

- Kangur A. (2000). Feeding of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), in Lake Peipsi. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.* 49: 98-108.
- Loadman N. L., Moodi G. E. E. & Mathias J. A. (1986). Significance of cannibalism in larval walleye (*Stizostedion vitreum*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 613-618.
- Mehner T., Schultz H., Bauer D., Herbst R., Voigt H. & Benndorf J. (1996). Intraguild predation and cannibalism in age-0 perch (*Perca fluviatilis*) and age-0 zander (*Stizostedion lucioperca*): Interactions with zooplankton, prey fish availability and temperature. *Ann. Zool. Fennici* 33: 353-361.
- Molnár Gy. & Tölg I. (1962). Experiments concerning gastric digestion of pike perch (*Lucioperca lucioperca* L.) in relation to water temperature. *Acta Biol. Hung.* 13: 231-239.
- Polis G. A. (1981). The evolution and dynamics of intraspecific predation. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 12: 225-251.
- Specziár A. (2002). A fogasszűllő és a kőszűllő ivadék tápláléka a Balatonban. *Halászatfejlesztés* 27: 70-80.
- Ward F. J. & McCulloch B. R. (1991). Relationship between mouth gape of juvenile walley (*Stizostedion vitreum vitreum*) and prey size. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24: 2362-2364.

Characteristics of cannibalism in 0+ pikeperch (*Sander lucioperca*) in Lake Balaton

András Specziár - Péter Bíró

Abstract: Based on data of almost 32 thousand individuals we describe characteristics and significance of the intra cohort cannibalism of 0+ pikeperch in Lake Balaton. Cannibalism within the 0+ age-group occurred from mid May to the end of June in 0.22-0.85% of the stock. Cannibalism begin at SL=16 mm and the mean height of the victims was 75% of the cannibals mouth gape.

Keywords: *Sander lucioperca*, intra cohort cannibalism, Lake Balaton.

Javaslat a vízjárás és a vízminőségi mutatók összefüggésének egy lehetséges hosszú távú elemzési módszerére a Tisza példáján

Szabó Attila¹, Dévai György², Zsuga Katalin¹

¹Közép-Tisza-vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség, Szolnok, Ságvári krt. 4., 5000

²Debreceni Egyetem, Természettudományi Kar, Hidrobiológiai Tanszék, Debrecen, Egyetem tér 1., 4032

Kivonat: A dolgozatban a szerzők a Tisza szolnoki törzshálózati mintavételi szelvényének (334,2 fkm) hosszú távú adatait felhasználva a fajlagos elektromos vezetőképességnek és a klorofill-a mennyiségének a változását vizsgálják a vízhozammal összefüggésben. Az adatsorok elemzését kétféleképpen végezték. A változás irányát egyrészt az előző adathoz történő viszonyítással állapították meg, másrészt az adott változó adott időszaki átlagértékétől való eltérés alapján kerestek összefüggést. Külön elemezték a változás időbeliségét, egyrészt hidrológiai, másrészt biológiai szempontok alapján. A bemutatott eljárás alkalmazásával lehetőséget látnak a törzshálózati mintavételi helyek hosszú idejű adatainak egyszerű és gyors elemzésére, továbbá a különböző tényezők mért vagy számított értékei közötti összefüggések feltárására és az egymáshoz viszonyított változási irányok kimutatására.

Kulcsszavak: Tisza, vízminőség, hosszú távú változás, fajlagos elektromos vezetőképesség, klorofill-a, vízhozam.

Bevezetés

A Tisza magyarországi szakaszáról az országos törzshálózati rendszer keretében az 1970-es évek kezdetétől állnak rendelkezésre fizikai, kémiai és biológiai adataik. A hosszú idejű, több évtizedet felölelő mérési eredmények felhasználásával lehetőség nyílik a folyó hidrológiai sajátosságainak elemzésére, a vízminőségi mutatók és az azok jellemzésére alkalmas tényezők közötti összefüggések megállapítására.

Tanulmányunkhoz az 1983–2000. évek közötti időszakot választottuk. Az országos törzshálózatban is szereplő szolnoki mintavételi szelvény adataira dolgoztunk, melyeket a Közép-Tisza-vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség és a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság bocsátott rendelkezésünkre.

Anyag és módszer

A szolnoki mintavételi szelvény a Tisza 334,2 fkm-énél található. A nulla pont magassága 78,78 mBf. A Kisköre és Szolnok közötti szakaszon a vízminőséget befolyásoló jelentős vízfolyás nem torkollik a folyóba.

Szolnoknál 1994-ig átlagosan hetente történt mintavétel. 1994-től havi két mintavételt végeznek a Környezetvédelmi Felügyelőség szakemberei. A Vízügyi Igazgatóság munkatársai napi gyakorisággal olvassák le a vízállásértékeket, melyek felhasználásával a vízhozamot számítják.

Vizsgálataink során az ökológiai vízminősítésnek a vízforrási, a halobitási és a konstruktivitási viszonyokat tükröző mutatóival dolgoztunk, jellemzésükre pedig egy-egy tényező – a vízhozam, a fajlagos elektromos vezetőképesség és a klorofill-a – adatait használtuk. Az 1983–2000 közötti időszakot az alábbi felbontásban elemeztük: 1983–1988, 1989–1994 és 1995–2000. A vízhozamváltozás függvényében az 1983–1988 és az 1995–2000 közötti időszakokban a fajlagos elektromos vezetőképesség értékének, az 1989–1994 és az 1995–2000 közötti időszakokban pedig a klorofill-a mennyiségének a változását tanulmányoztuk.

Az adatainak elemzése mindhárom tényező esetében kétféleképpen történt. A változás irányát egyrészt az előző adathoz történő viszonyítással állapítottuk meg, másrészt az adott tényező adott időszaki átlagértékétől való eltérés alapján kerestünk összefüggést. Ha az összehasonlított tényezők mért (fajlagos elektromos vezetőképesség, klorofill-a) vagy számított (vízhozam) értékei azonos irányban változtak (azaz ugyanarra az időpontra vonatkoztatva mindkét tényező értéke nőtt vagy csökkent), akkor azt együttváltozásnak tekintettük. Amennyiben a mutatók értékei ellentétes módon változtak (azaz ugyanarra az időpontra vonatkoztatva az egyik tényező értéke nőtt, a másiké pedig csökkent), akkor azt különváltozásként kezeltük.

Az adatainak összehasonlító vizsgálatát mindig a mért vagy a számított ("tényleges") értékek elemzésével kezdtük, de kísérletképpen származtatott ("simított") adatakat is használtunk az elemzéshez (az állandó, gyors és különböző mértékű változással jellemezhető értéksorok „simítására” alkalmas két lépcsős mozgó átlag módszerrel az egymást követő értékek átlagait vettük alapul az összehasonlításhoz).

A vízhozam és a fajlagos elektromos vezetőképesség, ill. a vízhozam és a klorofill-a adatait egymással összevetve megvizsgáltuk az együttváltozások és a különváltozások számát. Elemeztük az egyes adatok egymáshoz viszonyított változását mind a tényleges, mind a simított adataisonkra vonatkozóan, megállapítottuk továbbá az egyes adatoknak a tényleges átlagértékektől, valamint a simított átlagértékektől való eltérését is. Mindkét elemzési módszerrel értékeltük a tényezőpárok változása közötti összefüggés szorosságát, amelyet 60% fölött tekintettünk értékelhetőnek, az eredmények részletes elemzésénél pedig 60–70 % között elfogadhatónak, 70–80 % között számottevőnek, 80 % fölött jelentősnek. A kapott eredményeket táblázatokba foglaltuk, s az értékelhető adatokat szürke árnyalással jelöltük.

Külön elemeztük a változások időbeliségét, egyrészt hidrológiai, másrészt biológiai szempontok alapján. A napi vízállás- és vízhozamértékek teljes adatsora (1983–2000) alapján kis- és nagyvizes időszakokat különítettünk el. A Balatonon és a Zalán végzett árvízszinnyog-aktivitási vizsgálatok tapasztalataira (Dévai et al. 1984; Dévai 1988), ill. a tiszai zooplankton-dinamikai adatsorokból levonható következtetésekre (Zsuga 1995) alapozva biológiailag kevésbé aktív és biológiailag aktív időszakokat jelöltünk ki.

Eredmények

A teljes adatállományra vonatkoztatva az összesített együtt-változás (E.v. %) mértéke négy esetben (5 %) érte el vagy haladta meg a 60 %-os határt. Egészen más a helyzet az összesített különváltásnál (K.v. %), melynek értéke 44 esetben (55 %) érte el vagy haladta meg a 60 %-os határt, sőt többször számottevően (16 eset, 20 %), és olykor jelentősen (3 eset, 4 %). A tényleges adatoknál (táblázatok 1. sora) a szoros összefüggés még csekély mértékű (5 eset, 6 %), a származtatott értékeknél (táblázatok 3. sora) és mindkét típusú átlagértéknél (táblázatok 2. és 4. sora) viszont igen jelentékeny [összesítésben 12 eset (15 %), 13 eset (16 %), 14 eset (18 %)]; az adott adatsorokra vonatkoztatva pedig 60 %, 65 %, 70 %].

Az együttváltáson belül a pozitív irányú együttváltásnál (+ + %) három esetben (4 %), míg a negatív irányúnál (– – %) 37 esetben (46 %) kaptunk 60 %-os vagy annál nagyobb értéket, de csaknem kizárólag (36 esetben) az átlagok alapján végzett összevetésnél. A különváltáson belül a két ellentétes tendencia (+ –, ill. – +) közötti különbség elég nagy (a + – egy, a – + pedig 10 esetben érte el vagy haladta meg a 60 %-os határt), de az itteni értékelhető esetek száma is viszonylag csekélynek tekinthető [amelyek ráadásul – egyetlen kivételtől eltekintve – a fajlagos elektromos vezetőképességnél, azon belül pedig főleg (6 esetben) a tényleges értékeknél adódtak, s kivétel nélkül csak elfogadható mértékűek voltak].

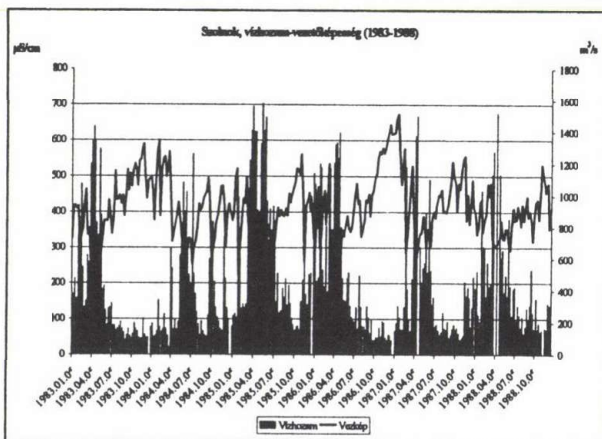
Mindezek figyelembe vételével a dolgozat további részében mondanivalónkat már csak az összesített különváltás (K.v.%) és a negatív irányú együttváltás (– – %) szerinti értékelésre összpontosítjuk.

A vízhozam adatok és a fajlagos elektromos vezetőképesség értékei között az összesített különváltás mértéke – egyetlen kivételtől eltekintve – mindkét vizsgált időszakban elég szoros (65,2–78,2 % közötti), sőt a tényleges és a származtatott (simított) átlagértékek alapján egyöntetűen számottevőnek tekinthető (1. táblázat).

1. táblázat: A fajlagos elektromos vezetőképesség és vízhozam összefüggésvizsgálatának eredményei kétszer hat éves törzshálózati vizsgálatok alapján

Vízhozam – fajlagos elektromos vezetőképesség (1983–1988, 310 nap adatsora)														
N _i	Felirat	Mintaszám	Együttes			Külön váltás			E.v.%	K.v.%	Δ ₁	+ + %	– – %	Δ ₂
			++	- -	Σ	+ -	- +	Σ						
1	Tényleges értékek alapján	309	85	61	146	59	104	163	47,2	52,8	- 5,6	58,2	41,8	16,4
2	Tényleges átlag alapján	310	19	72	91	89	130	219	29,4	70,6	- 41,2	20,9	79,1	- 58,2
3	Simított értékek alapján	308	57	50	107	83	118	201	34,7	65,3	- 30,6	53,3	46,7	6,6
4	Simított átlag alapján	309	14	74	88	93	128	221	28,5	71,5	- 43	15,9	84,1	- 68,3
Vízhozam – fajlagos elektromos vezetőképesség (1995–2000, 156 nap adatsora)														
1	Tényleges értékek alapján	155	29	25	54	40	61	101	34,8	65,2	- 30,4	53,7	46,3	7,4
2	Tényleges átlag alapján	156	10	24	34	50	72	122	23,8	76,2	- 56,4	29,4	70,6	- 41,2
3	Simított értékek alapján	154	23	18	41	54	59	113	26,6	73,4	- 46,8	56,1	43,9	13,2
4	Simított átlag alapján	155	9	25	34	51	70	121	21,9	78,1	- 56,2	26,8	73,2	- 47

Δ₁: E.v. % - K.v. %; Δ₂: (+ + %) - (- - %)



1. ábra: A vezetőképesség és a vízhozam értékének változása az 1983–1988. években

Ezt a szoros összefüggésre utaló eredményt szemléletesen alátámasztja az 1. ábra diagramja is. Hasonlóan szoros összefüggést mutat (mindkét időszakban 70,6–84,1 %-os szinten) a negatív irányú együttváltás, de csak a tényleges és a simított átlagok esetében.

A vízhozam és a klorofill-a esetében csak az összesített különváltásra vonatkozóan és csak az átlagértékek esetében kaptunk érdemi (60,9–66,2 %-os) összefüggést mutató eredményt (2. táblázat). A negatív irányú együttváltás – az előző tényezőpárhoz hasonlóan – a tényleges és a simított átlagok esetében is mindkét vizsgált időszakban nagyon szoros (77,1–82,4 %-os) kapcsolatról tanúskodik.

Az 1983–2000. évek közötti napi vízállás- és vízhozam adatsorok felhasználásával meghatároztuk a nulla vízálláshoz tartozó átlagos vízhozamértéket (305,6 m³/s). A három vizsgálati időszak adatsoraiból a számított átlagérték alapján kisvizes (< 305,6 m³/s) és nagyvizes (≥ 305,6 m³/s) időszakokat különítettünk el. Mindegyik vizsgálati időszak adataira megtörtént az ezeknek az időintervallumoknak megfelelő elemzés és értékelés. Példaképpen a fajlagos elektromos vezetőképesség és a vízhozam közötti összefüggés vizsgálat eredményeit tartalmazó adattáblázatokat mutatjuk be.

2. táblázat: A klorofill-a és vízhozam összefüggésvizsgálatának eredményei kétszer hat éves törzshálózati vizsgálatok alapján

Vízhozam – klorofill-a (1989–1994, 285 nap adatsora)														
N _i	Felirat	Mintaszám	Együttes			Külön váltás			E.v.%	K.v.%	Δ ₁	+ + %	– – %	Δ ₂
			++	- -	Σ	+ -	- +	Σ						
1	Tényleges értékek alapján	284	60	76	136	67	81	148	47,9	52,1	- 4,2	44,1	55,9	- 11,8
2	Tényleges átlag alapján	285	19	89	108	87	90	177	37,9	62,1	- 24,2	17,6	82,4	- 64,8
3	Simított értékek alapján	283	60	86	146	66	71	137	51,6	48,4	3,2	41,1	58,9	- 17,8
4	Simított átlag alapján	284	22	74	96	88	100	188	33,8	66,2	- 32,4	22,9	77,1	- 54,2
Vízhozam – klorofill-a (1995–2000, 156 nap adatsora)														
1	Tényleges értékek alapján	155	36	41	77	33	45	78	49,7	50,3	- 0,6	46,8	53,2	- 6,4
2	Tényleges átlag alapján	156	12	49	61	48	47	95	39,1	60,9	- 21,8	19,7	80,3	- 60,6
3	Simított értékek alapján	154	34	31	65	43	46	89	42,3	57,7	- 15,4	52,3	47,7	4,6
4	Simított átlag alapján	155	11	44	55	49	51	100	35,5	64,5	- 29	20	80	- 60

Δ₁: E.v. % - K.v. %; Δ₂: (+ + %) - (- - %)

A kisvizes időszakokban a vízhozam adatoknak és a fajlagos elektromos vezetőképesség értékeinek mind az összesített különváltása, mind a negatív irányú együttváltása csak az első vizsgálati periódusban és csak az átlagértékek esetében haladta meg a 60%-ot (3. táblázat). A nagyvizes időszakokban a vízhozam és a fajlagos elektromos vezetőkép-

esség értékeinél az összesített különváltozás minden vizsgált esetben meghaladta a 60%-os értéket. A negatív irányú együttváltozás mértéke viszont csak az átlagértékek esetében lépte túl a 60 %-os szintet (4. táblázat). Megjegyzendő azonban, hogy a második vizsgálati periódusban csak a konkrét értékek alapján végzett elemzésnél adódtak 70 % fölötti értékek, az átlagok alapján történő elemzésnél ettől valamivel gyengébb összefüggés szerepelt. Az általános helyzetképtől egyetlen esetben volt csak eltérés: a pozitív irányú együttváltozás a második vizsgálati periódus tényleges értékeinél 65,6 %-os volt.

A kisvízes időszakokban a vízhozamnak és a klorofill-a mennyiségének a változása között az összesített különváltozásnál négy esetben (60,9–69,3 %), a negatív irányú együttváltozásnál három esetben (62,1–70,8 %) volt 60 %-os szintet meghaladó kapcsolat. A második vizsgált periódusban viszont a tényleges értékek esetében 63,8 %-os értéket kaptunk az összesített együttváltozásra. Az adatok azt tükrözik, hogy az összesített együttváltozás százalékos értéke az 1989–1994 közötti időszakban jóval kisebb volt, mint az összesített különváltozásé. Nem mondható el ugyanez az 1995–2000 közötti időszakra (sőt ekkor nemcsak a tényleges értékek, hanem a simított átlagértékek alapján is – bár csekély különbséggel – az együttváltozás volt a jellemzőbb, nyilván a negatív irányú együttváltozás jelentős súlya miatt).

3. táblázat: A fajlagos elektromos vezetőképesség és vízhozam összefüggés-vizsgálatának eredményei „kisvízes” időszakok alapján

Vízhozam – fajlagos elektromos vezetőképesség (1983-1988, 153 nap „kisvízes” adatsora)														
N _i	Féllát	Mintaszám	Együttes			Külön változás			E.v.%	K.v.%	Δ ₁	+ + %	- - %	Δ ₂
			++	--	Σ	+-	-+	Σ						
1	Tényleges értékek alapján	152	47	32	79	25	48	73	52	48	4	59,5	40,5	19
2	Tényleges átlag alapján	153	17	33	50	49	54	103	32,7		-34,6	3,4		-32
3	Simított értékek alapján	151	34	36	70	31	50	81	46,4	53,6	-7,2	48,4	51,4	-2,8
4	Simított átlag alapján	152	12	30	42	57	53	110	27,6		-44,8	28,6		-42,8
Vízhozam – fajlagos elektromos vezetőképesség (1995-2000, 48 nap „kisvízes” adatsora)														
1	Tényleges értékek alapján	47	12	12	24	10	13	23	51,1	48,9	2,2	50	50	0
2	Tényleges átlag alapján	48	10	13	23	13	12	25	47,9	52,1	-4,2	43,5	56,5	-13
3	Simított értékek alapján	46	16	11	27	10	9	19	58,7	41,3	17,4	59,3	40,7	18,6
4	Simított átlag alapján	47	11	12	23	11	13	24	48,9	51,1	-2,2	47,8	52,2	-4,4

Δ₁: E.v.% - K.v.%; Δ₂: (+ + %) - (- - %)

4. táblázat: A fajlagos elektromos vezetőképesség és vízhozam összefüggés-vizsgálatának eredményei „nagyvízes” időszakok alapján

Vízhozam – fajlagos elektromos vezetőképesség (1983-1988, 157 nap „nagyvízes” adatsora)														
N _i	Féllát	Mintaszám	Együttes			Külön változás			E.v.%	K.v.%	Δ ₁	+ + %	- - %	Δ ₂
			++	--	Σ	+-	-+	Σ						
1	Tényleges értékek alapján	156	25	27	52	44	50	94	39,7		-20,6	56,5	43,5	13
2	Tényleges átlag alapján	157	9	35	44	54	59	113	28		-44	28,5		-59
3	Simított értékek alapján	155	23	18	41	57	57	114	26,5		-47	54,1	43,9	12,2
4	Simított átlag alapján	156	9	24	33	58	65	123	21,2		-57,7	27,3		-45,4
Vízhozam – fajlagos elektromos vezetőképesség (1995-2000, 108 nap „nagyvízes” adatsora)														
1	Tényleges értékek alapján	107	21	11	32	32	43	75	29,9		-40,2	34,4	31,2	
2	Tényleges átlag alapján	108	7	29	36	31	41	72	33,3		-32,4	19,4		-61,2
3	Simított értékek alapján	106	13	9	22	39	45	84	20,8		-58,4	59,1	40,9	18,2
4	Simított átlag alapján	107	8	28	36	31	40	71	33,6		-32,8	22,2		-55,6

Δ₁: E.v.% - K.v.%; Δ₂: (+ + %) - (- - %)

A vízhozam és a klorofill-a mennyisége esetében a nagyvízes időszakokban sem az együttváltozás, sem a különváltozás nem tekinthető jellemzőnek (mindössze egyetlen eset-

ben, a második vizsgált periódusban a származtatott értékek alapján a különváltozásnál kaptunk 60 % fölötti értéket). Mindenképpen figyelemre méltónak tartjuk viszont, hogy a negatív irányú együttváltozások esetében – mindkét típusú átlagértéknél és mindkét időszakban – a 60 %-os szintet jóval meghaladó (79,6–85,7 % közötti) összefüggés tapasztalható.

A balatoni és a zalai árvaszúnyog-aktivitási, ill. a tiszai zooplankton-dinamikai vizsgálatok eredményeiből kiindulva elkülönítettünk biológiailag aktív és biológiailag kevésbé aktív időszakokat. Biológiailag aktív időszakoknak az április elejétől október végéig tartó periódust vettük, kevésbé aktívnak pedig a november elejétől március végéig tartót. Mindegyik vizsgálati időszak adataira megtörtént az ezeknek az időintervallumoknak megfelelő elemzés és értékelés. Példaképpen a klorofill-a mennyisége és a vízhozam közötti összefüggés-vizsgálat eredményeit tartalmazó adattáblázatokat mutatjuk be (5–6. táblázatok).

5. táblázat: A klorofill-a és vízhozam összefüggés-vizsgálatának eredményei „biológiailag aktív” időszakok alapján

Vízhozam – klorofill-a (1989-1994, 168 nap „biológiailag aktív periódus” adatsora)														
N _i	Féllát	Mintaszám	Együttes			Külön változás			E.v.%	K.v.%	Δ ₁	+ + %	- - %	Δ ₂
			++	--	Σ	+-	-+	Σ						
1	Tényleges értékek alapján	167	31	43	74	41	52	93	44,3	55,7	-11,4	41,9	58,1	-16,2
2	Tényleges átlag alapján	168	11	60	71	48	49	97	42,3	57,7	-15,4	15,5	80,2	-69
3	Simított értékek alapján	166	31	44	75	46	45	91	45,2	54,8	-9,6	41,3	58,7	-17,4
4	Simított átlag alapján	167	7	49	56	51	58	109	34,7		-30,6	12,1		-75,8
Vízhozam – klorofill-a (1995-2000, 94 nap „biológiailag aktív periódus” adatsora)														
1	Tényleges értékek alapján	93	19	26	45	20	28	48	48,4	51,6	-3,2	43,2	57,8	-15,6
2	Tényleges átlag alapján	94	8	27	35	31	28	59	37,2		-25,6	22,9		-54,2
3	Simított értékek alapján	92	17	18	35	25	32	57	38		-24	48,6	51,4	-2,8
4	Simított átlag alapján	93	7	30	37	29	27	56	39,8		-20,4	18,9		-62,2

Δ₁: E.v.% - K.v.%; Δ₂: (+ + %) - (- - %)

A biológiailag aktív periódusban csak az összesített különváltozás mértéke haladta meg a 60%-os szintet, de ekkor is csak négy esetben, s ezek az értékek is csupán 60,2–65,3 % között változtak. Mindkét periódusban kizárólag a negatív irányú együttváltozás átlagértékeinél kaptunk nemcsak értékelhető, hanem számottevő (70% fölötti) kapcsolatra utaló összefüggést (84,5–87,9 %, ill. 77,1–81,1 %).

6. táblázat: A klorofill-a és vízhozam összefüggés-vizsgálatának eredményei „biológiailag kevésbé aktív” időszakok alapján

Vízhozam – klorofill-a (1989-1994, 117 nap „biológiailag kevésbé aktív periódus” adatsora)														
N _i	Féllát	Mintaszám	Együttes			Külön változás			E.v.%	K.v.%	Δ ₁	+ + %	- - %	Δ ₂
			++	--	Σ	+-	-+	Σ						
1	Tényleges értékek alapján	116	27	30	57	29	30	59	49,1	50,9	-1,8	47,4	52,6	-5,2
2	Tényleges átlag alapján	117	17	53	70	24	23	47	59,8	40,2	19,6	24,3		-51,4
3	Simított értékek alapján	115	30	39	69	20	24	44	40	60	20	43,5	56,5	-13
4	Simított átlag alapján	116	23	50	73	25	18	43		37,1	25,8	21,5		-37
Vízhozam – klorofill-a (1995-2000, 62 nap „biológiailag kevésbé aktív periódus” adatsora)														
1	Tényleges értékek alapján	61	14	15	29	13	19	32	47,5	52,5	-5	48,3	51,7	-3,4
2	Tényleges átlag alapján	62	8	24	32	16	14	30	51,6	48,4	3,2	25		-50
3	Simított értékek alapján	60	14	13	27	20	13	33	45	55	-10	51,8	48,2	3,6
4	Simított átlag alapján	61	7	21	28	16	17	33	45,9	54,1	-8,2	25		-50

Δ₁: E.v.% - K.v.%; Δ₂: (+ + %) - (- - %)

A biológiailag kevésbé aktív periódusnál csak az összesített együttváltozásra és ott is csak két esetben kaptunk 60 %-ot meghaladó értéket. A negatív irányú együttváltozásnál

viszont jól értékelhető (68,5–75,7 % közötti) összefüggés mutatkozik mindkét periódus mindkét típusú átlagértékei esetében.

A vízhozam és a fajlagos elektromos vezetőképesség értékeinél a biológiailag aktív periódusban az összesített különváltozás mértéke egy kivétellel (első vizsgálati periódus tényleges értékeinél) minden vizsgált esetben meghaladta a 60%-ot (65,6–84,9%). A biológiailag kevésbé aktív időszakban az előbbivel egyező eredményt kaptunk, de kissé alacsonyabb értékekkel (60,7–80,0%). Feltétlenül említésre méltó, hogy a biológiailag kevésbé aktív időszakban az összesített különváltozásnál a második vizsgálati periódusban nem az átlagértékek, hanem a tényleges adatok alapján történő értékelés eredményezett magasabb (72,1–80,0 % közötti) értékeket. A két tényező negatív irányú együttváltozása mindkét típusú átlagérték alapján mind a biológiailag aktív, mind a kevésbé aktív időszakban szoros összefüggést mutat (65,0–93,7 %), különösen az első vizsgálati periódusban (82,9–93,7 %, ill. 73,8–82,8 %). A második vizsgálati periódusban azonban ebben az esetben is némileg eltérőek a negatív irányú együttváltozásra vonatkozó eredmények, mivel a biológiailag aktív periódusban csak a simított átlagnál, a kevésbé aktívban viszont csak a tényleges átlagnál kaptunk 70 % fölötti értéket.

Összefoglalás

Munkánk során a Tisza szolnoki törzshálózati mintavételi szelvényének (334,2 fkm) 1983–2000 közötti háromszor hat éves időszakból származó adatsorainál a fajlagos elektromos vezetőképességet és a klorofill-a mennyiségét a vízhozammal összefüggésben vizsgáltuk. Az adatsorok elemzése kétféleképpen történt. A változás irányát egyrészt az előző adathoz történő viszonyítással alapítottuk meg, másrészt az adott tényező adott időszaki átlagértékétől való eltérés alapján kerestünk összefüggést. Az adatsorok összehasonlító vizsgálatát mindig a mért vagy a számított ("tényleges") értékek elemzésével kezdtük, de származtatott (két lépéses mozgó átlag módszerrel "simított") adatsorokat is használtunk az elemzéshez, s a vízhozammal történő összevetésben megvizsgáltuk az együttváltozások és a különváltozások számát. Részletesen értékeltük a tényezőpárok változása közötti összefüggés szorosságát, s értékelhetőségi határértéknek a 60 %-ot tekintettük. Külön elemeztük a változások idő-

beliségét, egyrészt hidrológiai, másrészt biológiai szempontok szerint.

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy az esetek döntő többségében az egyes (tényleges és simított) adatok szerinti összehasonlítás (1. és 3. sorok), továbbá az összesített és a pozitív irányú együttváltozás (E.v. és ++), ill. az egyedileg értelmezett különváltozás (+ – és – +) szerinti összevetés nem ad értékelhető eredményeket. Az összesített különváltozás (K.v.) értékelésekor azonban – különösen a vízhozam és a fajlagos elektromos vezetőképesség esetében, ill. mindkét tényező-páronál főként a nagyvízi és a biológiailag aktív időszakban – szoros összefüggést kaptunk. Ezek az eredmények azt tanúsítják, hogy a fajlagos elektromos vezetőképesség értéke és a klorofill-a mennyisége a Tiszában túlnyomó részt a vízhozammal ellentétes irányban változik.

Meglepőnek, s további elmélyült elemzést érdemlőnek tekinthető az a tény, hogy az együttváltozáson belül a negatív irányú együttváltozásnál (– –) – különösen az átlagértékek alapján – az összefüggés az esetek túlnyomó részében (mindkét típusnál 90 %-ban) legalább elfogadható szintű volt, de többnyire számottevőnek (40 %-ban, ill. 45 %-ban) vagy jelentős mértékűnek (35–35 %-ban) bizonyult. Ez azt jelenti, hogy ilyen esetekben a vízhozam csökkenése mind a fajlagos elektromos vezetőképesség, mind a klorofill-a hasonló irányú változásával jár együtt.

A bemutatott eljárást alkalmasnak tartjuk a törzshálózati mintavételi helyek hosszú idejű adatsorainak egyszerű és gyors elemzésére, s ezért bevezetését javasoljuk. A különböző tényezők mért vagy számított értékei közötti összefüggések feltárása és az egymáshoz viszonyított változási irányok kimutatása pedig kiindulópontját képezheti a hidroökológiai sajátosságok oknyomozó elemzésének.

Irodalom

- Dévai, Gy. 1988: Emergence patterns of chironomids in Keszthely-basin of Lake Balaton (Hungary) (Diptera, Chironomidae). – *Spixiana, Suppl.* 14: 201–211.
- Dévai Gy. – Czégény I. – Dévai I. – Heim Cs. – Moldován J. – Preczner Zs. 1984: Balatoni és zalai üledékek ökológiai hatásvizsgálata az árvaszúnyogok (Diptera: Chironomidae) példáján. – *Acta biol. Debrecina, Suppl. oecol. hung.* 1: 3–183, 1–7. tábl., 1–59. ábra.
- Zsuga K. 1995: A Tisza biológiai vízminőségének alakulása az 1988–1995 közötti években. Összef. értékelés. – *Kézirat*, Szolnok, 10 pp.

Proposal for a possible long term evaluation method of the relation of water regime and water quality attributes in the example of River Tisza

Szabó, A.¹, Dévai Gy.², Zsuga, K.¹

¹Middle Tisza Environmental Protection Inspectorate, H–5000 Szolnok, Ságvári krt. 4, Hungary

²Department of Hydrobiology, Faculty of Natural Sciences, University of Debrecen, H–4032 Debrecen, Egyetem tér 1, Hungary

Abstract:

In the paper the authors have examined the changes of specific electrical conductivity and the amount of chlorophyll-a in relation to water discharge using the long term data sets of the cross section of the regular sampling network of River Tisza at Szolnok (334.2 river km). They have performed the analysis of data sets in two ways. On the one hand they have established the direction of change by comparing former data and on the other hand they have searched correlation on the basis of deviation from the mean value of the given variable within the given period of time. They have separately analyzed the changes relating to time in one respect on the basis of hydrological aspect and in other respect on the basis of biological aspect. By using the presented method they see a possibility for simple and fast analysis of long term data sets of the sampling sites of the regular network item for the exploration of the relations between the measured and calculated values of different factors and for the demonstration of the directions of changes relating to each other.

Keywords:

River Tisza, water quality, long term change, specific electrical conductivity, chlorophyll-a, water discharge.