

Társadalmi konfliktusokat generáló ökológiai történések a Balaton életében az utóbbi néhány évtizedben – *Halpusztulások*

Takács Péter,* Turcsányi Béla,** Bíró Péter*

Abstract **Social Conflict Generating Ecological Developments in the Life of Lake Balaton in Recent Decades – Mass Fish Kills.** In this paper we summed up the history and causes of the mass fish kill events documented at Lake Balaton during the last 50 years. The first catastrophic fish kill (resulting in 500 t dead fish) was caused by the leaching of PCBs used on the catchment area of the lake in 1965. From the 1970s to the end of the '90s, in parallel with the increasing eutrophication fish kills became more frequent, which impacted the whole fish fauna and spread over the lake. In the last years with the ongoing oligotrophication the mass kills terminated. Only sporadic species specific deaths were registered.

Keywords water-pollutions • eutrophication • overexploitation

A 90-es évek első felében a Balaton igen gyakran szerepelt a híradásokban. A szinte évente megismétlődő nagymértékű halpusztulások a nemzetközi média figyelmét is felkeltették. A többnyire a nyári szezonban történő tömeges elhullások miatt az itt üdülők száma jelentősen visszaesett, a Balaton-régió turisztikai vonzereje csökkent.

A vizek életében nem ritkák az olyan események, amelyek a bennük élő szervezetek számára nehezen tolerálható körülményeket eredményeznek. A periodikusan (pl. tavaszi olvadás) vagy az időjárás hirtelen változása (pl. frontthatások) miatt bekövetkező gyors hőmérséklet-változások a beteg vagy legyengült halak tömeges pusztulását is okozhatják. Emellett tavasszal a jégtakaró visszahúzódásával és a víz felmelegedése miatt újra felerősödő dekomponáló folyamatokat kísérő gázképződés a felszínre hozza a téli hónapokban elpusztult és az aljzatra süllyedt egyedeket is. Tavasszal tehát a tavak életének természetes velejárójaként jelenhetnek meg a parti régióban az elpusztult halak tetemei. Az emberi hatásoknak erőteljesebben kitett élőhelyeken, vízterekben az ott élő halállományok is érzékenyebben reagálnak az őket érő negatív hatásokra. Hiszen az erősödő degradáció jóval labilisabb körülményeket nyújtó élőhelyet és így a természetestől lényegesen eltérően viselkedő élőlény-együtteseket teremt (Oláh, 1975). Ez a folyamat jól nyomon követhető a Balaton esetében is.

* Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai Kutatóközpont Balatoni Limnológiai Intézet
E-mail: takacs.peter@okologia.mta.hu

** Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt.

A Balaton természetes habitusának gyökeres megváltozása a 19. század közepe után válik egyre nyilvánvalóbbá, amikor a vasútépítésekkel összefüggésben került sor az addig természetes módon, tág határok között ingadozó vízszint (Bendefy, 1968) stabilizálására: a Sió-zsilip megépítésére (1865), valamint a tó halállománya számára addig legfőbb ivó- és ivadéknevelő-helynek számító berekterületek lecsapolására. Az ezzel szinte egy időben meginduló és egyre növekvő idegenforgalom miatt fokozódó külső tápanyagterhelés szélsőséges változásokat okozott a tó anyagforgalmában. Amit tetézett a parti öv turisztikai igényeknek megfelelő átalakítása (kövezése), amely meggátolta, hogy a hullámzás a partra tegye/vigye a tóban keletkezett szerves anyagok egy jelentős részét (pl. hínárnövények és a nád elhalt hajtásai), növelve így a belső terhelést (Bíró, 2003a). A tavat érő degradációs hatásokra a tó élővilága eleinte nem adott mindenki számára érthető válaszokat. A tó élővilágát jól ismerő kutatók már a 30-as évek végétől kezdve jelezték e „kulturális eutrofizáció”-nak a tó planktonikus élővilágára gyakorolt negatív hatásait, de jelzéseiket nem vették figyelembe (Sebestyén, 1967).

Az 1950-es évek végén és a 60-as évek elején meginduló „tömegturizmus” tovább növelte a tavat érő terhelés mértékét. A Balaton partján üdülési szezonban akár 1 milliónál több fürdővendég is megfordult, de szennyvíztisztítók hiányában a parti nádasokba vezették be olyan nagy települések szennyvizét is, mint például Keszthely, Siófok, vagy Balatonfüred (Buday-Sántha, 2008). Emellett új tényezőként jelent meg a tó vízgyűjtőjén meginduló intenzív mezőgazdálkodás, amely nagy mennyiségben használt fel műtrágyát, illetve növényvédő szereket; figyelmen kívül hagyva azt, hogy a tó szerves egységet alkot a közel 6000 km² kiterjedésű vízgyűjtővel. A befolyókon keresztül tehát a Balatontól akár több 10 vagy akár 100 kilométerre fekvő területekre (az Őrség egy része is a Balatoni vízgyűjtőn található!) kijuttatott vegyszerek is gyorsan a tóba mosódhatnak.

Az előzmények ismeretében nem meglepő, hogy az első, 1965-ben bekövetkezett, tömeges halpusztulás (500 tonna hal hullott el!) éppen az intenzív mezőgazdálkodás számlájára írható (1. táblázat). A katasztrófáról annak nagysága ellenére igen kevés közlést találunk a korabeli szaksajtóban. A *Halászat* c. folyóirat az évi számaiban csak egy rövid utalást találunk (T. B., 1965) a tömeges halpusztulásra. Egy – négy évvel az esemény után megjelent – cikk az 1965. évihez nagyon hasonló, de annál jóval kisebb mértékű (kb. 0,5 tonna) pusztulásról számol be (Tahy, 1969). A szerző mindkét pusztulást klórozott szénhidrogének által kiváltott májelfajulásnak tudja be. Woynárovich Elek, aki tagja volt a mérgezés okait vizsgáló csoportnak, több évtizeddel a katasztrófa után megjelent cikkében (Woynárovich, 1992) tárta fel a mérgezés körülményeit (illetve, hogy milyen lobbierdekek akadályozták meg a mérgezés valódi okainak nyilvánosságra hozatalát, és a szükséges lépések megtételét). A somogyi vízgyűjtőn rágcslóirtásra használt klórozott szénhidrogén (Dieldrin) mosódott be a terület kisvízfolyásaiba és ezeken keresztül jutott a tóba. Véleménye szerint az elhullást ez, a már akkor is tiltott idegméreg okozta. A több mint 40 éve bekövetkezett katasztrófát a tó süllyőállománya azóta sem heverte ki (Bíró, 2003b).

A következő, főleg keszgeféléket érintő tömeges halpusztulás 1975 februárja és áprilisa között következett be. Fonyód környékén körülbelül 70 tonna hal pusztulását észlelték. A katasztrófa okaként feltételezték több tényező együttes hatását, a nagy tápanyagterhelés miatti algavirágzást, de nem zárták ki a szúnyogirtásra használt rovarirtó szerek okozta mérgezés esetleges hatását sem (Oláh, 1975; Tahy, 1975; Pénez, 1976; Hortobágyi, 1977).

**1. táblázat • Jelentősebb dokumentált halpusztulások a Balatonon
(Bíró, 1995 után)**

Évszám	Elpusztult mennyiség (becsült t)	Halfajok	Kiterjedés	Okok
1965	500t	vegyes hal, (ebben 40 t fogassüllő)	egész tó	Klórozott szénhidrogének (valószínűleg Dieldrin,)
1975	70t	főleg keszeg	főleg Fonyód környéke	<i>Nitzschia acicularis</i> vízvirágzás és SHELL-DD?, fokozott tápanyagterhelés
1977	?	vegyes	?	?
1978	?	vegyes	?	?
1981	?	vegyes	?	?
1982	?	vegyes	?	vízvirágzás (<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>)
1983	2.5t	vegyes, főleg angolna	Ny-i medence	?
1984	?	vegyes	?	?
1985	20t	vegyes, főleg angolna	?	?
1987	?	vegyes, főleg garda	?	?
1988	?	vegyes	?	?
1990-91	150t	ezüstkárász	Kis-Balaton	oxigénhiány
1991	400t	angolna	?	<i>Anguillicola crassus</i> - hiperinfesztáció
1992	50t	angolna, keszeg	K-i medence	80% angolna
1994	15-20t	keszeg	?	gyenge kondíció, algavirágzás
1995	36t	angolna, keszeg	?	gyenge kondíció
1997	?	keszeg	?	gyenge kondíció
1998	1.2t	vegyes, főleg garda	?	?
2008	22t	főleg busa, angolna, keszeg	?	<i>Anguillicola crassus</i> , <i>Tracheliastes maculatus</i> , ikrabesűés
2011	10-15t	harcsa	egész tó	valószínűleg vírusos fertőzés (<i>Cyclovirus</i>)

Az elkövetkező években egymást követik a kisebb-nagyobb mértékű, legtöbb esetben lokális pusztulások. Például 1982-ben tömeges gardapusztulást figyeltek meg, amelynek okaként villámcsapást feltételeztek (!!!), valamint azt, hogy az elfogyasztott rengeteg szűnyoglárva megromlott a belükben! (Bíró, 2003a). 1987-ben több faj pusztult tömegesen. Az okok többségét ismerjük, de a járulékos és komplex hatások miatt nem minden eset tisztázott kellőképpen (Bíró, 2002).

A Kis-Balaton Vízügyi Rendszer I. ütemének üzembe állítása után (1985) nagymértékben elszaporodott az ezüstkárász ezen a rekonstruált berekterületen. A gradációt jelentős mértékű, oxigénhiány kiváltotta halpusztulás követte 1990–91-ben, mely során kb. 150 tonna hal hullott el.

Az első nagymértékű, egész tóra kiterjedő angolnapusztulás 1991 júliusa és szeptembere között, a turisztikai szezon alatt következett be. Emiatt a pusztulást mind a bel-, mind a külföldi sajtó fokozott figyelemmel követte. Az elhullás fajspecifikus volt, tehát csak az angolna állományát érintette. Többféle feltételezés látott napvilágot a katasztrofális, 400 tonnát is meghaladó veszteség okairól. Egyesek bakteriális fertőzésre (Pénzes, 1991), mások szúnyogirtószer-kontaminációra gyanakodtak (Bálint et al., 1995). A pusztulás elsődleges oka azonban – a járulékos környezeti hatások mellett – a Magyarországra csak 1–2 ével korábban behurcolt *Anguillicola crassus* nevű úszóhólyag-élősködő fereg tömeges fertőzése volt (Csaba et al., 1991, 1993; Molnár et al., 1991, 1994; Székely et al., 1991). A tömeges pusztulás a DNY-i medence parti övében kezdődött. Az angolnák belső szervei (bél, úszóhólyag, stb.) még az egészségesnek látszó, ÉK-i medencéből származó példányoknál is bevérvéseket és súlyos strukturális károsodást mutattak. Említést érdemel, hogy 1985-ben a tó azonos területein, hasonló szimptomákkal (bevérvett bőr és belső szervek) tömeges angolnapusztulás történt, de ekkor a fenti parazita még nem volt jelen (Papp és Endrédi, 1986; Bíró, 1995, 2002). Az 1992. évi kisebb mértékű, de ismét főleg az angolnát érintő tömeges pusztulást a közvélemény az előző évi tömeges elhullás lecsengésének tekintette (Szabó I. szóbeli közlés).

1994-ben algavirágzás okozott tömeges halpusztulást a Balatonon. A nyár végén hetekig tartó szélcsendes, meleg időjárás következtében tömegesen jelent meg a *Cylindrospermopsis raciborskii* nevű cianobaktérium. A tó vizében mért maximális klorofill-a koncentráció a nyugati medencében meghaladta a 200 µg/l értéket. Ez többszörösen meghaladja az OECD fürdővizekre kiadott szabványában (http://www.kvvm.hu/balaton/lang_hu/balweb.htm) megadott határértéket. A tó parti övében június második felétől jelentős mértékű halpusztulást figyeltek meg, ahol az elhullott egyedek legnagyobb részét keszegfélék alkották (Bíró, 1995). A következő években bekövetkezett pusztulások (1995, 1997, 1998) közös jellemzője, hogy többnyire csak lokális kiterjedésűek voltak, és többnyire a keszegféléket érintették. Ezeket a kutatók az ivás előtt álló halak rossz kondíciójával magyarázták.

2008 késő tavaszán a balatoni keszegek tömeges pusztulását figyelték meg. A parazitológiai vizsgálatok egy kultakaron élősködő rákfaj, a *Tracheliastes maculatus* tömeges megjelenését mutatták ki az ivásra összegyűlt egyedeken. Az élősködő által okozott sérüléseket fakultatív patogén *Aeromonas* baktériumok és penészgombák fertőzték el, és végül ez a fertőzés okozta a tömeges elhullást (Székely et al., 2009).

A legutóbbi jelentősebb halpusztulás 2011-ben következett be, amikor a balatoni harcsaállomány szenvedett komolyabb károkat (Füstös, 2011). A tó teljes területén megfigyelhető, 10-15 tonnára tehető elhullás okaként egy fajspecifikus *Cyclovirus*-faj kártételét valószínűsítik (Lőrinc et al., 2011, 2012).

A Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt. az utóbbi években rendszeresen összegyűjti és elszállítja a partra vetődött haltetemeket, amelyek tömege évente 20–40 tonna között változik (Turcsányi B., személyes közlés). Ez az érték a Balatonban élő halmennyiség becsült biomasszájához viszonyítva (Bíró, 2002) elenyésző mennyiséget ($\approx 1\%$) tesz ki. Az elpusztult egyedek legnagyobb része a tavaszi időszakban tűnik fel a parti régióban, és a zömét olyan fajok (busa és angolna) idős példányai teszik ki, amelyek utolsó telepítésére a 80-as években került sor. Mivel az angolna katadrom (édesvízben fejlődő, de tengerben szaporodó) fajként biztosan nem, a busa pedig nagy valószínűséggel nem szaporodik a tóban, az évről évre tapasztalt elhullások a természetes kiöregedési folyamatnak tudhatók be.

Az utóbbi évtizedek halpusztulásainak e rövid összefoglalásából kiderül, hogy a tömeges elhullások hátterében többnyire emberi hatások, beavatkozások állnak (vegy-

szer-bemosódás: 1965, eutrofizáció miatti vízvirágzás: 1994, idegenhonos élősködő behurcolása: 1991). Ugyanakkor a természeti folyamatokról sem szabad megfeledkeznünk, mert egy természetes állapotú vízterben is előfordulhatnak olyan történések (pl. egy „öshonos” élősködőfaj gradációja: 2008), amely áttételesen akár tömeges elhulláshoz is vezethet. A halpusztulások mély nyomokat hagytak az egyes fajok populációin. Az ember szerepe egyrészt az, hogy segítse az érintett, érzékenyebb fajok állományainak regenerálódását, illetve hogy csökkentse az emberi hatásra kialakuló pusztulások bekövetkezésének valószínűségét (Bíró, 2003a).

A halpusztulások dokumentációinak áttanulmányozása során gyakran megmutatkozott, hogy a különböző (gazdasági, idegenforgalmi) érdekcsoportok nehezítik a tömeges pusztulás okait feltárni igyekvő kutató helyzetét, illetve tömeges pusztulás esetén főleg a felelősség és az ezzel együtt járó katasztrófa-elhárítási költségek más érdekcsoportokra való áthárítására törekednek. A 70-es és 80-as években szinte évente bekövetkező tömeges pusztulások okainak (pl. átgondolatlan haltelepítések, a fokozott tápanyagterhelés, végeredményben a tó „túlhasználata”) kezelésére/elkerülésére évtizedekig nem sikerült anyagi forrásokat találni.

Emellett az a tény sem elhanyagolható, hogy a tömeges elhullást vizsgálók a legtöbb esetben csak az általuk művelt szűkebb tudományterületen belül keresik a választ (Tölg, 1995). Holott véleményünk szerint a pusztulások legtöbb esetben több okra (Oláh, 1975) vezethetők vissza. Az egyes tudományterületek vizsgálati eredményeit együtt kellene értelmezni és szintetizálni. Így nagyobb esély kínálkozna arra, hogy az utóbbi évtizedekben igen gyakori tömeges elhullások ok-okozati összefüggéseit feltárhassuk.

Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával készült, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projekt keretében.

Felhasznált irodalom

- Bálint T., Kátai F., Kufcsák O., Láng G., Polyhos Cs., Nemcsók J. 1995. Vélemények az 1995. évi balatoni angolnapusztulás okairól. *Halászat* 88/4: 149–151.
- Bendefy L. 1968. A Balaton vízszintjének változásai a neolitikumtól napjainkig. *Hidrológiai Közöny* 48/6: 257–263.
- Bíró P. 1995. A Balaton halállománya és halpusztulások. In: Hlavay J. (ed.) *Környezetvédelmi problémák a VEAB régióban*. Innopress Kft. Veszprém, 79–102.
- Bíró P. 2001. A Balatoni halállományának anyagforgalmi szerepe és hosszú távú változásai. In: Vizi E. Sz. (ed.): *Székfoglalók a Magyar Tudományos Akadémián* pp: 241–286.
- Bíró P. 2002. A Balaton halállományának hosszúidejű változásai. *Állattani Közlemények* 87: 63–77.
- Bíró P. 2003a. A Balaton halbiológiai kutatásának haszna. *A Balatonkutatási alapítvány tájékoztató hírlevele*. 2:6-8. (Online at: <http://www.blki.hu/alapitvany/bka7.htm>) (a hozzáférés dátuma: 2013.01.16)
- Bíró P. 2003b. Az érdekek ütköző zónájában. Töprengések a Balatonról. *Új Horizont* 4. szám 1–7.
- Buday-Sántha A. 2008. Balaton Régió. *Tér és Társadalom* 22/4: 43–62.

- Csaba Gy., Láng M., Székely Cs., 1991. Új fonálféreg, az *Anguillicola crassus* megjelenése Magyarországon. *Halászat* 84/2: 66–67.
- Csaba Gy., Láng M., Sályi G., Ramotsa J., Glávits, R., Rátz F. 1993. Az *Anguillicola crassus* (Nematoda, Anguillicolidae) fonálféreg és szerepe az 1991. évi balatoni angolnapusztulásban. *Magyar Állatorvosok Lapja* 48/1: 11–21.
- Füstös G. 2011. A Harcsaelhullás 2011. (A Balatoni Halászati Nonprofit Zrt közleménye) Online at: http://www.balatonihalgazdalkodas.hu/aktualitasok2?news_id=2&printable=1 (a hozzáférés dátuma: 2013.01.16)
- Hortobágyi T. 1977. Balatoni halpusztulás 1975-ben. (Részjelentés, mikrovegetáció) - *A Magyar Tudományos Akadémia Biológiai Tudományok Osztályának közleményei* 20/1-2: 141–160.
- Lőrincz M., Dán Á., Woynárovichné Láng M., Csaba Gy., Tóth Á., Székely Cs., Cságola A., Tuboly T. 2011. A lesőharcsa (*Silurus glanis*) Ciclovirus kimutatása és genetikai jellemzése. In: Dr. Tuboly T: *Virologia, Immonológia, Bakteriológia*. Az MTA Állatorvos-tudományi bizottsága, SzIE Állatorvos-tudományi Iskola Akadémiai Beszámoló (2011. évi 38. füzet. p: 8.
- Lőrincz M, Dán A, Láng M, Csaba G, Tóth AG, Székely C, Cságola A, Tuboly T. 2012. Novel circovirus in European catfish (*Silurus glanis*). *Archives of Virology* 157/6: 1173-1176.
- Molnár K., Csaba Gy., Székely Cs., Baska F., Láng M. 1992. *Anguillicola crassus* (Nematoda, Dracunculoidea) által okozott tömeges angolnaelhullás a Balatonban. pp. 126-129. – In: BÍRÓ P. (ed.) *100 Éves a Balaton-kutatás (XXXIII. Hidrobiológus Napok, Tihany, 1991)*. REPROPRINT, Nemesvámos.
- Molnár K., Székely Cs., Perényi M. 1994. Dynamics of *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoidea) in eels of Lake Balaton. *Folia Parasitologica* 41: 193–202.
- Oláh J. 1975. Az 1975. évi halpusztulást kísérő szokatlanul nagy bakterioplankton állomány elemzése. *Halászat* 68/3: 89.
- Papp K., Endrédi I. 1986. Az 1985. évi halpusztulások. *Halászat* 79/3: pp. 94–95.
- Pénzes B. 1991. Az angolnák tömeges elhullásának oka – különös tekintettel a nemzetközi szakirodalomra. *Halászat* 85/1: 13–14.
- Sebestyén O. 1967. A kemizáció kihatása vízi ökoszisztémákban. *Magy. Tud. Akad. V. Osz. Közl.* 18: 389–391.
- Székely Cs., Láng M., Csaba Gy. 1991. First occurrence of *Anguillicola crassus* in Hungary. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 11: 162–163.
- Székely Cs., Láng M., Molnár K. 2009. A *Tracheliastes maculatus* rákélősködő szerepe a balatoni dévérkeszeg-elhullásokban. *Halászat* 102/1: 16–19.
- Tahy B. 1965. Továbbra sincs rend a Balatonon. *Halászat* 58/6: 161.
- T. B. (Tahy B.?) 1969. Megismétlődik a balatoni halpusztulás? *Halászat* 62/5: 155.
- Tahy B. 1975. Balatoni halpusztulásról. *Halászat* 68/3: 94–85.
- Tölg I. 1995. A balatoni halpusztulás dilemmája. *Halászat* 88/3: 111–112.
- Woynárovich E. 1992. Emlékezzünk az 1965-ös balatoni halpusztulásra. *Halászat* 85/3: 118.