

B 3428



Halpopulációdinamikai vizsgálatok sekélyvízi ökoszisztémákban

Tézisek

Dr Paulovits Gábor

Készült az MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézetében  
Tihany, 1995.

## Tartalomjegyzék

Bevezetés	3
A kutatás modellje és alkalmazott módszerei	4
Eredmények	5
Összefoglalás, az eredmények jelentősége	9
Idézett irodalom	10

## Bevezetés

A természetes vizek ökoszisztémáit napjainkban egyre több humán hatás éri. E külső környezeti hatások, esetenként maradandó módon befolyásolva a különféle trofikus szinteken belüli és azok közötti kapcsolatokat, a vízi ill. vizes élőhelyek nagyságának, számának csökkenéséhez, vagy legalábbis működési zavaraihoz vezetnek. Az utóbbi évtizedekben a Balatonban felgyorsult eutrofizációs folyamatok változásokat okoztak a zoobentosz, valamint a zooplankton összetételében (Bíró, 1979, Tátrai, 1980, Ponyi és mtsai, 1983, Perényi és mtsai, 1993.). A halfauna egyes elemei is háttérbe szorultak, miközben új fajok állományai jelentek meg a tó élővilágában.

Az 1960-as évek eleje óta az európai angolna (*Anguilla anguilla* L.) a rendszeres telepítések eredményeként mai napig jelen van legnagyobb természetes állóvizeink, így a Balaton és a Fertő tó halállományában. E telepítések célja az volt, hogy a meglévő táplálékelemek jobb térbeli és időbeli kihasználásával arányaiban növekedjék e tavak nemeshal állománya.

A pontyfélék (*Cyprinidae*), közülük is elsősorban a dévérkeszeg (*Abramis brama* L.) állománysűrűsége a Balatonban az eutrofizáció ütemében folyamatosan növekedett, miközben a halfauna más elemei (*Stizostedion lucioperca* L. *Acerina cernua* L.) ezzel egyidőben háttérbe szorultak (Bíró, 1978, 1983.). Az őshonos fajok száma az utóbbi 50 évben csaknem felére apadt (Entz, Sebestyén, 1942.).

A Kis-Balaton területén 1985-től kezdve folyamatosan kiépített vízminőségvédelmi tározóban a magas primér produkció gazdag, és évről-évre formálódó állati életközösségeknek ad tápdús életteret. Az egyre inkább stabilizálódó víztérben az anyag- és energiaforgalom ismerete, a halak által betöltött biológiai szerepkör és az állományok dinamikai paramétereinek vizsgálata nélkülözhetetlen a másodlagos halászati-horgászati hasznosításhoz. Különösen fontos lehet a víztározó a Balaton ivadékutánpótlása, valamint a védett és veszélyeztetett fajok megőrzése szempontjából.

## A kutatás modellje és alkalmazott módszerei

Természetes sekély vizeink halpopulációinak ill. -állományainak dinamikai törvényszerűségei, a többi biótárhoz való viszonyuk és ezek rendszerében betöltött szerepük legkönnyebben a táplálkozás és növekedés oldalairól közelíthető meg. Ezen az alapon nemcsak az élőlények kölcsönös viszonyáról, hanem egyéb környezeti változásokról is képet kaphatunk. A táplálkozás és növekedés szoros összefüggésben állnak egymással, vizsgálatuk eredményeképpen elméleti és gyakorlati következtetések vonhatók le. Elméleti szempontból feltárhatók a táplálkozás minőségi és mennyiségi törvényszerűségei, a növekedés üteme és az azt befolyásoló tényezők, a táplálékkal felvett energia mennyisége, a táplálék hasznosításának mértéke stb. E vizsgálatok gyakorlati jelentősége abban áll, hogy a kapott eredmények felhasználhatók a természetesvízi haltelepítéseknel, a tavak és víztározók biológiai tartalékainak gazdaságosabb kihasználására, a természetes vizek ökológiai egyensúlyának megőrzésékor.

A halminták begyűjtése elektromos halászattal, valamint a Balatoni Halgazdaság (BHRT), és a Győri Halászati Szövetkezet segítségével történt. A táplálék mennyiségét a tápcsatornában talált táplálékállatok mért, vagy becsült tömege alapján értékeltük. A súlybecslésekhez saját vagy irodalmi mérések eredményeit használtuk (Entz, 1965, Herzig, 1984, Karabin, 1974, Ponyi, Zánkai, 1982, Zánkai, Ponyi, 1986.). A táplálék-szelektivitást Dodson (1975) szerint számítottuk.

Az állománysűrűség térbeli és időbeli becsléséhez a Balatonon 'single beam' módszerű hidroakusztikus szonárt (L-16) használtunk.

A növekedésvizsgálatokhoz az angolna esetében otolitsziszolatokat állítottunk elő, a módszer kifejlesztése intézetünkben történt (Véró és mtsai, 1986.). A többi halfaj esetében a növekedésvizsgálat alapjául szolgáló kormeghatározás pikkelyminták alapján történt.

A korosztályonkénti testhosszak visszaszámítása Fraser (1916) módszerével történt. A testhossz-testsúly viszonyt a Huxley-formulával számítottuk. A vizsgált állományok növekedését Bertalanffy (1957) növekedési modellje segítségével írtuk le (Hohendorf, 1966). A produkció/biomassza arány becsléséhez Ricker (1975) (Bíró és mtsai, 1990) módszerét alkalmaztuk.

A táplálék összetételének élőhelyenkénti hasonlóságát és különbözőségét, valamint a különféle élőhelytípusokban talált halközösségek szerkezeti hasonlóságait Czekanowski (Ruzicka, 1958), illetve Sorensen módszerével írtuk le.

## Eredmények

### A balatoni angolnák tápláléka

Az ÉK-i medencéből származó angolnák táplálékában áprilistól kezdve magas a szélhajtó kűsz (*Alburnus alburnus* L.) aránya (62 %), mellette tavasszal a rákok közül a *Asellus*, *Corophium*, *Dicerogammarus* spp. mennyisége (19 %) volt jelentős. Májusban a halakra a gyomortartalom 5 %-át tette ki. Az elfogyasztott ikra dévér- és karikakeszeg, valamint kűsz parti sávban lerakott ikrája volt. Az egy gyomorra jutó táplálék májusban a legtöbb, 8.4 g. A pontusi tanurák (*Limnomysis benedeni*) a nyári táplálékban jelent meg. A halak közül az *A. alburnus*-on kívül dévér- és karikakeszegek (*Abramis brama*, *Blicca bjoerkna*) fiatal példányai, valamint a fenéklakó folyami géb (*Neogobius fluviatilis*) és vágódurbincs (*Acerina cernua*) fordult elő. A *Chironomidae* aránya szeptemberben és októberben 27-36 % volt. A táplálékot csigák (*Potamopyrgus*, *Lithoglyphus*) és kagylók (*Dreissena*) egészítették ki.

A DNY-i medence angolnáinak gyomortartalmát márciusban és áprilisban *Chironomus* és *Tanytus* lárva és báb (55-69 %), valamint *A. alburnus* (20-28 %) alkotta. A Zala folyó alsó szakaszán gyűjtött áprilisi mintában ugyanakkor keszegfélék, fogassüllő (*Stizostedion lucioperca*) és réti csík (*Misgurnus fossilis*) (összesen 96 %) fordult elő. A halakra mennyisége májusban 1.8 % volt. Májustól augusztus végéig a kűsz mennyisége (90-98 %) mellett minden más táplálék tömegaránya elenyésző. Szeptemberben és októberben a *Chironomidae* a tavaszihoz hasonló arányban volt jelen a táplálékban (66 %). Az egy gyomorra jutó táplálék itt is májusban volt a legtöbb (6.4 g).

A vizsgálatok teljes ideje alatt az angolna által elfogyasztott összes táplálék arányait tekintve megállapítható, hogy annak legfontosabb eleme a szélhajtó kűsz volt (ÉK-i medence: 92 %, DNY-i medence: 72 %). Az árvaszúnyog aránya a DNY-i medencében volt jelentős (23 %).

A fő élőhelytípusokban külön vizsgálva a felvett táplálék összetételét, kiderült, hogy míg a parti sávban 94 %-ban kűsz alkotta, addig a nyílt vízben az árvaszúnyogok (56 %) voltak a táplálék fő elemei.

### Balatoni és Fertő tavi angolnák növekedése

A növekedésvizsgálatok alapjául szolgáló kormeghatározást otolitpreparátumok segítségével végeztük. A mindkét oldali legnagyobb otolitokat (*sagittae*) a koponyatető megnyitásával kiemeltük, majd zsírtalanítás után hőre lágyuló műgyantába ágyaztuk. Az ilymódon előkészített otolitokból horizontális vagy szagittális síkú csiszolatokat készítettünk. A metszetek előállításának módszerét

intézetünkben fejlesztettük ki (Véró és mtsai, 1986). Az így kialakított 100-200 µm vastagságú tartós preparátumok a táplálkozás szezonális periodicitása nyomán képződő, ún. szupernumerikus évgyűrűk (Deelder, 1978) elkülönítését is lehetővé tették.

A balatoni angolnák növekedését az ÉK-i és DNY-i medencéből származó, 191 angolna otolitja alapján tanulmányoztuk. A korcsoportonkénti átlagos testhosszak ( $L$ ) és az otolitokon mért kaudális sugarak ( $R_c$ ) közötti viszonyt az  $R_c=0.0027L+0.2027$  egyenlettel fejeztük ki.

A különböző korcsoportú angolnák évjáratonkénti átlagos hossznövekedése alapján megállapítható volt, hogy a különböző évjáratok egymáshoz képest évente 40-95 mm-t növekedtek. E növekedés viszonylag egyenletes volt, üteme az idősebb korcsoportok felé fokozatosan lassult. A korábban, azonos korban elért átlagméreteket hasonlítva össze, az egymás utáni telepítési években igen csekély mértékű növekedésbeli ingadozás mutatkozott.

A növekedést az  $L_t=1542(1-\exp-0.0574[t+0.7195])$  Bertalanffy-egyenlettel írtuk le, ahol a növekedés elméleti határértéke  $L_{00}=1542$  mm, a növekedési állandó  $K=0.0574$ . A mért testhosszakhoz tartozó tömegek alapján a testhossz-testsúly relatív viszonyt a balatoni angolnákra az  $\lg W=-6.0916+3.1316 \lg L_t$  egyenlettel fejeztük ki.

A növekedés mértékét európai adatokkal összevetve, a növekedés üteme intenzív, meghaladja a Fertő tó angolnáinál kimutatott növekedési sebességet, s a 7. édesvízi évben eléri, később pedig felülmúlja a meleg brakkvízi Valle Nuova angolnáinak hossznövekedését (Rossi és Colombo, 1976).

A Fertő tavi angolnák hossznövekedése, a korcsoportonként visszaszámított átlagértékek alapján egyenletes, eléri a 9 cm-t. a negyedik évtől a növekedés üteme lassul (48-71 mm). A Ford-Walford egyenes alapján számított Bertalanffy-féle elméleti növekedési határérték  $L=1459$  mm, a növekedési állandó értéke  $K=0.058$ . A Fertő tavi angolnák növekedését a következő egyenlettel írtuk le:  $L_t=1459(1-\exp-0.058[t+0.869])$ . A Fertő tavi angolnák testméret-értékeiből számított testhossz-testtömeg viszony egyenlete:  $\lg W=-5.4080+2.8649 \lg L_t$ .

#### A Balaton halsűrűsége

Hidroakusztikus mérések alapján a szezonális halsűrűségek 50-20000 ind/ha értékek között változtak a Balaton négy főbb habitatjában. A 'littorális régió' halsűrűségei a vegetációs periódusban  $10^4$  nagyságrendet mutattak, a téli időszakban esetenként az 50 ind/ha értéket sem érték el. A befolyók előtt, részben az ekoton hatásnak köszönhetően, a halsűrűség egész éven át magas volt ( $10^4$  ind/ha). A nyílt víz halsűrűsége az év nagy részében alacsony ( $10^2$ - $10^3$  ind/ha). A mélyebb árkok elsősorban telelőhelyek, a sűrűségértékek a nyári hónapokra erősen csökkennek ( $10^2$ -

$10^3$  ind/ha), télen eléri a befolyók előtti értékeket. Halászati minták fajösszetételének vizsgálata alapján a parti sáv halainak 91 %-a a Cyprinidae családba tartozik, domináns faj a szélhajtó kűsz (39 %), gyakori a szivárványos ökle (16 %), bodorka (15 %), Vörösszárnyú keszeg (13 %), dévérkeszeg (6 %).

#### A balatoni dévérkeszeg tápláléka

A táplálék összetétele szezonálisan változott: tavasszal és nyáron Cladocera, Copepoda, Mollusca alkotta, míg ősszel elsősorban Chironomidae-tagokból állt. A különböző méretosztályok eltérő táplálékösszetételt mutattak, az osztályokon belül a fő táplálékelem dominanciája szignifikáns volt. A táplálékszelektivitás vizsgálata alapján a preferált zooplankton-elemek a Cladocera tagjai.

#### A Kis-Balaton Tározó halfaunájának összetétele

1988-tól követtük nyomon a fajösszetétel alakulását. Első vizsgálataink során leírtuk a csuka (*Esox lucius* L.) és az ezüstkárász (*Carassius auratus gibelio* Bloch) robbanásszerű térfoglalását. Megfigyelhető volt a pontyfélék, ezen belül az ezüstkárász dominanciája (39 %). A fejes domolykó kivételével a fajösszetétel megegyezett a Balatonéval. A ritka, védett, ill. veszélyeztetett fajok közül a kövi csík, réti csík, és a fenékjáró küllő jelenléte igazolódott, a Balatonból környezeti okokból kiszorulóban lévő csapó sügér több gyűjtőhelyről is előkerült.

A különböző fajok állományainak méret szerinti struktúrája az ezüstkárász, ponty, csuka esetében általában szimmetrikus volt, míg a többi esetben a fiatal korcsoportok domináltak. A testhossz-testsúly viszony fajon belül is jelentős szezonális eltéréseket mutatott a növekedés, ivarézés és táplálékfogyasztás függvényében. Ugyanakkor a karikakeszeg, széles kárász és ezüstkárász esetében a súlygyarapodás üteme gyorsabb volt a hosszúnövekedés sebességénél.

A pikkely-évgűrűk alapján visszaszámított törzshosszakból megállapítható volt, hogy a tározót annak korai szakaszában benépesítő halak többségének évenkénti növekedése gyorsabb, mint a Balatonban élő fajtársaiké.

A kezdeti biomassa( $B_0$ ), a súlynövekedés együtthatója ( $G$ ) és a pillanatnyi teljes mortalitás ( $Z$ ) alapján végzett produkció becslések szerint a bodorka (*Rutilus rutilus* L.)  $P/B$  aránya igen magas: 89-151 % közötti, de a Cyprinidae család más képviselőire is magas értékeket kaptunk (dévérkeszeg, kűsz, ezüstkárász, ponty). A tározó egységnyi területére jutó halbiomassa közel áll a Balaton parti sávja hasonló értékéhez, a balatoninál 2-4-szer több.

#### A Balaton északi és déli befolyóinak halfaunája

A 18 legjelentősebb befolyó halszerkezetének vizsgálata kimutatta, hogy közülük kettő izolált, Sorensen szerint klasszifikálva, önálló osztályokat képeznek

( $S=0.47$  és  $0.19$ ). A fajösszetétel alapvető eltérése mellett alacsony fajszám, egyes populációk esetében kiugróan magas egyedszám a jellemző, a fajdiverzitás általában alacsony. Czekanowski és Sorensen szerint a vizsgált vizek hat hasonlósági osztályba voltak sorolhatók, a fajok megléte vagy hiánya, illetve %-os előfordulási gyakoriságuk alapján.

## Összefoglalás, az eredmények jelentősége

E kutatások sekély tavaink, elsősorban a Balaton és vízgyűjtője halállományának megismerésére, a fajösszetétel ill. a közösségek összetételének nyomon követésére, valamint egyes állományok főbb populációdinamikai paramétereinek vizsgálatára irányultak. Eredményeink alapján az alábbi megállapításokat tehetjük.

A balatoni angolna az év során térben és időben maximálisan kihasználja a hozzáférhető táplálékot: tavasszal és ősszel az árvaszúnyog fogyasztása, tehát a nyíltvízi táplálkozás jellemző, míg nyáron a táplálékfelvétel színtere a parti sáv, a táplálékot pedig kűsz és bevonatlakó rákok alkotják. Ez arra hívja fel a figyelmet, hogy a parti sávban a táplálék kihasználásáért folytatott versenyben az angolna sűrű állománya, telepítési sűrűségének függvényében, intra- és interspecifikus kompetíció kialakulását okozhatja.

A parti sávban nyáron a legtöbb hal állománysűrűsége kifejezetten magas, hidroakusztikus mérések alapján a relatív halsűrűség  $2 \times 10^4$  ind/ha.

Az utóbbi évtizedek során a parti sávban megváltoztak a főbb tápláléktípusok arányai. Az élőbevonat rákjai a táplálékban korábbi arányuk felét teszik ki (Bíró, 1974).

A táplálékhalak közül az angolna a kűszt előnyben részesíti, a vágódurbincs teljesen eltűnt a táplálékból. A fogassüllő számára is fontos állománya eltűnében van.

A balatoni és Fertő tavi angolnák Európa-szerte kiemelkedően gyors növekedési sebességet mutatnak.

Az angolna kormeghatározásához kidolgozott módszer, lehetővé téve a szupernumerikus gyűrűk kiszűrését, megfelelő pontosságú növekedésvizsgálat elvégzését teszi lehetővé.

A Kis-Balaton Tározó területén, az elárasztást követő szukcessziós visszarendeződés eredményeképpen a három elemű lápi halközösség (lápi póc, réti csík, széles kárász) visszaszorulóban van, élőhelye zsugorodik. Ugyanakkor a robbanásszerűen teret hódított ezüstkárász biomasszája helyenként meghaladja a 400 kg/ha-t, miközben a ragadozó halak aránya a halbiomassza 14 %-át sem éri el. Az időszakos anaeróbia kialakulására hajlamos tározóban a halállomány stabilitásának növelésével csökkenthető a hirtelen halpusztulások kockázata.

A védett és veszélyeztetett halak refugium-területeit a Balatonon és vízgyűjtőjén meg kell óvni a külső károsító környezeti hatásoktól. A lápi póc, réti csík, kövi csík, vágócsík egyedülálló állományai védelmet érdemelnek.

## Idézett irodalom

Bíró, P. (1974): Observations on the food of eel (*Anguilla anguilla* L.) in Lake Balaton - *Annal. Biol. Tihany* 41, 133-151.

Bíró, P. (1978): Exploitation of fishery resources of Lake Balaton. - *Verh. Int. Ver. Limnol.* 20, 2146-2149.

Bíró, P. (1979): A Balaton halállományának változásai a halászat és az eutrofizáció hatásaira - MHT Országos Vándorgyűlése Keszthely.

Bíró, P. (1983): On the dynamics of fish populations in Lake Balaton. - *Rocz. Nauk. Roln. Ser. H.* 3, 55-64.

Bíró, P. and L. Vörös (1988): Trophic relationships between primary producers and fish yields in Lake Balaton. - In: *Trophic Relationships in Inland Waters. Developments in Hydrobiology* 53, 213-221.

Deelder, C.L. (1976): The problem of the supernumary zones in otoliths of the European eel (*Anguilla anguilla* L.); a suggestion to cope with it. - *Aquaculture* 9, 373-379.

Dodson, S.I. (1975): Predation rates of zooplankton in arctic ponds. - *Limnol. Oceanogr.* 20, 426-433.

Entz, G., Sebestyén, O. (1942): A Balaton élete. - *Mir. M. Természettudományi Társulat Bp.*, 366 p.

Entz, B. (1965): Untersuchungen an Larven von *Chironomus plumosus* Meig. im Benthos des Balatonsees in den Jahren 1964-65. - *Annal. Biol. Tihany* 32, 129-139.

Fraser, C.McL. (1916): Growth of the spring salmon. - *Trans. Pacif. Fish. Soc. Seattle* for 1916, 29-39.

Herzig, A. (1984): Temperature and life cycle strategies of *Diaphanosoma brachium*: An experimental study on development, growth and survival. - *Arch. Hydrobiol.* 101, 143-178.

Hohendorf, K. (1966): Einige Diskussion der Bertalanffy-Funktionen und ihre Anwendung zur Characterisierung des Wachstums von Fischen. - Kiel. Meeresforsch. 22, 70-97.

Karabin, A. (1974): Studies on the predatory role of the cladoceran, *Leptodora kindtii* (Focke), in secondary production of two lakes with different trophic state. - Ekol. pol. 22, 295-310.

Perényi, M., P. Bíró, I. Tátrai, G. Paulovits, Gy. Lakatos (1993): Biomass assessment of Chironomidae larvae in the littoral zone of Lake Balaton (Hungary). - Verh. Internat. Verein. Limnol. 25, 689-693.

Ponyi, J.E., N.P.Zankai (1982): Population dynamics, biomass and production of *Eudiaptomus gracilis* (G.O.Sars) in two water areas of differing trophic state of Lake Balaton (Hungary). - Acta Hydrochim. Hydrobiol. 10, 597-610.

Ponyi, J.E., I. Tátrai, A. Frankó (1983): Quantitative studies on Chironomidae and Oligochaeta in the benthos of Lake Balaton. - Arch. Hydrobiol. 97, 196-207.

Ricker, W.E. (1975): Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. - Bulletin Fish, Res. Bd. Canada 191, 382 p.

Rossi, R., G. Colombo (1976): Sex ratio, age and growth of silver eels in two brackish lagoons in the Northern Adriatic. - Arch. Oceanogr. Limnol. 18, 327-341.

Ruzicka, M. (1958): Anwendung mathematisch-statistischer Methoden in der Geobotanik (Syntetische Bearbeitung von Aufnahmen). Biologie Bratislava 13, 647-661.

Tátrai, I. (1980): About feeding conditions of bream (*Abramis brama* L.) in Lake Balaton. - In: Developments in Hydrobiology 3, Ed: M. Dokulil, H. Metz, D. Jewson, 81-86. Junk, The Hague.

Véró, M., G. Paulovits, P. Bíró (1986): An improved grinding technique for examining fish otoliths for age and growth studies with special consideration of the eel, *anguilla anguilla* L. - Aquaculture and Fisheries Management 17, 207-212.

Zánkai, N.P., J.E.Ponyi (1986): Composition, density and feeding of crustacean zooplankton community in shallow, temperate lake (L.Balaton, Hungary). - Hydrobiologia 135, 131-147.

## Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom Prof. Dr. Bíró Péter témavezetőmnek a tézisek anyagát tartalmazó kutatások feltételeinek biztosításáért, a szakmai irányításért.