

A TOKALAKÚAK BIOLÓGIÁJA ÉS TENYÉSZTÉSE

Szerkesztők: Urbányi Béla és Horváth Ákos

2019



Készült Gödöllőn, 2019. decemberében

Szerkesztők: Urbányi Béla és Horváth Ákos

Közreműködő szerzők:

Fazekas Gyöngyvér
Feledi Tibor
Ferincz Árpád
Hoitsy Márton
Horváth Ákos
Horváth László

Ittész István
Juhász Vera
Kovács Balázs
Kovács Gyula
Lehoczky István
Lengyel Péter

Mézes Miklós
Staszny Ádám
Szabó Tamás
Urbányi Béla
Weiperth András

Szakmai lektor: Pintér Károly

Kiadja a Szent István Egyetem megbízásából:

Vármédia Print Kft.
2100 Gödöllő, Köztársaság út 45/a.
Borítóterv: Juhász Vera
Műszaki szerkesztő: Horváth Ákos
ISBN: 978-963-269-353-8
©Urbányi Béla, Horváth Ákos

Minden jog fenntartva. A könyv egészének vagy bármely részének másolásához és közzétételéhez a szerkesztők és a kiadó írásos engedélye szükséges.

Tartalomjegyzék

Ábrák jegyzéke	5
Táblázatok jegyzéke	7
Előszó	9
<i>Urbányi Béla</i>	
1. Rendszertan és evolúció	13
<i>Müller Tamás és Staszny Ádám</i>	
2. Alaktan és testfelépítés	19
<i>Staszny Ádám, Weiperth András, Juhász Vera és Ferincz Árpád</i>	
2.1. Alaktani jellemzők	19
2.1.1. Viza (<i>Huso huso</i>)	21
2.1.2. Vágótok (<i>Acipenser gueldenstadtii</i>)	23
2.1.3. Simatok (<i>Acipenser nudiiventris</i>)	23
2.1.4. Sőregtok (<i>Acipenser stellatus</i>)	24
2.1.5. Kecsege (<i>Acipenser ruthenus</i>)	25
2.1.6. Lénai vagy szibériai tok (<i>Acipenser baerii</i>)	25
2.1.7. Fehér tok (<i>Acipenser transmontanus</i>)	27
2.1.8. Adriai tok (<i>Acipenser naccarii</i>)	27
2.1.9. Atlanti tok (<i>Acipenser oxyrinchus</i>)	27
2.1.10. Lapátorrú tok (<i>Polyodon spathula</i>)	27
2.1.11. Hibridek	29
3. Élettan, növekedés és környezeti igények	31
<i>Staszny Ádám, Weiperth András, Juhász Vera és Ferincz Árpád</i>	
3.1. A tokalakúak élettani sajátosságai	31
3.1.1. Kültakaró	31
3.1.2. Belső váz	32
3.1.3. Izomzat és úszás	32

3.1.4.	Emésztő szervrendszer és táplálkozás	33
3.1.5.	Légzőszervrendszer és légzés	35
3.1.6.	Keringési szervrendszer	35
3.1.7.	Kiválasztó szervrendszer	36
3.1.8.	Érzékszervek	36
3.1.8.1.	Szaglás és ízérzékelés	36
3.1.8.2.	Látás	36
3.1.8.3.	Hallás	37
3.1.8.4.	Elektromos érzékszerv	37
3.2.	Életkor és növekedés	37
3.2.1.	Az életkor megállapítása	38
3.2.2.	Élettartam	39
3.2.3.	Növekedés és testméretek	39
3.3.	Környezeti igények és tűrőképesség	41
4.	Tokfélék a Duna-vízrendszerében: a populációk hosszú idejű változásai és a jelenlegi helyzet	43
	<i>Ferincz Árpád, Staszny Ádám, Juhász Vera és Weiperth András</i>	
4.1.	A tokfélék állományait alapvetően befolyásoló antropogén folyamatok	44
4.2.	A Duna-vízrendszerében őshonos tokfélék állomány-változásai	45
4.2.1.	Viza (<i>Huso huso</i>)	45
4.2.2.	Kecsege (<i>Acipenser ruthenus</i>)	47
4.2.3.	Vágótok (<i>Acipenser gueldenstaedti</i>)	50
4.2.4.	Simatok (<i>Acipenser nudiiventris</i>)	51
4.2.5.	Sőregtok (<i>Acipenser stellatus</i>)	52
4.2.6.	Atlanti (közönséges) tok (<i>Acipenser sturio</i>)	52
4.2.7.	Idegenhonos tokfélék és hibridek megjelenése a Dunában	53
5.	A tokfélék természetvédelmi helyzete és megőrzésük lehetőségei	57
	<i>Weiperth András, Staszny Ádám, Juhász Vera és Ferincz Árpád</i>	
5.1.	A tokfélék konzervációjának alapproblémái	57
5.2.	A populációk helyzetértékelése – természetvédelmi státusz . .	58
5.3.	Antropogén eredetű hatások	60
5.3.1.	Halászat	60
5.3.2.	Folyamszabályozás	62
5.3.3.	Vízszennyezés	65
5.3.4.	Idegenhonos fajok hatása	66
5.4.	A természetes populációk megőrzése – korlátok és lehetőségek a fajvédelem területén	67

6. A tokfajok genetikai háttere és erőforrásai	71
<i>Kovács Balázs, Kovács Gyula és Fazekas Gyöngyvér</i>	
6.1. A tokfélék örökítőanyaga	71
6.1.1. A tokfélék mitokondriális genomja	72
6.1.2. A tokfélék kromoszóma-készletének és sejtmagi genomjának kialakulása	72
6.1.3. A kecsége genom	75
6.2. Ivar determináció a tokféléknél	77
6.3. Teljes genom-, és ivar manipuláció tokfélékben	79
6.4. Géntranszfer és génszerkesztés tokfélékben	80
6.5. A tokfélék hibridjei	81
6.6. Genetikai markerek és alkalmazásuk a tokfélék genetikai vizsgálatára	84
6.7. A magyarországi tok génbank	88
6.7.1. A tok génbank kialakításának előzményei és lehetőségei	88
6.7.2. A tokfélék élő génbankjának jelenlegi helyzete Magyarországon	93
6.7.2.1. Tenyészegyedek génbanki nyilvántartásba vétele és fenntartása	95
6.7.2.2. Szaporítás	97
6.7.2.3. Lárvanevelés	98
6.7.2.4. Ivadéknevelés	99
6.7.2.5. Növendéktartás	99
6.7.2.6. A génbank fenntartásának informatikai háttere	100
6.8. A tokfélék nemesítésének lehetőségei és korlátai	101
7. A tokalakúak táplálkozása és takarmányozása	103
<i>Mézes Miklós</i>	
7.1. A tokalakúak táplálkozása	103
7.2. A tokfélék takarmányozása	105
8. A tokalakúak szaporodásbiológiája	111
<i>Szabó Tamás, Horváth László és Horváth Ákos</i>	
8.1. Ivarérés	111
8.2. Ivarszervek és ivarsejtek	113
8.2.1. A petefészek	113
8.2.2. Az ikra	113
8.2.3. A here	114
8.2.4. A spermium	115
8.2.5. A tokalakúak spermája és annak aktivációja	117
8.2.6. A tokfélék ikrájának termékenyülése	118

8.3.	Ivarsejtképződés és ivari ciklus	120
8.3.1.	Ovogenezis	120
8.3.1.1.	Az ovogenezis általános bemutatása	120
8.3.1.2.	A tokfélék ovogenezisének bemutatása	120
8.3.2.	Spermatogenezis	123
8.3.3.	A tejesek ivari ciklusa	124
8.4.	Termékenység (fekunditás)	126
8.5.	A szaporodás szabályozása	126
8.5.1.	Környezeti szabályozás	126
8.5.2.	Hormonális szabályozás	127
8.6.	A tokfélék ívása	128
8.7.	Ikra- és lárvafejlődés	129
9.	A tokalakúak szaporítása és ivadéknevelése	133
	<i>Szabó Tamás, Horváth László és Ittész István</i>	
9.1.	Szaporítás	134
9.1.1.	Anyák érlelése	134
9.1.2.	Hormonkezelés	138
9.1.3.	Fejés	139
9.1.4.	Termékenyítés és az ikra ragadóságának megszüntetése	142
9.1.5.	Az ikra keltetése	143
9.2.	Ivadéknevelés	145
9.2.1.	Tápos ivadéknevelés	145
9.3.	Kecsege szaporítás és ivadéknevelés a TEHAG-ban	148
9.3.1.	A természetes vízi kecsege (<i>Acipenser ruthenus</i>) hazai halászati megítélése	148
9.3.2.	Mesterségesen nevelt kecsege ivadék állományok visszatelepítése, a visszatelepítések hatékonyságának véleményezése	149
9.3.3.	A TEHAG-ban alkalmazott kecsege szaporítási módszer rövid bemutatása	151
9.3.4.	A kecsege ivadék felnevelése élő táplálékon	156
10.	A tokhalászat történeti áttekintése az őskortól napjainkig	161
	<i>Juhász Vera, Weiperth András, Ferincz Árpád, Staszny Ádám</i>	
10.1.	Vizahorgok és kecsegehorgok	161
10.2.	Hálóval történő halászat	163
10.3.	Rekesztő halászat: a vizafogó szégye	163
11.	A tokalakúak tenyésztése	167
	<i>Horváth Ákos</i>	

11.1. A világ toktenyésztése	167
11.1.1. Kína toktenyésztése	169
11.2. Kaviártermelés	171
11.3. Technológiai fejlesztés	174
12. A tokalakúak betegségei és parazitái	179
<i>Hoitsy Márton</i>	
12.1. Vírusok okozta megbetegedések	179
12.1.1. Iridovírus fertőzés	179
12.1.2. Alloherpeszvírusok által okozott megbetegedések	180
12.1.2.1. Tok-herpeszvírus 1	180
12.1.2.2. Tok-herpeszvírus 2	180
12.1.2.3. Szibériai tok herpeszvírus okozta megbetege- dése	181
12.1.3. Adenovírus	181
12.1.3.1. Fehér tokok adenovírusos megbetegedése	181
12.2. Baktériumok okozta fertőzések	182
12.2.1. <i>Aeromonas spp.</i> fertőzés (<i>furunculosis</i>)	182
12.2.2. <i>Pseudomonas spp.</i> által kiváltott megbetegedés	182
12.2.3. <i>Flavobacterium spp.</i> által okozott kórképek	183
12.2.3.1. <i>Flavobacterium columnare</i>	183
12.2.3.2. <i>Flavobacterium johnsoniae</i>	183
12.2.4. Yerseniózis	183
12.2.5. <i>Mycobacteriosis</i>	184
12.2.6. <i>Epitheliocystis</i>	184
12.2.7. Lapátorrú tokok orrnyúlványának degeneratív elválto- zása (Rostrum degenerative disease)	185
12.2.8. <i>Plesiomonas shigelloides</i>	185
12.2.9. Prevenció és kezelés	185
12.3. Gombás eredetű bántalmak	186
12.3.1. Ikrapenész, halpenész (<i>Saprolegniosis, dermatomycosis</i>)	186
12.3.2. Kopoltyúrothadás (<i>Branchiomycosis</i>)	186
12.3.3. <i>Veronaea botryosa</i> fertőzés (<i>Phaeohyphomycosis</i>)	187
12.4. Paraziták okozta megbetegedések	188
12.4.1. Egysejtű élősködők	188
12.4.1.1. Csillósok	188
12.4.1.2. Ostorosok	191
12.4.1.3. Sporozoa élősködők	192
12.4.2. Többsejtű paraziták	193
12.4.2.1. Nyálkaspórások (<i>Myxosporea</i>) által okozott fer- tőzés	193

12.4.2.2. Csalánozók okozta bántalom	193
12.4.3. Féregparazitózisok	194
12.4.3.1. Csákllyásférgek által előidézett megbetegedések	194
12.4.3.2. Métély fertőzöttség tokalakúakban	195
12.4.3.3. Fonálféreg okozta fertőzés	197
12.4.3.4. Tokalakúak galandférgessége	198
12.4.3.5. Buzogányfejű férgek kártétele tokalakúakban	198
12.4.3.6. Gyűrűsférgek okozta bántalom	199
12.4.4. Kagyló fejlődési stádiumok okozta megbetegedés	200
12.4.5. Rákélősködők okozta elváltozások	200
12.4.5.1. <i>Ergasilosis</i>	200
12.4.5.2. <i>Lernæosis</i>	201
12.4.5.3. Haltetvesség (<i>Argulosis</i>)	201
12.5. Daganatos megbetegedések	202
12.6. Környezeti, takarmányozási és tartástechnológiai tényezők- ből eredő problémák	202
12.6.1. Környezeti ártalmak	202
12.6.1.1. Gázbuborék-betegség	202
12.6.1.2. Hőmérsékleti sokk	203
12.6.1.3. A pH, mint kórok	203
12.6.1.4. Nitrit mérgezés	203
12.6.1.5. Autogén mérgezés	204
12.6.2. Takarmány eredetű problémák	204
12.6.2.1. Felfúvódás, dysbacteriosis	204
12.6.2.2. Zsíros májelfajulás	205
12.6.2.3. Mikotoxin mérgezés	205
12.6.2.4. Idegentest okozta elváltozás	206
12.6.3. A vázrendszer deformításai	206
13. A tokalakúak magyarországi helyzete – elterjedés, tenyésztés	209
<i>Feledi Tibor, Lengyel Péter és Urbányi Béla</i>	
A felhasznált szakirodalom jegyzéke	211
Tárgymutató	232

Ábrák jegyzéke

1.1. Tokalakúak rendszertani kapcsolódása a többi nagyobb ősi típusú (ordinális, szubordinális) taxon csoportokkal a kialakulásuk függvényében (Betancur-R et al (2017) alapján módosítva. A fordított háromszögek a fajgazdagságot jelölik (világoskék 1-20 faj, a sötét kék 21-50 faj), a sárga >1000 faj; Ord.: Ordovicium, Sil.: Szilur, Kain.: Kainozoikum).	15
1.2. A tokalakúak rendjébe tartozó fajok természetes elterjedése (Billard és Lecointre (2001) nyomán módosítva)	16
2.1. Rövidorrú tok (<i>Acipenser brevirostrum</i>) farki régiójának oldalnézete egy 251 mm-es standard testhosszú egyednél metilénkék-eozin festéssel (Hilton et al. 2011).	20
2.2. A hazai őshonos tokfajok oldalnézeti rajza (FAO 2019).	21
2.3. A viza (<i>Huso huso</i>) kinyújtható szája (Rajz: Juhász Vera Vecsei et al. 2002 nyomán).	22
2.4. A viza (<i>Huso huso</i>) fejének ventrális nézete (Rajz: Juhász Vera).	22
2.5. A vágótok (<i>Acipenser gueldenstadtii</i>) fejének ventrális nézete (Rajz: Juhász Vera).	23
2.6. A simatok (<i>Acipenser nudiventris</i>) fejének ventrális nézete (Rajz: Juhász Vera).	24
2.7. A sőregtok (<i>Acipenser stellatus</i>) fejének ventrális nézete (Rajz: Juhász Vera).	25
2.8. A kecsege (<i>Acipenser ruthenus</i>) fejének ventrális nézete (Rajz: Juhász Vera).	26
2.9. A lénai tok (<i>Acipenser baerii</i>) fejének ventrális nézete (Rajz: Juhász Vera).	26

3.1. Rövidorrú tok (<i>Acipenser brevirostrum</i>) agykoponyájának és a gerincoszlop feji végének felülnézeti fotója egy 960 mm-es standard testhosszú nőstény egyednél. Rózsaszínnel a csont, míg fehérrel a porcos részek. (Hilton et al. 2011).	33
3.2. Lapátorrú tok (<i>Polyodon spathula</i>) fejének ventrális nézete (Fotó: Ferincz Árpád).	38
4.1. Viza (<i>Huso huso</i>) a HAKI génbankjából (Fotó: Ferincz Árpád) .	46
4.2. Vizafogás a Duna román szakaszán 1920-2005 (Paraschiv et al. 2006)	47
4.3. Kecsege (<i>Acipenser ruthenus</i>) a HAKI génbankjából (Fotó: Ferincz Árpád)	48
4.4. A kecsgefogás alakulása Magyarországon, éves összesített adatok (Guti, 2008)	48
4.5. Vágótók (<i>Acipenser gueldenstaedti</i>) portré a HAKI génbankjából (Fotó: Ferincz Árpád)	50
4.6. Sőregtok (<i>Acipenser stellatus</i>) a HAKI génbankjából (Fotó: Ferincz Árpád)	52
4.7. Lapátorrú tok (<i>Polyodon spathula</i>) a HAKI génbankjából . . .	53
4.8. Lénai tok (<i>Acipenser baeri</i>) a HAKI génbankjából	54
4.9. Fiatal tokhibrid (<i>Acipenser naccarii</i> x <i>Acipenser baerii</i>) a Dunából (Fotó: Weiperth András)	54
5.1. A Dunán és egyes mellékfolyóin a gátak által okozott fragmentáció hatása és a mederben történő erózió iránya a tokfélék ismert élőhelyein (Forrás: Friedrich et al. 2019)	64
5.2. Európában és Törökországban üzemelő, valamint kivitelezés és tervezés alatt lévő vízerőművek (Forrás: Schwarz 2018) . . .	65

- 6.1. Genomduplikációk a tokfélék jelenleg élő fajainak törzsfáján: A törzsfaja mitokondriális citokróm-b gén szekvenciák alapján készült (Peng és mtsai., 2007), az eredeti ábra módosításával. Barna függőleges vonal a tokfélék közös ősében lezajlott genom duplikációt jelzi, a zöld és piros függőleges vonalak további olyan genom duplikációkat jeleznek, amelyekre a kromoszóma számok és genom méretek alapján következtethetünk. A kék vonal egy mikroszatellit vizsgálatok alapján feltételezett duplikáció, amely esetén a pirossal jelzett duplikációk valószínűleg nem történtek meg. Jobb oldalon a különböző földrajzi elterjedés és rendszertani csoport szerinti kládok, illetve a különböző ploiditási szintű csoportok láthatók. Scaphi: *Scaphirynchus* fajok Kládja, Ten: az Atlanti-óceánban is megtalálható genetikailag elkülönülő *Acipenser* fajok kládja, Poly: a Polyodontidae klád. 73
- 6.2. Gazdasági használlataink génállomány-megőrzésének lehetőségei a tokfélékre adaptálva (Simianer, 2005 nyomán). 91
- 6.3. Kecsege utódok kihelyezése természetes vizekbe. 92
- 6.4. A NAIK HAKI által fenntartott tok génbank működésének folyamatábrája. 96
- 6.5. Tavi medencék, vagy tó a tóban rendszer a NAIK HAKI-ban. 99
- 8.1. A kecsége petevezetője tölcsér formájában nyílik a testüregben. Az ovulált ikrás petesejtjeinek nagy részét a hasfal felnyitását követően eltávolították a testüregből. 114
- 8.2. A közönséges tok (*Acipenser sturio*) spermiumai transzmissziós elektronmikroszkópos felvételen. A: akroszóma; ECS: endonukleáris csatornák; IM: implantációs mélyedés; PL: poszterolaterális nyúlvány; PN: posztnukleáris csatorna; U: „úszók”, a spermium ostorának két oldalán megfigyelhető citoplazmatikus kitérkedések. A fehér nyíl a proximális centriólumra mutat. Fotó: Horváth Ákos. 115
- 8.3. A közönséges tok (*Acipenser sturio*) spermiumának flagellumai keresztmetszeti transzmissziós elektronmikroszkópos felvételen. Jól láthatók a flagellum két oldalán található úszószerű képletek, illetve a 9+2 belső szerkezet. Fotó: Horváth Ákos. 117

8.4. A szibériai tok érett folliculusának kialakulása. Rövidítések: BL: alapi hártya, CA: kortikális granulomok, GC: granulóza sejtek, jc: kocsonyás burok, LG: lipidtestek, OMV: a petesejt mikrovilli nyúlványai, PG: pigment testek, ThC: theca sejtek, YG: szikszemcsék, zre: <i>zona radiata externa</i> , zri: <i>zona radiata interna</i> (Le Menn et al., 2018).	121
9.1. Érett ikrás kecsge.	137
9.2. Ívó hím kecsge ivarnyílásában jól látható a tej	137
9.3. A: a petevezető hasüreg felé nyitott tölcséres vége B: Paramesonephrikus kivezető cső C: petevezető redő /szelep/ D: vese E: húgyvezeték F: ivarnyílás G: a teljes petevezető rendszer. . .	140
9.4. A képen jól látható az ikraszemekkel megtelt petevezető. . . .	140
9.5. A tokfélék petefészke nem zárt, így az ovulált ikra a hasüregben található.	141
9.6. Az ikrát száraz műanyag tálba fejjük, hasonlóan a többi hal-fajhoz.	142
9.7. Az ikra ragadóságának megszüntetése keményítőoldattal. . .	143
9.8. Kecselárva összegyűjtése.	144
9.9. Egynapos kecselárva.	145
9.10. Tápon nevelt kecsgeivadék.	147
9.11. Frissen kelt kecsge lárva a műanyag nevelő medencében (fotó Szabó T.)	157
9.12. Előnevelt kecsge a TEHAG-ban (fotó Szabó T.)	158
10.1. <i>Horogsor készítésének ábrázolása egy középkori festményen (forrás: Türr István Múzeum, Baja).</i>	162
11.1. A világon, illetve Kínában megtermelt tokalakúak mennyisége tonnában a 2010-2017 közötti időszakban (forrás: FAO). . .	170
11.2. A világ 10 vezető kaviártermelő országa és a megtermelt kaviár mennyisége 2017-ben (forrás: Bronzi et al., 2019).	173

11.3. Mesterséges ívató csatorna tokfélék szaporításához (forrás: Chebanov és Galich, 2011). 1: körkörös ívató csatorna, 2: a tenyészállomány és az elfolyó víz csatornája, 3: ivadékcsatorna, 4: ivadéknevelő, 5: vízsebesség szabályozók, 6: vizsugárszivattyúk, 7: ívóhelyek, 8: ikraöblítő csövezet, 9, 16: vízvezetékek, 10, 17: csapok, 11. medence, 12: ivadékgyűjtő tálca, 13: belső víztest, 14: lecsapoló szűrők, 15: szivattyúház, 18, 19: zsilipszabályozók, 20, 21: védőhálók, 22: kiemelhető védőháló a nagyobb halak számára, 23: átjárók, 24: gézlapok, 25: a gézlapokat tartó rácsok kivételére és behelyezésére szolgáló vájatok, 26. gézlap tartó rácsok, 26. mozgatható felszíni öblítő csövezet.	177
12.1. <i>Saprolegnia</i> sp. (Fotó: Hoitsy Márton)	187
12.2. <i>Ichthyophthirius multifiliis trophont</i> (Fotó: Hoitsy Márton) . .	190
12.3. <i>Trichodina</i> sp. (Fotó: Hoitsy Márton)	190
12.4. Idegentest víza (<i>Huso huso</i>) gyomrában (CT felvétel: Petneházy Őrs, Donkó Tamás, Csehó Lilian, Hoitsy Márton).	207
12.5. Ép és deformált úszójú vágótokok (Fotó: Hoitsy György, Hoitsy Márton).	208

Táblázatok jegyzéke

1.1. Tokalakúak rendjébe tartozó fajlista természetes elterjedési területükkel (Billard és Lecointre (2001) nyomán módosítva). . .	17
2.1. Hazai tokfajok úszósugarainak és csontvértjeinek száma, valamint a bajuszsálak elhelyezkedése. o-sz: a bajuszsálak az orrcsúcs és a szájnylás között féltávon erednek; o: a bajuszsálak az orrcsúcshoz közelebb erednek; sz: a bajuszsálak a szájnyláshoz közelebb erednek; i: a bajuszsálak hátrasimítva elérik a szájnylást; n: a bajuszsálak hátrasimítva nem érik el a szájnylást.	28
3.1. Különböző tokfajok úszási viselkedésének adatai vándorlásuk során (McKenzie et al. 2007).	34
3.2. Egyes tok fajok becsült legnagyobb testhossza, testtömege, maximális kora, valamint az ivarérettség elérésének éve és két év között eltelt évek száma	40
3.3. A kecsge (<i>Acipenser ruthenus</i>) egyes években elért teljes testhossza és testtömege.	41
5.1. Jelenleg ismert tokfajok természetes állományainak fenyegetettsége	59
5.2. Az európai tokfajok helyzete az egyes nemzetközi egyezményekben	61
6.1. A tokfajok haploid sejtmagi genom mérete, kromoszóma száma és ploiditása. A.: <i>Acipenser</i> ; H.: <i>Huso</i> ; Ps.: <i>Pseudoscaphirynchus</i> ; S.: <i>Scaphirynchus</i> ; * mikroszatellit vizsgálatok alapján becsült érték; ** genom méret alapján becsült érték; ^{CR} súlyosan veszélyeztetett (Pisano és mtsai. 2007 nyomán kiegészítve) . .	76
6.2. Spontán poliploidok előfordulása a tokfélékben (Gill és mtsai. 2015 nyomán).	77

6.3. A NAIK HAKI tok élő génbankjának jelenlegi helyzete fajok, illetve állományok tekintetében (2019. őszi állapot).	94
7.1. Egyes takarmány alapanyagok energia hasznosulása és lát-szólagos fehérje emészthetősége szibériai tokban.	108
7.2. Szibériai tok esszenciális aminosav szükséglete.	109
7.3. Jelentősebb arányban előforduló táplálékok megoszlása a szibériai tok béltartalmában.	109
8.1. A viza, a vágótok, a szibériai tok, a közönséges tok és a ke-csege fontosabb szaporodásbiológiai jellemzői (Chebanov és Galich, 2011).	112
9.1. Tokfajok neve, élőhelye, maximális testtömege, az ivarééréshez szükséges idő és az ivarérett állatok súlya (Rónyai, 2017. In-tenzív haltenyésztés)	136
11.1. A 2017-ben toktenyésztésben vezető országok által megter-melt tokalakúak mennyisége (t) a 2010-2017 közti időszakban (forrás: FAO)	169

4. fejezet

Tokfélék a Duna-vízrendszerében: a populációk hosszú idejű változásai és a jelenlegi helyzet

Ferincz Árpád, Staszny Ádám, Juhász Vera és Weiperth András

A halak között a tokfélék a folyóvízi ökoszisztémák egyik leginkább érzékeny indikátor szervezeteként tarthatók számon, mivel életmenetükből és ökológiai sajátosságaikból eredően különösen érzékenyek az antropogén eredetű változásokra. A tokfélék populációit tehát egyszerre több tényező fenyegeti. Szaporodásukra jellemző a hosszú - akár 20 éves - generációs intervallum, a ritka és esetenként rendszertelen szaporodási alkalmak (ívás: 2-7 évente) és a hosszú vándorlás: többségük anadrom, azaz a tengeri élőhelyekről a nagy folyókon akár 1500 km-t is megtesz az ívóhelyig. Ez a vándorlás pedig egy évnél is hosszabb ideig tarthat. A napjainkra megmaradt állományokat továbbra is fenyegeti a túlhalászat (kaviár és halhús), a folyóvizek hosszirányú átjárhatóságának megszüntetése (gátrendszerek, vízlépcsők), a folyóvízi élőhelyek átalakulása (meder mélyülése, áramlási viszonyok megváltozása, ívóhelyek feliszapolódása). Bentikus életmódjukból és hosszú élettartamukból adódóan különösen érzékenyek a nehézfém-szennyezésekre, melyek elsődleges hatása a reprodukciós mutatók csökkenésében jelentkezik. További, a tokalakúak ősi jellegéből adódó veszélyeztető tényező, hogy bármely szimpatrikusan előforduló tokfélének hibridjei életképesek, így az idegenhonos fajok megjelenése (ill. betelepítése) kiemelten nehézvé teszi az őshonos fajok genetikai állományának meg-

őrzését. A fenti tényezők hatására napjainkra a Földön élő tokfajok legnagyobb része veszélyeztetett vagy sérülékeny.

A helyzet a Duna-vízgyűjtőjén kiváltképp súlyos, mivel a folyam a világ „legnemzetközibb” vízrendszere, útja során 10 országot érint és további 7 ország területei alkotják a teljes vízgyűjtőjét, az ebből eredő további széttagoltság tovább nehezíti a fajmegőrzési törekvéseket.

4.1. A tokfélék állományait alapvetően befolyásoló antropogén folyamatok

A dunai tokhalászat minden bizonnyal már a népvándorlás kora óta létezik. A középkorra már kialakulnak azok a módszerek (pl. teljes mellékágak elzárása), amelyek alkalmasak voltak gyakorlatilag teljes, vándorlásban lévő, főként viza és vágótok csapatok megfogására, ennek eredményeképp az épphogy ivarérett, első vándorútjukon lévő halakat is nagy többségben megfogták. A középkor-végi dunai tokhalászat volumenét jól jelzi, hogy az 1548-as évben, csak a bécsi vásáron nagyságrendileg 50 tonna tokfélélet adtak el. Erről a szintről a modern idők kezdetére (a XVIII. század eleje) odáig romlott a tokfélék helyzete, hogy a Felső-Dunán már „eseményszámba” ment egy-egy tokféle megfogása, ezen egyedek pedig elsősorban az arisztokrácia és a klérus tagjainak asztalán végezték.

A túlhalászat miatt megtizedelődött állományok (különös tekintettel a vizára, vágótokra és a simatokra) sorsát a dunai Vaskapu-gát és erőműrendszer (Vaskapu (Đerdap) I.: 1970; Vaskapu (Đerdap) II.: 1984) átadása pecsételte meg. Mivel a kecségét kivéve mindegyik Duna-medencében honos tokfaj alapvetően anadromnak tekinthető. A Fekete-tengerből és az Al-Dunáról felúszó halak számára a Vaskapu-vízlépcső rendszere totális migrációs barriert képez, amelynek eredménye, hogy a gátrendszer feletti szakaszra nem jutnak el a halak. Az alsóbb folyószakaszokon viszont nem állnak rendelkezésre elegendő mennyiségben azok a gyors folyású, mély, kavicsos aljzattal jellemezhető élőhelyek, amelyre a szaporodáshoz szükségük van. Ez a jelenség egy esetleges visszatelepítési program fenntarthatóságát is megkérdőjelezi egészen addig, amíg a román és szerb területen található vízlépcsők mellett megépülnek a hallépcsők, mivel a telepített halak jórészt valószínűsíthetően leúsznának a Fekete-tengerbe (ún. „homing jelenség”).

4.2. A Duna-vízrendszerében őshonos tokfélék állományváltozásai

A Duna-vízgyűjtőjén hat tokfaj tekinthető őshonosnak. Ezen fajok a történelem során kiemelten fontos szerepet töltek be a Duna-menti települések gazdaságában, sőt egyes vélekedések szerint akár a kialakulásuk helyét meghatározó tényezőknek is tekinthetők. Sajnálatos módon napjainkra populációik kivétel nélkül erősen megritkultak, illetve az elmúlt 30 évben intenzifikálódó kutatások ellenére nagyon kevés információ áll rendelkezésre állományaik méretéről. Az alábbiakban fajonként ismertetjük a jelenlegi helyzetet.

4.2.1. Viza (*Huso huso*)

Minden bizonnyal a viza volt a Dunában legnagyobb tömegben előforduló tokfaj, illetve az is elmondható, hogy a viza elterjedési területén belül a dunai állomány volt a legjelentősebb. Az itt tárgyalt fajok közül a legnagyobb gazdasági jelentőséggel ezen faj bírt, egészen a XVI. század végéig. A vizák egész évben megtalálhatók voltak a Duna vízrendszerben, de a vándorlásnak két fő időszaka volt ismert, az őszi (egyes szerzők szerint téli, bár ideje augusztus-november) és a tavaszi. A vizák legnagyobb dunai ívóhelye a jelenlegi szlovák-magyar közös folyószakaszon, Esztergom és Pozsony között volt. A faj egyedei ezen kívül feljutottak a Dunán egészen Straubingig, a Morava-folyó alsó folyására, a Vágon Trencsénig, a Nyitrán Érsekújvárig, a Dráván, a Száván Zágrábig, illetve kisebb mennyiségben az Olt Erdélyi szakaszára is. Mivel a dunai tokhalászat fő célhala volt és a középkorra kifejlesztett halászati eszköztár alkalmas volt arra, hogy a felúszó halak nagy részét megfogják, jó eséllyel még azelőtt, hogy leívtak volna, így közép- és felső-dunai állománya már a középkor végére (XVI. század) összeomlott. A Vaskapu I. erőmű üzembe helyezését megelőző 20 évben a vizafogások még viszonylag rendszeresek, de már „hírértékkel bírnak”: szinte minden évben került a halászok hálójába egy-két példány, de ritkaságuk miatt ez már rendszerint, akár fényképpel is helyet kapott a helyi újságokban. A vízlepcső üzembe helyezése utáni évben a szerbiai vizafogás több mint 20 tonnával haladta meg a korábbi szintet: az erőmű alatti térségben összetorlódott, feljebb úszni képtelen halakat a helyi halászok megtizedelték. Az utolsó Közép-Dunán fogott viza Paksnál került hálóba 1987-ben, tehát 3 évvel a Vaskapu 2. üzembe helyezése után. Erről egyes szerzők feltételezik, hogy a Vaskapu-rendszeren az áthaladó hajókkal együtt zsilipelhetett át.

A viza (4.1 ábra) és a Duna vízrendszerében élő többi tokféle mesterséges szaporítása napjainkra megoldott, a legtöbb faj esetében az anyaállomány

beszerzése jelenti a fő problémát. A magyarországi Duna-szakaszon a homokméggyi telepről származó, 2010-ben telepített előnevelt vizák közül az első jelölt példányt 10 nappal a kihelyezést követően a Vaskapunál fogták vissza, majd nem sokkal később a Deltában is sikerült jelölt halat visszafogni. Ez egyrészt örömteli, mert bizonyítja, hogy a Vaskapu-vízlépcsőrendszer – ahogy az jellegéből adódóan várható is volt – folyásirányban nem jelent migrációs barriert, másrészt viszont visszajutásuk a hazai folyamszakaszra továbbra is szinte lehetetlen.



4.1. ábra. Viza (*Huso huso*) a HAKI génbankjából (Fotó: Ferincz Árpád)

Talán nem meglepő, hogy a Duna tokféléi közül a leginkább teljes fogási adatsorral a viza esetében rendelkezünk. A folyam bolgár szakaszán 1945 és 1949 között évente átlag 1,9 tonnát, 1960 és 1974 között átlagban 1,7 tonnát, 1995 és 2002 között 19,8 tonnát fogtak a halászok. A romániai adatsort (4.2 ábra) áttekintve megállapítható, hogy az 1920-2005-ig tartó időszakban a II. világháború előtti években kiugró fogás a háború alatt visszaesett, majd a Vaskapu I. megépítéséig 200 és 300 tonna/év között ingadozott. Az első erőmű üzembe helyezése után hozzávetőleg az 1/3-ára estek a fogások. A helyzet a Vaskapu II. üzembe helyezése után tovább romlott. Miután a helyzet kritikussá vált a román és a bolgár kormány 2006-ban 10 éves tokhalászati moratóriumot léptetett életbe, melyet azóta újabb öt évre (legalább 2021-ig) meghosszabbítottak.



4.2. ábra. Vízafogás a Duna román szakaszán 1920-2005 (Paraschiv et al. 2006)

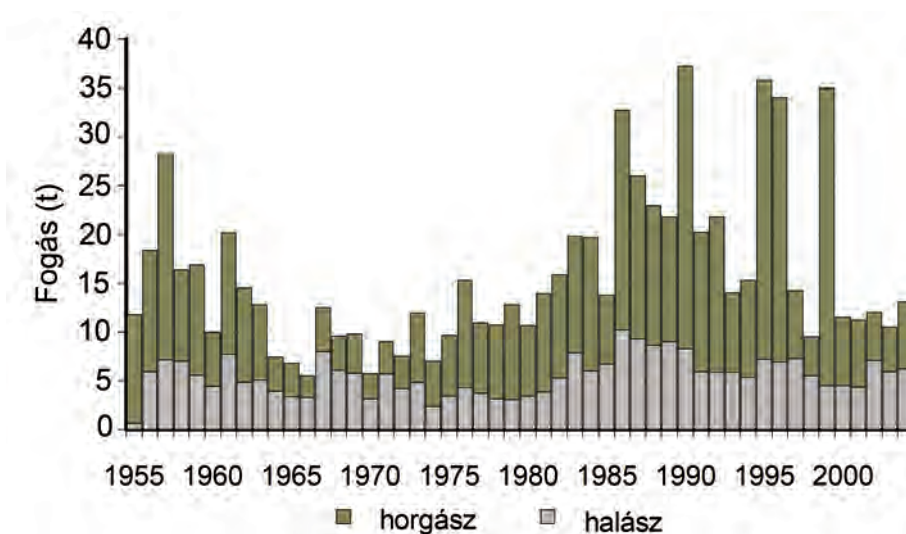
4.2.2. Kecsege (*Acipenser ruthenus*)

A kecssege (4.3 ábra) az egyetlen tokféle, amely jelenleg is említésre méltó mennyiségben előfordul a Duna középső és felső szakaszán. A többi tokfélével ellentétben, a teljes mértékben édesvízi életmódhoz adaptálódott faj, egykor elterjedt volt a Deltától egész Regensburgig, illetve minden nagyobb mellékfolyóban. A Felső-Dunán napjainkra rendkívül megritkult, itteni állományát mesterséges utánpótlással tartják fenn. A szakaszon egy bizonyíthatóan önfenntartó kecssegepopuláció él: a jochenstein-i és aschach-i erőművek közötti szakaszon (2202–2163 fkm) 60-150 közöttire becsülhető a szaporodóképes ikrások száma.

A helyzet a Közép-Dunán – így Magyarországon is – a fenténél jelentősen kedvezőbb. A magyarországi folyószakasz halászsákmányában a 20. század második felében végig megtalálható a faj. Az átlagos éves kecssegefogás a halászsákmányban 3,2 t, mélypontja az 1956-os év (ekkor mindössze 500kg), a legmagasabb pedig 1995-ben volt (12,7t). Ha a dunai és tiszai fogási adatokat együtt vizsgáljuk, a kép tovább árnyalható: a horgászfogás 2,3t (1974) és 10,2t (1999) között ingadozott, míg a halászfogás 2,2t (1966) és 30,4t (1999) között változott (4.4 ábra). Megjegyzendő azonban, hogy a ráfordítás mértéke, intenzitása egyik esetben sem dokumentált. A két módszerrel kifogott kecssege mennyiségek között statisztikai módszerrel kimutatható kapcsolat nincs. Ez sajnálatos módon főként a dokumentálás pontatlanságára vezethető vissza – mindkét fél esetében.



4.3. ábra. Kecsege (*Acipenser ruthenus*) a HAKI génbankjából (Fotó: Ferincz Árpád)



4.4. ábra. A kecssegefogás alakulása Magyarországon, éves összesített adatok (Guti, 2008)

Az adatokból így véleményünk szerint csak nagyon óvatos következtetéseket lehet levonni. Annyi bizonyos, hogy a magyarországi állomány helyzete az 1970-es évek végétől kezdett el javulni, köszönhetően a vízminőség lassú javulásának, esetleg kisebb mértékben a mesterséges szaporításmód hazai kidolgozásának és az évi 10-100 ezer egyed (szintén pontatlanul dokumentálva) telepítésének, valamint nagy valószínűséggel annak, hogy a Vaskapu I. gátjának (Đerdap -I. erőmű) megépítése után az érintett folyószakasz kecssegeállománya feljebb húzódott. Az 1990-es évek második felétől

az állomány mérete újra csökkenni kezdett, melynek egyik valószínűsíthető oka a Bős-Nagymarosi Vízlépcső üzembe helyezésére vezethető vissza. Az 1992-es megnyitás óta a Duna vízhozamának hozzávetőleg 80%-a a mesterséges üzemvíz-csatornába jut, amely a kecsege korábbi, szigetközi ívóhelyeinek feliszapolódását, így eltűnését eredményezte. Állományának mesterséges utánpótlása évenként változó intenzitással, de napjainkban újra folyamatos a magyarországi, illetve a magyar-szlovák közös folyószakaszon, megjegyzendő azonban, hogy az állománydinamikát legnagyobb mértékben a Duna vízállása és az árvizek dinamikai befolyásolják. A telepítésekkel kapcsolatban egy friss (2019-es) tanulmány rávilágít arra, hogy a szlovák oldalon kihelyezett kecsegék genetikai állománya ugyan a dunai populációból eredeztethető, de a keltetőházi technológia (kevés anyahal több évig tartó használata) miatt közép és hosszú távon a telepítési program a genetikai állomány beszűkülését eredményezheti.

Szintén a magyar-szlovák Duna-szakasz szlovák oldalán vizsgálták a kecsegék migrációs aktivitását a közelmúltban. A Garam torkolatánál fogott, 11 darab, jeladóval felszerelt kifejlett (SL = 750-920 mm) halegyed adatai azt mutatták, hogy a kecsegék szeptember-október környékén (kb. 12°C-os víz hő mellett) telelni a felsőbb folyószakaszra vonulnak (ez legfeljebb a 90 fkm-re található Dunakiliti-duzzasztóműig lehetséges). Ezt követően tavasszal – elsősorban a nappalok hosszabbodásával korreláló időpontban – április eleje és június eleje között visszatérnek a táplálkozóhelyre, ahonnan a populáció egy része júniusban ismét felfelé, a feltételezett szaporodóhelyek irányába indult, ahol mindössze 2-4 hetet tartózkodott.

Magyarországon a halgazdálkodásról és a hal védelméről szóló 2013. évi CII. törvény a kecsegét a nem fogható kategóriába sorolja, így – a természetesvízi halászat 2015-ben történt leállításától – a fogások egyáltalán nem kerülnek hivatalos adatbázisban dokumentálásra. Ennek eredményeképp a hazai Duna-szakasz recens kecsegeállományáról jelenleg szinte semmilyen információval nem rendelkezünk.

Az al-dunai kecsegefogások dokumentálása a XX. században – valószínűleg a történelem viharainak következtében – hézagosak és kevésbé megbízhatók: a folyó bolgár szakaszán, a II. világháború utáni időszakban (1945-1949) évente átlag 31 t, a Vaskapu vízlépcsők üzembe helyezése előtt (1960-1974) 21 t, 1995 és 2002 között már csak 1,2 t. Az egykori Jugoszlávia (ma Szerbia) esetében a kecsegefogásról feljegyezték, hogy a Vaskapu II. üzembehelyezése után az 1969-es évet (23,6 t) referenciaként használva közel négyeszeresére nőtt (80 t).

4.2.3. Vágótok (*Acipenser gueldenstaedti*)

Valaha a Duna-vízrendszer területi szempontból legelterjedtebb tokféléje volt. Fő szaporodóhelyei a Duna pozsonyi szakaszáig tartottak, de előfordulási adata ismert Regensburg térségéből is. A Közép-Duna nagyobb mellékfolyói közül szinte mindenhol megtalálható volt, így a Moravában, Vágban, a Tiszában, a Szamoson, de a Zagyvában is. Érdekes módon az Al-Duna mellékvízeibe (Olt, Zsil, Prut, Szeret) sokkal ritkábban úszott fel.



4.5. ábra. Vágótok (*Acipenser gueldenstaedti*) portré a HAKI génbankjából
(Fotó: Ferincz Árpád)

A vágótok (4.5 ábra) egykori nagy tömegei anadrom, vándorló életmódot folytattak, de az állomány elkülönült egy vernális és egy hyemális formára. Előbbi a vándorlást tavasszal kezdte és a folyón kisebb távot felúszva ívott le, míg utóbbi már ősszel elkezdett felúszni a folyón, ahol áttelelt és a következő tavasszal leívott. A Volga-vízrendszerében bizonyos, hogy létezik egy teljes mértékben édesvízi életmódra áttért forma, ennek jelenlétét a Dunában is feltételezik, de az elmúlt évtizedek véletlenszerű és esetleges fogási adatai nem teszik lehetővé ennek kijelentését. Az 1980-as évek óta a vágótoknak hazánkban az alábbi előfordulási adatai ismertek:

- 1980: Tiszafüred
- 1992: Dunaszekcső, Mohács (nem megerősített adat)
- 1997: Dunakiliti
- 1998: Budapest, Ercsi, Fajsz
- 1999: Dunakiliti, Gönyű

A fogási adatok jól illusztrálják a vágótok kritikus helyzetét a Duna középső szakaszán. Mivel a fogott egyedek több esetben kis méretű, fiatal példányok voltak felmerül annak lehetősége is, hogy valamely intenzív toktelepről kerültek a Dunába.

A faj szerencsére még megtalálható a Vaskapu II. gátja alatti folyószakaszon, ahol egészen 2005-ig szerepelt a halászsákmányban is: a folyó bolgár szakaszán 1945 és 1949 között évente átlag 16,5 t, 1960 és 1974 között 10,3 t, míg 1995 és 2002 között 2,6 tonna vágótokot fogtak a halászok. Az áttekinített forrásmunkák e faj esetében emelik ki – vélhetően azonban mindegyik nagytestű tokfélére igaz -, hogy az al-dunai orvhalászok elsődleges célpontjai, különösen az 1990-es évek óta. Egyes szerzők állítják, hogy az illegálisan fogott és feldolgozott vágótok (és egyéb tokféle) mennyisége meghaladja a statisztikában szereplő mennyiséget.

4.2.4. Simatok (*Acipenser nudiiventris*)

A simatok valószínűleg soha nem volt gyakori a Dunában. Állományáról és annak változásairól azért is nehéz képet alkotni, mert valószínűleg a halászsákmányban a kisebb példányokat nem különítették el a kecsagétől, a nagyobbakat pedig a vágótoktól. A fajnak létezik tisztán édesvízi életmódra térő és vándorló változata is. A dunai állományról egyes szerzők feltételezik, hogy az előbbi kategóriába tartozik, de ezt mindösszesen arra a tényre alapozzák, hogy a faj egyedei a középső és a felső folyószakaszból kerültek elő nagyobb számban. Az 1980-as évek óta a simatoknak a következő közép-dunai előfordulási adatai ismertek:

- 1989: Heresznye (Dráva)
- 1992: Szigetköz (Duna)
- 2003: Apatin (Duna)
- 2005: Murakeresztúr (Mura)
- 2009: Szeremle (Duna)
- 2019: Ercsi

A sporadikus fogási adatokból szélsőséges esetben arra is következtethetünk, hogy a faj a Dunában funkcionálisan kihaltnak tekinthető, mivel feltételezhető, hogy az utóbbi 30 évben fogott példányok nem egy rejtett életmódot folytató populáció tagjai, sokkal inkább toktelepekről kiszökött egyedek. A 2008-ban elvégzett, modellezés-alapú populáció-életképességi

vizsgálatok eredményei alapján a tényleges kihalás 20-30 éven belül várható.

4.2.5. Sőregtok (*Acipenser stellatus*)

A sőregtok (4.6 ábra), bár soha nem volt gyakori a Duna középső és felső szakaszán, rendszeresen előfordult. Szaporodási vándorlásuk során csapatai legtöbbször Pozsony magasságáig (a Tiszán Tokajig), kivételes esetben a bajorországi Straubing térségébe szaladtak fel. Jelentős állománya az Al-Dunán, illetve az oda torkolló nagyobb folyókban (Prut, Olt, Szeret és Zsil) talált ívóhelyet. A faj obligát anadrom, édesvízi életmódra tért populációi nem ismertek, de a vágótok esetében leírt vándorlási típusok (vernális, hyemális) itt is megtalálhatók. A Duna hazai szakaszán legutoljára 1965-ben Mohácsnál fogták. A Vaskapu I. üzembe helyezése (1970) után a szerbiai folyószakaszon még szórványosan, de előfordult a halászsákmányban, azonban a Vaskapu II. átadása után elterjedése a vízlépcsők alatti szakaszra, az Al-Dunára korlátozódik, ahol a halászfogásban is jelentős: a folyó bolgár szakaszán 1945 és 1949 között évente átlagosan 14,1 tonnát, 1960 és 1974 között átlag 3 tonnát, míg 1995 és 2002 között 1,7 tonnát fogtak.



4.6. ábra. Sőregtok (*Acipenser stellatus*) a HAKI génbankjából (Fotó: Ferincz Árpád)

4.2.6. Atlanti (közönséges) tok (*Acipenser sturio*)

A simatokhoz hasonlóan az atlanti tok sem számított gyakori fajnak a Duna vízrendszerében. Előfordulása kizárólag a Duna alsó szakaszára korlátozódott, Magyarországról nincs ismert előfordulási adata, fosszília formájában sem. A 20. századból mindössze néhány, véletlenszerű észlelési adata ismert, az utolsó dunai példány említése 1965-ből a folyam romániai szakszáról származik. A 2000-es évek végén végzett populáció-életképességi

modellezés eredményei alapján az atlanti tok dunai populációjának kihalását 1966 és 1970 között valószínűsítik. A faj Fekete-tenger partvidéki előfordulását (keleti partvidék, Rioni-folyó (Grúzia)) a mai napig jelzi a szakirodalom – bár a legutóbbi, a tokfélék ivadékainak felmérésére irányuló vizsgálat nem erősítette meg jelenlétét. Ez a tény, megfelelő nemzetközi összefogás mellett, a nyugat-európai példát (Gironde-folyó, Franciaország) követve akár egy dunai rehabilitációs program kiindulópontja is lehet.

4.2.7. Idegenhonos tokfélék és hibridek megjelenése a Dunában

A Dunában, illetve mellékfolyóinak vízgyűjtőjén napjainkig két idegenhonos tokféle megjelenéséről van tudomásunk. Az észak-amerikai (Mississippi-vízrendszer) eredetű, eredeti elterjedési területén sérülékeny, csökkenő állományméretet mutató lapátorrú tok (*Polyodon spathula*) (4.7 ábra) első dunai észlelési adata 2000-ból a bulgáriai Pogarevo (426 fkm) térségéből származik. Ezt követően a 2006-os évben Szerbiában (Prahova térsége, 861 fkm) két egyedet, majd 2011-ben már a magyar szakaszon is két egyedet (Sződliget – 1675 fkm és Báta - 1465 fkm) fogtak. Ezen egyedek nagy valószínűséggel halgazdaságokból szöktek ki, a faj természetesvízi szaporodására egyelőre nincs bizonyíték.



4.7. ábra. Lapátorrú tok (*Polyodon spathula*) a HAKI génbankjából

Az eredeti élőhelyén, a kelet-szibériai nagy folyókon (Léna, Kolima, Angara) veszélyeztetett státuszú lénai tok (*Acipenser baeri*) (4.8 ábra) valamivel korábban, 2005-ben jelent meg a hazai Duna-szakaszon, illetve egyes források szerint horgászok zsákmányolták a Drávában és a Rábában is. 2012-ben két kifejlett példányt fogtak a Duna szlovák oldalán, Dunaradvány-térségében (1749 fkm). A faj egyedei minden bizonnyal gazdaságokból szöktek ki, azonban a Felső-Dunán, a jochenstein-i duzzasztómű alatt genetikai vizsgálatokra alapozva bizonyították a sikeres szaporodását, illetve a kecségével va-

ló természetes hibridizációt is. Ez utóbbi aggasztó információ nem csak a dunai kecsege, de valamennyi tokfaj állományának sorsát illetően is.



4.8. ábra. Lénai tok (*Acipenser baeri*) a HAKI génbankjából



4.9. ábra. Fiatal tokhibrid (*Acipenser naccarii* x *Acipenser baerii*) a Dunából
(Fotó: Weiperth András)

Ahogy azt már korábban említettük a tokfélék esetén gyakori a természetes hibridizáció, a hibrid utódok rendszerint életképesek. Ezt kihasználva a haltermelő gazdaságokban számos hibriddel kísérleteznek. Egy ilyen gazdaságból kerülhetett a folyóba a 3 db növendék adriai és lénai tok hibrid

(*Acipenser naccarii* × *Acipenser baerii*) (4.9 ábra) egyede, melyet 2013-ban Szob térségében fogtak magyar kutatók. A tokhibridek kihelyezése horgász, valamint kerti tavakba az elmúlt évtizedben vált tömegessé. A tavakba kihelyezett és eseteként kiszökő egyedek minden esetben potenciális veszélyforrást jelentenek az őshonos tokfélék állományaira.

