

Halastavak, természetes vizek jelentősebb halfajainak radioaktív szennyezettsége, különös tekintettel a Sr – 90 izotóp akkumulációjára*

II. A halak sugárszennyezettségének vizsgálata

KÁNTOR DEZSŐ és SZENTJÓBI OTTÓ

Megyei Élelmiszerellenőrző és Vegyvizsgáló Intézet, Debrecen

Érkezett: 1977. június 25.

Világviszonylatban egyre növekvő probléma a fehérjehiány, így nem nehéz belátni, hogy milyen jelentőséggel bír a jövő táplálkozásában a halhús, mint fehérjeforrás. Ezért érthető, hogy felkeltette a kutatók érdeklődését a halakkal kapcsolatos radioökológiai problémák köre is. Bár Magyarországon nem játszik döntő szerepet étrendünkben a hal, mégis indokoltnak látszik adatokat gyűjteni a halak és élőhelyük, környezetük sugárhigiéniai viszonyairól.

Külföldi és hazai adatok a halak sugárterheltségéről

Érdekes adatokat közöl 1961–62-ben végzett vizsgálatai alapján Keil (1), aki édesvízi és tengeri halak radioaktív szennyezettségét ellenőrizte, összehasonlítva melegvérű állattal, a tyúkokkal.

<i>Halcsont:</i>	– 5 pCi Sr – 90/g Ca
	– 2 pCi Sr – 90/g hamu
	– 370 pCi Sr – 90/kg friss csont
<i>Tyúkcson:</i>	– 7,7 pCi Sr – 90/g Ca
	– 2,9 pCi Sr – 90/g hamu
	– 725,0 pCi Sr – 90/kg friss csont
<i>Tyúkhús:</i>	– 0,4 pCi Sr – 90/g hamu
	– 3,9 pCi Sr – 90/kg friss hús

Megállapítja, hogy a melegvérű tyúkok és az édesvízi halak fogyasztásával a lakosság az NSZK-ban magas Sr – 90 kontaminációra tesz szert, amit a halakra vonatkozóan az 1. táblázat igazol.

Randow és Schulze (2) a mecklenburgi tavakból, a Keleti-tengerből és az Atlanti-óceánból származó halak aktivitását vizsgálták. (2. táblázat).

A tengeri halak Sr – 90 és Cs – 137-re vonatkozó eredményei ellentétben az édesvíziekkel, kisebb kontaminációról tanúskodnak. Az értékek összevetésekor gondolni kell arra, hogy Keil az 1962–63. évi szinteket dokumentálja.

Az első hazai eredményeket a FÉVI Radiológiai Osztálya közölte 1962-ben, amit a 3. táblázat mutat be.

* A cikk I. része a folyóirat 23, 144 oldalán jelent meg (szerk.)

Minták	Izotóp	1960	1961	1962	1963	1964
Édesvízi halak	Sr-90	22	240	990	3 760	658
	Cs-137	58	978	9200	18 980	6650
Tengeri halak	Sr-90	109	18	18	12	230
	Cs-137	—	483	135	145	—

Édesvízi és tengeri halak átlagos radioaktív kontaminációja

2. táblázat

Minták	g K/kg	g Ca/kg	Izotóp	pCi/kg	pCi/kg K	pCi/g Ca
<i>Édesvízi halak;</i>						
— Ambramis brama ..	2,9	0,4	Sr-90	4,1	—	9,7
— Esox lucius			Cs-137	402,0	135,0	—
<i>Tengeri halak;</i>						
— Clupea harengus ..	3,6	0,3	Sr-90	2,0	—	7,8
— Gadus morrhua			Cs-137	79,5	21,6	—

Pontyok húsának radioaktivitása

3. táblázat

A mérés időpontja	A minta származási helye	Összaktivitás pCi/g sza
1962	Körös	2,3
1962	Hortobágy	1,7
1962	Pellérdi tó	2,0

A táblázatban közölt adatok szűrőpróba szerinti mintavétel alapján nyert egyedi, tájékoztató jellegű eredmények.

1967-ben a MÉVI Pécs közölte eredményeit (3), lásd 4. táblázat.

Halak radioaktív szennyezettsége
(1967. augusztus)

4. táblázat

Minta	Származási hely	Összes	Kálium	Fémionfr.	Maradék
		aktivitás pCi/g sza			
Egész hal Halcsont Halhús	Pellérdi tó	3,3	2,4	0,3	0,9
	Pellérdi tó	4,4	2,5	3,5	1,9
	Pellérdi tó	2,0	2,0	—	—

Halhús átlagok

Minta megnevezése	Kálium	Kalcium	Összes	Kálium	Maradék	Fémionfrakció		Sr-90	
	% hamuban					aktivitás			
			pCi/g sza		pCi/g Ca	pCi/g sza	pCi/g Ca		
<i>Hortobágyi halastó</i>									
Ponty	25,91	7,01	10,0	8,7	1,3	0,12	51,8	0,05	20,4
Harcsa	29,10	3,68	13,5	11,5	2,0	0,10	63,2	0,07	40,8
Féhér busa	23,36	8,08	12,4	10,8	1,6	0,23	55,0	0,13	32,2
Pettyes busa	20,34	10,71	12,0	9,7	2,4	0,29	52,3	0,23	31,1
Átlag			12,0	10,2	1,8	0,18	55,3	0,12	31,1
<i>Holt-Szamos</i>									
Ponty	27,78	1,89	11,9	10,8	1,1	0,06	78,3	0,01	12,2
Harcsa	24,44	5,36	9,9	8,6	1,3	0,09	40,7	0,04	19,4
Csuka	13,17	19,81	13,8	10,9	2,9	0,53	29,4	0,31	14,5
Kárász	19,68	12,57	13,1	10,3	2,8	1,13	13,5	0,15	20,3
Átlag			12,1	10,2	2,0	0,45	40,9	0,12	16,6
<i>Hortobágy folyó</i>									
Ponty	22,00	6,01	8,9	7,6	1,4	0,24	100,0	0,06	26,6
Harcsa	24,72	5,46	12,5	10,2	2,4	0,34	133,0	0,06	23,3
Átlag			10,7	8,9	1,9	0,29	116,0	0,06	24,9

Halcsont átlagok

Minta megnevezése	Kálium	Kalcium	Összes	Kálium	Maradék	Fémionfrakció		Sr-90	
	% hamuban					aktivitás			
						pCi/g szá		pCi/g Ca	pCi/g szá
<i>Hortobágyi halastó</i>									
Ponty	0,34	37,96	5,7	1,1	4,6	3,2	24,6	3,2	23,0
Harcsa	0,42	38,05	7,5	1,3	6,2	3,7	28,2	3,8	24,4
Fehér busa	0,35	38,49	7,1	1,2	5,8	3,6	22,9	3,8	24,4
Pettyes busa	0,31	37,24	7,8	1,2	6,6	5,0	31,5	4,4	28,0
Átlag			7,0	1,2	5,8	3,8	26,8	3,8	26,0
<i>Holt-Szamos</i>									
Ponty	0,26	37,50	6,6	0,9	5,7	3,6	23,5	3,1	18,3
Harcsa	0,23	38,17	4,8	0,9	3,8	2,8	15,7	2,2	12,3
Csuka	0,37	37,32	6,2	1,5	4,7	2,4	13,6	2,5	14,9
Kárász	0,18	37,47	5,1	0,8	4,3	3,2	17,2	3,1	18,3
Átlag			5,7	1,0	4,6	3,0	17,5	2,7	15,9
<i>Hortobágy folyó</i>									
Ponty	0,23	37,07	3,7	0,9	2,9	2,9	17,7	2,3	14,5
Harcsa	0,19	38,04	4,7	0,7	4,0	2,9	17,4	2,6	15,4
Átlag			4,2	0,7	3,4	2,9	17,5	2,4	14,9

Az 1971–72. évi hálózati eredmények összesítéséből (4) megállapíthatjuk, hogy a folyami és tavi halminták fémionfrakció aktivitása között különbség van.

E rövid irodalmi áttekintés alapján elmondhatjuk, hogy a halak sugárszenyezettségének ellenőrzése napirendi téma minden élelmiszereket vizsgáló radiológiai laboratóriumban. Ehhez az ellenőrző kutatási programhoz szeretnénk hozzájárulni munkánkkal.

Halvizsgálatok

A vizsgált halfajok megválasztásánál alapvető szempont a táplálkozás-módjuk volt, de törekedtünk a kor szerinti válogatásra is (3–8 nyaras), hogy a piacérett állomány kontaminációs szintjéről szerezzünk információt.

Vizsgált halfajok (6, 7, 8, 9)

Mindenevő

- Ponty (*Cyprinus carpio*)
- Pettyes busa (*Hypophthalmictys nobilis* Richardson)

Növényevő

- Fehér busa (*Hypophthalmictys molitrix* Valenciennes)

Ragadozó

- Harcsa (*Silurus glanis* L.)
- Csuka (*Esox Lucius* L.)

Vizsgálati eredményeink is igazolják (5. és 6. táblázat), hogy a tavi és folyami eredetű minták fémionfrakció-, ill. Sr–90 aktivitása között különbség van. A tavi halak csontja nagyobb aktivitású.

A részleteket terjedelmére való tekintettel nem áll módunkban közölni, de az érdeklődőknek szíves rendelkezésére bocsátjuk.

Az eredmények értékelésekor azonban figyelembe kell venni az alábbiakat:

- a halastavakból származó minták 2–3 nyarúak,
- a tavak vize évente cserélődik,
- a tenyésztési hozam növelése érdekében a tavakat trágyázzák, a halakat takarmányozzák,
- mészport alkalmaznak fertőtlenítésre, kalciumdúsításra.

Ezzel szemben a Holt-Szamos évről évre koncentrálódik, folyamatait a halgazdálkodás módszereivel nem irányítják, halállománya a természetes állapotokat tükrözi. Az innen származó halak 5–8 évesek.

Utalva arra a tényre, hogy a felszívódás foka erősen függ az életkortól (5), magyarázatot kapunk a halastavak állományának magasabb Sr–90 aktivitására. Ezt kívánjuk szemléltetni a 7. táblázattal, ahol figyelembe vettük a hús átlagos 7,5%-os és a csont átlagos 37,5%-os kalcium tartalmát (hamura vonatkoztatva), és ezen értékeket mint szorzótényezőket alkalmaztuk az arányok kihangsúlyozására.

Vizsgálati eredményeink alapján a növényevő halak húsának Sr–90 aktivitása nagyobb, mint a mindenevő és a ragadozó fajoké.

Nem ilyen meggyőző az eredmény a ponty és a harcsa esetében, ahol némi különbség mutatkozik a harcsa rovására.

A csuka húsának kiugró eredménye valószínűleg azzal magyarázható, hogy fajára jellemzően erősen szálkás, száraz húsú, így magas a kalciumtartalma, ami együtt járhat a Sr–90 aktivitás emelkedésével.

Halak radioaktív szennyezettsége
(átlag)

Származási hely	Hús	Csont
	aktivitás pCi Sr-90	
Hortobágyi halastó	233,4	930,6
Hortobágy folyó	187,1	533,7
Holt-Szamos	124,5	569,4

A csont és a hús aktivitásának értékeit átszámítva pCi Sr-90/kg-ra, a kontaminációs viszonyok az alábbi arány párokkal szemléltethetők:

Ponty	2267 : 13,3 = 170,4 : 1
Fehér busa	2340 : 24,9 = 93,9 : 1
Pettyes busa	2602 : 42,5 = 61,2 : 1
Tavi harcsa	2750 : 15,8 = 174,0 : 1

ami azt jelenti, hogy pl. a pontynak a csontjába 170,4-szeres mennyiségű Sr-90 izotóp épült be, a húsához viszonyítva.

Eredményeink a külföldi irodalom adataival arányaiban jó egyezést mutatnak, viszont abszolút értelemben magasabb az általunk vizsgált halak Sr-90 aktivitása. Természetesen figyelembe kell venni a módszerbeli, mérés technikai, műveleti eltéréseket, az időkülönbséget, a minták származási helyét stb.

Keil adatai (1961-62), (1):

Ponty csont	5,0 pCi Sr-90/g Ca
Csuka csont	5,5 pCi Sr-90/g Ca
Keszeg hús	20,0 pCi Sr-90/kg hús

Randow adatai (1967-68), (2):

Keszeg	6,0 pCi Sr-90/kg hús
Csuka	2,0 pCi Sr-90/kg hús

Az összehasonlítás megkönnyítésére kg súlyegységre átszámított adatainkat a 8. táblázat tartalmazza.

Hazai közleményekben vizsgálatunk időszakában a halak Sr-90 aktivitására vonatkozó adatok még nem jelentek meg, így csak az összes és a fémionfrakció aktivitási értékeket tudjuk összehasonlítani a FÉVI által közölt 1971-72. évi eredményekkel, amit a 9. táblázat mutat be.

A táblázatból látható, hogy a folyami pontyra vonatkozó eredményeink megközelítőleg egyeznek az országos átlaggal, viszont a tavi ponty csontja alacsonyabb aktivitást mutat.

Eredményeink összefoglalása

Különböző helyekről származó minták alapján tájékoztató adatokat kaptunk a tavak és természetes vizek jelentősebb halfajainak radioaktív szennyezettségére vonatkozóan. Megállapítható, hogy kiugró mértékű inkorporáció nem mutatható ki, bár van különbség a vizsgált objektumok között.

Eredményeink igazolják azt az irodalmakból leszűrhető tapasztalatot, hogy a tavak halai fokozottabban halmozzák fel csontvázukban a Sr-90 izotópot.

Halak Sr – 90 aktivitásának vizsgálati eredményei
(átlag)

Sor- szám	Megnevezés	Halhús	Halsont		
		Sr – 90 aktivitás			
		pCi/kg hús	pCi/g hamu		pCi/kg csont*
<i>Tavi halak, Hortobágy</i>					
1	Ponty	13,3	1,3	9,1	2267,0
2	Harcsa	15,8	1,6	11,0	2750,0
3	Fehér busa	24,9	2,5	9,4	2340,0
4	Pettyes busa	42,5	4,2	10,4	2602,0
<i>Folyami halak, Holt-Szamos</i>					
1	Ponty	2,2	0,2	7,6	1907,0
2	Harcsa	8,5	0,9	4,7	1172,0
3	Csuka	33,0	3,3	5,6	1387,0
<i>Folyami halak, Hortobágy</i>					
1	Ponty	15,5	1,6	5,4	1337,0
2	Harcsa	13,0	1,3	5,8	1460,0

* Átlagosan 25 % hamutartalomra számolva.

Pontyok vizsgálati eredményeinek összehasonlítása
(átlag)

Származási hely		Halhús		Halsont	
		Összes	Fémionfr.	Összes	Fémionfr.
		aktivitás pCi/g szá			
Tavi	Saját	10,0	0,1	5,7	3,2
	Országos	6,0	0,04	6,8	5,3
Folyami	Saját	10,3	0,2	5,2	3,2
	Országos	7,0	0,2	5,1	2,2

Megítélésünk szerint a halastavak esetében indokolt ez a megállapítás, ill. mindazon tavakra, melyeknek életfolyamatait a halgazdálkodás módszereivel mesterségesen irányítják. Hangsúlyoznunk kell, hogy ezekből a tavakból származó egyedek 2–3, max. 4 évesek, tehát ontogenezisük szempontjából szervezetük erősen építkező fázisban van.

A busa fajok vizsgálata alapján megerősíthetjük azt a feltevést, hogy a Sr – 90 a növényi táplálékot fogyasztók szervezetében viszonylag nagyobb mennyiségben halmozódik fel (10, 11).

Úgy véljük, hogy eredményeink újszerűsége abban van, hogy adatokat szolgáltat a halak Sr – 90 aktivitására vonatkozóan és a kiegészítő vizsgálatok elvégzésével segítséget nyújthat egy-egy biotóp élővilágában a kontaminációs folyamatok Sr – 90 izotópra vonatkozó diszkriminációs tényezőinek elemzéséhez.

Azon törvényszerűségek kutatása, amelyek meghatározzák a Sr – 90 és más hasadási termékek felhalmozódását a növényekben és a haszonállatokban, nem utolsósorban az ember szervezetében, szerfölött aktuális.

- (1) Keil, R.: *Nahrung*, 12, 399, 1968.
- (2) Randow, F.—Schulze, H. A.: *Nahrung*, 15, 1, 1971.
- (3) Nedelkovits J.—Kovács J.—Kacs Kovics M.: Pécsi Műszaki Szemle. 28. 11.1966.
- (4) Kovács J.: *ÉVIKE*, 18, 57, 1972.
- (5) Várterész V. és mtsai: *Sugárbiológia* Bp. 1953.
- (6) Antalfi-Tölg: *Növényevő halak* Bp. 1972.
- (7) Antalfi-Tölg: *Halgazdasági ABC*. Bp. 1971.
- (8) Csoma A.: *Növényevő halakat a természetes vizekbe*. *Halászat*, 15, 84, 1968.
- (9) Fóris Gy.: *Növényevőink a vizügyi szolgálatban*. *Halászat*, 15, 84, 1969.
- (10) Feldt W.: *Measurement of Sr-90 and Cs-137 in fishes* Kjeller (Norway. Sept.) 1963.
- (11) Polikarpov G. G.: *Radioecology of aquatic organism*. Amsterdam. 1966.

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ОСНОВНЫХ ВИДОВ РЫБ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ И НАТУРАЛЬНЫХ ВОД С ОСОБЫМ ВНИМАНИЕМ НА АККУМУЛЯЦИЮ ИЗОТОПА С-90. I—II.

Д. Кантор и О. Сэнтйоби

Авторы на основании литературных данных и собственных исследований, оценивали радиоактивную загрязненность разных биотопов — воды, гидрофитов, бережных вегетаций, рыб Венгрии в 1972—1973 гг, определяя при этом активность инкорпорации С-90 рыб и проводили анализ наблюдаемых расхождений в радиоактивности рыб питающихся по разному (всеядных, травоядных, хищных рыб).

RADIOAKTIVE VERUNREINIGUNG DER BEDEUTENDEREN FISCHARTEN VON FISCHTEICHEN UND NATÜRLICHEN GEWÄSSERN MIT BESONDERER RÜCKSICHT AUF DIE ANHÄUFUNG VON Sr-90. I—II. UNTERSUCHUNG DER BESTRAHLUNGSVERUNREINIGUNG DER FISCHE

D. Kántor und O. Szentjóbi

Auf Grund von Literaturangaben und von eigenen Untersuchungen wurde die radioaktive Verunreinigung von verschiedenen Biotopen wie Gewässer, Wasserpflanzen, Ufervegetation und Fische in Ungarn in den Jahren 1972—1973 ausgewertet. Dabei wurden die in den Fischen durch die Aufnahme von Sr-90 verursachten Aktivitäten bestimmt und auch die Unterschiede zwischen den Radioaktivitäten der Fische von abweichenden Ernährungsgewohnheiten (Allesfresser, Pflanzenfresser, Raubtier) untersucht.

RADIOACTIVE CONTAMINATION OF THE SIGNIFICANT FISH SPECIES IN FISH-PONDS AND IN NATURAL WATERS, WITH PARTICULAR RESPECT TO THE ACCUMULATION OF SR-90. I—II. INVESTIGATION OF THE CONTAMINATION OF FISH BY RADIATION

D. Kántor and O. Szentjóbi

On the basis of data of literature and of own investigations the radioactive contamination of various biotopes such as water, aquatic plants, shore vegetation and fish in Hungary in the years 1972—1973 were evaluated. Activities originating from the incorporations of Sr-90 of fish were determined and also the differences in the radioactivity level of fish species of different nutritional habits (omnivorous, herbivorous, carnivorous) investigated.