (1).

Ismerünk adatokat miszerint az algák a tenger vizében levő Sr-90-et 600 szorosára dúsítják. A halak csontjában a bedúsulás foka 2400 szoros, míg húskban az 50 szerest sem éri el.

Keil (2) adatai szerint 1963 évben az édesvízi halak 683-, a tengeri halak 2 pCi Sr-90/kg halhús, szennyeződést tartalmaztak. A különbséget feltehetően azzal magyarázhatjuk, hogy a világtengerek fall-outból származó radioaktivitása felhígul, de emellett jelentős szerepet játszik a halak különböző táplálkozás módja is.

Az édesvizekben élő halak, túlnyomó részben mint fenékjáró halak organikus detritussal táplálkoznak, amit izotópokkal szennyezettnek kell tekintenünk, mivel a fitoplanktonok mint elsődleges termelők, akkumulálják ezeket.

Random és munkatársai (3) kalkulációja szerint az NSZK lakosságának tengeri halhúsból származó átlagos sugárszennyezettsége 1967-ben:

- 2 pCi Sr-90/kg,
  - 80 pCi Cs-137/kg,
- míg édesvízi halhús esetében
- 4 pCi Sr-90/kg,
  - 400 pCi Cs-137/kg,
- volt.

Az előzőek figyelembevételével munkánk céljával a következőket tűztük ki:

- adatokat gyűjteni a halak sugárszennyezettségi szintjéről,
- felmérni, mutatkozik-e különbség az eltérő táplálkozású halfajok (ragadozók, - mindenevők, - növényevők) sugárszennyezettsége között,

- kimutatható-e különbség a tavak és természetes vizek halainak aktivitása között, különös tekintettel a Sr-90 izotópra.

Megvizsgáltuk továbbá a különböző élőhelyek vizét, partmenti és vízínövényzetét, tájékoztató adatgyűjtés szempontjából.

### Mintavételi helyek, vizsgálati anyag megoszlása

#### Mintavételi helyek:

- Hortobágyi Állami Gazdaság Halgazdasága: 3 és 6 tőegység,
- „Bocskai” Halászati Szövetkezet. Hajdúszoboszló: Hortobágy-folyó,
- „Rákóczi” Halászati Szövetkezet. Fehérgyarmat: Holt-Szamos.

A Holt-Szamos mentett oldali holtág, szintjének megfelelő halállományából hiányoznak a növényevő halak.

A minták megoszlását és mennyiségét az 1 táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A vizsgálathoz felhasznált minták megoszlása és száma

Minta megnevezése	Mintavétel helye		
	Hortobágy	Hajdúszoboszló	Fehérgyarmat
Ponty .....	6 db	2 db	4 db
Fehér busa .....	4 db	—	—
Pettyes busa .....	4 db	—	—
Harcsa .....	2 db	2 db	4 db
Csuka .....	—	—	3 db
Partmenti növényzet .....	3 db	2 db	2 db
Vízi növényzet .....	3 db	—	2 db
Víz .....	3 db	2 db	2 db

A két Halászati Szövetkezet esetében a halfajták kiválasztásakor mindenkor a zsákmány összetételéhez kellett igazodnunk.

A különböző élőhelyekről származó (halastó, folyó, holtág) mintákat alkotó fajok, egymástól eltérő ökológiai miliót képviselnek.

#### Az alkalmazott kémiai és radiológiai vizsgálati módszerek

Munkánk során a Gyarmati, Kovács és mtsai. által kidolgozott módszereket alkalmaztuk (4), mely figyelembe veszi a hazai műszerparkot.

A vizsgálati anyagból hamu-, kálium-, kalcium – tartalmakat; kálium-, ózszes-, fémionfrakció- és Sr-90 – aktivitás értékeket mértünk. A minták értékelésénél egyseges vonatkoztatási alapként 1 g száranyagot vettünk (4).

#### Előkészítő műveletek:

A halak decapitálása, zsigerelése, megnyúzása után a húst a vázról lefejtjük, felaprítva infralámpák segítségével előszárítjuk, majd homogenizáljuk. A halak csontvázáról a kötő- és izomszövet maradványait forró vízbe mártogatással, majd folyóvízzel való mosással távolítjuk el, az előszárítást homogenizálás követi.

Víz esetében a meghatározott mennyiséget (20 l) szűrés után sósavval megsavanyítva pároljuk be és kiűzítjük.

A növények esetében felületi tisztítást (mosást) nem alkalmaztunk. A mintákat szobahőmérsékleten, majd szárítószekrényben szárítjuk és utána homogeni-



záljuk. Az így kapott anyagokat elégettük, majd 550 C°-on-kiizzítjuk és a hamut elporítjuk.

*Kálium-tartalom meghatározása:*

A vizsgálatot a hamu sósavas oldatából lángfotométerrel hidrogén-oxigén gázban végezzük.

*Kalcium-tartalom meghatározása:*

A kalcium-tartalmat a hamu sósavas oldatából, ecetsavas közegben lecsapott oxalátesapadék permanganometriás meghatározásával állapítjuk meg.

*Fémionfrakció leválasztása:*

A hamut stronciumhordozót tartalmazó sósavban oldjuk, majd ammóniás közegben oxalátesapadékot választunk le, melyet kiizzítva mérünk.

*Sr-90 elválasztása és meghatározása szulfát formában.*

A hamuhoz Sr hordozót adunk, majd 65%-os salétromsavval nitrát alakban kristályosítjuk a Sr-t, ezt feloldva szulfát formájában lecsapjuk és aktivitását mérjük (6, 7, 8, 9).

*Aktivitás mérések:*

A méréseket NK-108 Automatikus energiaszelektív számlálóval, antikoincidenca egységgel összeépítve, alacsonyháttérű ólomtoronyban GM csővel 1 g tálkára mért anyaggal (hamu, fémionfrakció stb.) végeztük (10, 5).

A kapott nettó impulzus értékeket K-40 és Sr-90 standard mintákkal számitottuk át pCi/l g szárazanyagra.

**Vizsgálati eredmények ismertetése, értékelése**

*Vizvizsgálatok*

A természetes vizek radioaktivitásának és a radioaktív anyagok feldúsulásának okai igen sokrétűek, figyelembevéve azt a tényt, hogy a geológiai, hydrogeológiai, fiziko-kémiai folyamatok komplex hatásától függenek (11).

Vizsgálati eredményeink szerint:

2. táblázat

Vízminták analitikai eredményei

Sorszám	Mintavétel helye	Alkalinitás cm <sup>3</sup> n HCl/l	Összes keménység NK°	Kálium	Kál- cium	Klorid	O <sub>2</sub> fo- gyasz- tás
1/a	Hortobágy 3. tó .....	2,8	7,8	0,8	20,4	35,0	5,5
2	Hortobágy 6. tó .....	3,2	8,2	1,0	24,0	42,0	3,6
3/a	Hortobágy folyó .....	3,0	7,0	1,3	35,4	38,0	3,0
4/a	Holt-Szamos .....	6,2	12,6	3,6	31,0	56,0	6,0
4/b	Holt-Szamos .....	6,8	13,8	5,8	45,1	55,0	5,0

Vízminták radiometriai eredményei

Sorszám	Mintavétel helye	Szilárd maradék	Izzítási maradék	Izzítási maradék	Kálium	Maradék	Összes	Fémionfrakció		
									aktivitás	
									g/l	pCi/l
1/a	Hortobágy 3. tó	0,316	0,179	3,71	0,73	3,85	4,58	1,44		
1/b	Hortobágy 3. tó	0,302	0,182	3,40	0,98	3,12	4,10	0,74		
2	Hortobágy 5. tó	0,276	0,158	2,93	0,89	2,60	3,49	1,23		
	átlag . . . . .	0,313	0,173	3,34	0,86	3,19	4,05	1,13		
3/a	Hortobágy folyó . . . . .	0,377	0,203	3,82	0,81	3,85	4,66	1,44		
3/b	Hortobágy folyó . . . . .	0,276	0,158	5,25	1,14	5,31	6,45	1,83		
	átlag . . . . .	0,327	0,181	4,53	0,97	4,58	5,55	1,63		
4/a	Holt-Szamos	0,659	0,330	8,49	3,26	6,66	9,92	1,91		
4/b	Holt-Szamos	0,574	0,410	14,31	5,13	11,76	16,89	2,06		
	átlag . . . . .	0,616	0,370	11,40	4,19	9,21	13,40	1,98		

megközelítőleg egyezik a hortobágyi halastavak és a Hortobágy-folyó vízének kémiai összetétele és kontaminációs szintje. Ez érthető, mert a tavak vízellátása a Tisza vízének zsilipezése révén a Hortobágy-folyó közvetítésével történik, földrajzi fekvésük „azonos” (csapadék).

Érdekes a Holt-Szamos adatainak alakulása. Ásványi sótartalom  $NK^{\circ}$  izzítási maradék közel kétszerese az előzőeknek. Nagyobb oxigén fogyasztása fokozottabb szervesanyag jelenlétére utal. Kontaminációs szintje (összes és maradék aktivitást vizsgálva) 2–3 szorosa a hortobágyi vizeknek.

Meg kell jegyezni, hogy a Holt-Szamos mentett oldali holtág, így természetes körülmények között kialakult „tó”-hoz hasonlítható. Mozgása minimális, vize fokozatosan koncentráldódik a fall-outból, ami még dúsul a rézsűröl bemosott anyagok és bevezetett szennyvizek révén.

Az eredmények megítélésekor figyelembe kell venni még, hogy a vízben oldott vegyi anyagok, radioaktív anyagok, valamint a mederfeneket alkotó talajok között bonyolult szedimentációs, fiziko-kémiai és biológiai folyamatok játszódnak le. A befogadóban levő szerves vegyületek és diszperz részecskék, nagy felületükön adszorbeálják a radioaktív anyagokat, a víznek a fajlagos aktivitása csökken. Ha figyelembe vesszük, hogy a halastavak vizét évente cserélik, a tenyészidő alatt frissítik, a párolgási veszteséget pótolják, könnyebben érthetővé válik a mintavételi helyeink között mutatkozó különbség.

Nem törekedhetünk, hogy teljes képet kapjunk egy természetes felszíni víz kontaminációjáról, nem ez volt a célunk, de munkánk esetleges továbbfejlesztése érdekében feltétlenül vizsgálni kell a vízmeder üledékének, a parti fehérje-iszap koagulátumának az aktivitását is.

#### Vízinövények vizsgálata:

A vízinövegymenták jellemző fajai, mind a három mintavételi helyen



- békaszőlő (*Potamogeton*)
- sulyom (*Trapa natans*)
- átokhínár (*Elodea canadensis*)

tapasztalatok szerint az aktív anyagok felvétele, dúsítása az édesvizekben aránylag nagyobb mérvű, mint sós vizekben. Vannak irodalmi utalások arra vonatkozóan is, hogy a vízszervezetek intenzívebben halmozzák fel a foszfor, kén stb. sugárzó izotópját, mint az abiogén izotópokat.

Méréseink szerint:

4. táblázat

Vízi növényzet radiometriai eredményei

Sorszám	Mintavétel helye	Hamu	Kálium	Kalcium	Összes	Kálium	Maradék	Fémionfrakció	
		%				aktivitás			
		sz(a) hamuban				pCi 1 g sz (a)			pCi/gCa
1	Hortobágy 3. tó	10,45	14,83	12,60	19,6	13,8	5,8	2,8	215,9
2	Hortobágy 3. tó	10,91	17,39	15,75	22,4	16,9	5,5	2,0	118,8
3	Hortobágy 6. tó	9,89	14,61	13,78	16,3	12,8	3,4	2,8	205,5
	átlag . . . . .	10,41	15,61	14,04	19,4	14,5	4,9	2,5	180,0
4	Tunyogmatolcs	16,76	13,57	16,14	28,9	21,3	7,5	3,7	130,5
5	Tunyogmatolcs	19,41	9,06	18,14	22,4	15,6	6,7	4,2	121,4
	átlag . . . . .	18,54	11,31	17,14	25,6	18,5	7,1	3,9	125,9

a Holt-Szamos vízinövényzete magasabb kontaminációjú a halastavakénál. Ez várható is volt, ha a vízvizsgálatok fejezetben foglaltakra gondolunk.

Zavarhat a növényminták összetételének a különböző fajokra vonatkozó aránybeli eltolódása. Nehezen kivitelezhetőnek látszik fajta elkülönítő vizsgálatok lefolytatása.

### Parti vegetáció vizsgálata

A partmenti növényzetből válogatás nélkül, a vegyes vegetációt lesarlózza vettük a mintát, melyben mezophyta és xerophyta növényeket egyaránt találunk, igen kevert fajállománnyal. A mintákat alkotó növények rendszertani meghatározása e dolgozat lehetőségeit meghaladja. Eredményeinket az 5. táblázat tartalmazza.

A partmenti vegetáció kálium tartalma lényegesen nagyobb a vízinövényekénél, ezért érthető a nagyobb aktivitásuk. Figyelemre méltó, hogy a maradék aktivitás is nagyobb, kb kétszerese. Megállapítható viszont, hogy a két földrajzi egység (Hortobágy- Fehérgyarmat) parti növényeinek aktivitása közel azonos. Az értékek bizonyos eltérést azzal lehet magyarázni, hogy nem azonos időben történt a mintavétel (augusztus, október, november), így a vegetáció faji és kémiai összetételében különbséget kell feltételezni.

Ha eredményeinket összehasonlítjuk a MÉVI-k Radiológiai Osztályai által mért és közzétett szálas takarmányra megadott értékekkel, megállapíthatjuk, hogy jelentős eltérés nem mutatkozik (takarmány – szálas és zöld – 1972. évi vizsgálata összes aktivitás országos átlaga 22,1 pCi/1. g szá.), (12 – 13).

Partmenti növényzet radiometria eredményei

Sorszám	Mintavétel helye	Hamu % sz. a-ban	Kálium	Kalcium	Összes	Kálium	Mara dék	Fémion-frakció	
			% hamuban			aktivitás			
			pCi/l g szárazanyag				pCi/g Ca		
1	Hortobágy 3. tó	10,43	24,73	11,55	37,8	22,9	14,8	3,3	276,7
2	Hortobágy 3. tó	8,72	29,33	10,84	30,9	22,8	8,1	2,3	247,1
3	Hortobágy 6. tó	13,05	17,79	19,37	33,0	20,6	12,3	2,5	101,3
	átlag . . . . .	10,73	23,95	13,92	33,9	22,1	11,7	2,7	208,3
4	Hortobágy folyó . . . . .	8,16	20,84	16,71	24,9	15,1	9,8	3,1	232,2
5	Hortobágy folyó . . . . .	7,66	21,44	10,93	22,5	14,6	7,9	1,4	169,6
	átlag . . . . .	7,91	21,14	13,82	23,7	14,9	4,4	2,2	209,0
6	Holt-Szamos . .	10,09	28,58	11,42	36,8	25,7	11,0	3,5	310,2
7	Holt-Szamos . .	5,61	27,48	8,81	17,9	13,7	4,2	0,5	103,2
	átlag . . . . .	7,85	28,03	10,11	27,3	19,7	7,6	2,0	206,7

Az eddigiek vizsgálatára az a kérdés feltéves vezetett, hogy azonos Fall – oszt szennyeződés mellett kimutatható-e aktivitás különbség a víz, a vizinövény, ill. a szárazföldi vegetáció között. Jelentkezik-e bedúsulás a felszíni vizekben, igazolható-e különbség a folyó vizek és a halastavak között.

A vizsgálati eredmények e kérdéscsoport eldöntésére nem elegendők. Kiegészítő vizsgálatok elvégzése szükséges, amikre már részben utaltunk, így:

- iszap, talaj aktivitás mérése,
- víz, vizinövény Sr – 90 aktivitás vizsgálata,

de célszerűnek látszik tavaszi és őszi vegetációs időszak alatt vett minták eredményeinek az összehasonlítása is, amit az évszakokra jellemző meteorológiai viszonyokkal, a csapadék eltérő mennyiségével lehet indokolni.

## I R O D A L O M

- (1) Várterész, V. és mtsai.: Sugárbiológia Bp. 1953.
- (2) Keil, R.: Nahrung, 12, 399. 1968.
- (3) Randow, F., Schulze, H. A.: Nahrung 15, 1, 1971.
- (4) Gyarmati, L., Kovács, J. és mtsai.: Élelmiszerek és mezőgazdasági termékek radioaktivitásának kialakulása és a szennyezettség vizsgálatai módszerei. Jegyzet. Bp. 1968.
- (5) Bozöki L.: Sugárvédelem, dozimetria, sugárdetektorok. Bp. 1960.
- (6) Erdey, L.: A kémiai elemzés súly szerinti módszerei. II. Bp. 1960.
- (7) Sundermann, D. N., Townley, G. W.: The radiochem. of Barium, Calcium and Strontium. USAEC 1960.
- (8) Gmelin, S.: Handbuch der Anorg. Chem. Syst. – Strontium. Berlin. 1931.
- (9) Davis, S.: The anal. detn. of Sr – 90 in Foods. Pesticid ReA. 12. Berlin. 1966.
- (10) Bonta, J.: Műszaki egészségügyi sugárvédelem. Bp. 1962.
- (11) Ruf, M.: Wasserwirtschaft. 58, 2, 1968.
- (12) Kovács, J.: ÉVIKE, 18, 57, 1972.
- (13) Szentjóni, O.: MÉVI Radológiai Osztály 1969 – 1972 éves jelentései. Debrecen.
- (14) Kovács, J., Gacsályi M.: Élelmészeti Ipar. 15, 367, 1961.