



Az angolna (*Anguilla anguilla* L.) táplálkozása a Balaton parti övében

Feeding of European eel (*Anguilla anguilla* L.) in the littoral zone of Lake Balaton

Ács B.¹, Specziár A.², Boczonádi Zs.¹, Urbányi B.¹, Müller T.¹

¹Szent István Egyetem, MKK, KTI, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő

²MTA ÖK Balatoni Limnológiai Intézet, Tihany

Kulcsszavak: táplálékösszetétel, halfogyasztás, szezonális, táplálékváltás, telepített faj
Keywords: diet composition, piscivory, seasonal pattern, diet shift, introduced species

Abstract

Eel, *Anguilla anguilla* L. that were introduced into Lake Balaton between 1961 and 1991 have a significant effect on the structure and functioning of the aquatic biota in Lake Balaton. During their accelerating phase, the eel stock competed with many indigenous fish species (e.g. common bream, *Abramis brama* (L.)). However, stocks of most fish species (e.g. zander, *Sander lucioperca* (L.)) were directly influenced by eels predated their juveniles. Disappearance of many animal species from Lake Balaton could be caused by eels as well (e.g. burbot, *Lota lota* (L.), weatherfish, *Misgurnus fossilis* (L.), Danube crayfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz)). From 1991 no more eels were introduced to the lake, and the stock density has been continuously decreasing. Nowadays, density of the stock is only 8–12% of the maximum that was reached in 1991. In this study, we investigated what changes occurred in the feeding habit of eel compared to observations of 1970 and 1980. Based on the results of stomach content analysis of eels carried out during 2010, following conclusions were established:

- 1, Fish, which is one of the main food items of eel, was usually found alone in the alimentary tract. The ratio of piscivorous eels increased in summer.
- 2, Mixture of mussels, snails and other benthic organisms were characteristic food of eel along with Amphipod crustaceans that could however occur as pure prey as well. The ratio of these organisms was the largest in spring.
- 3, Eel is an omnivore species, which can adapt to food sources of various seasons.

Kivonat

Az 1961 és 1991 között nagy mennyiségben telepített angolna, *Anguilla anguilla* L. a Balaton anyagforgalmára és élővilágára igen jelentős hatással volt. Az angolnaállomány növekedési fázisában bizonyítottan jelentős konkurenciát jelentett számos őshonos halfaj számára (pl. dévérkeszeg, *Abramis brama* (L.)), de emellett ivadékfalásával közvetlenül is befolyásolta egyes halfajok állományát (pl. fogassüllő, *Sander lucioperca* (L.)), illetve ragadozásának több állatfaj Balatonból történt eltűnésében is szerepe lehetett (pl. menyhal, *Lota lota* (L.), réticsík, *Misgurnus fossilis* (L.), kecskerák, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz)). 1991 óta angolnatelepítés nem történt a tóba, az állomány sűrűsége így azóta folyamatosan csökken, jelenleg már csak 8–12%-a lehet az 1990-es években elért maximumnak. Jelen vizsgálataink során így arra voltunk kíváncsiak, hogy ezen erősen csökkent állománysűrűség, illetve az időközben megváltozott termelékenységi viszonyok (csökkent a tó produktivitása) mellett mennyiben változott meg az angolna táplálkozása az 1970-es és 1980-as években megfigyeltékhez képest. A 2010-ben fogott angolnák (n = 70) gyomortartalmának vizsgálata alapján a következő főbb megállapításokat tehetjük:

1. A halat – mint az egyik fő tápszervezetet – általában önmagában fogyasztják az angolnák. A halat fogyasztó angolnák részaránya a nyári hónapokban megnövekszik.
2. A kagylót, csigát, bentikus szervezeteket egymással kombinálva, egymást kiegészítve veszi fel a táplálkozás során az angolna, azonban a bolharák előfordulhat önmagában is mint fő táplálék. Ezen szervezetek részaránya a tavaszi hónapokban a legmagasabb.
3. Az angolna sokféle vízi szervezetet elfogyaszt, s jól alkalmazkodik az egyes időszakokban fellelhető táplálékkínálathoz.

Bevezetés

A legelső angolnatelepítés a Balatonba 1890-ben történt, ekkor Hunyadi István 20 ezer db ivadékot helyezett ki (Gönczy & Tahy 1985). A múlt század 20-as éveiben felvetődött az angolna rendszeres balatoni telepítésének kérdése (Károly 1928). Ribiánszky Miklós és Nagy Dániel tanulmányozták az angolna NDK-beli telepítésének eredményeit, majd 1961-ben betelepítették az első angolnákat (Horváth 1971). 1961 és 1991 közötti harminc évben összesen 83 millió angolnativadék került a tóba, többségük, 62 és fél millió az 1982. év vége előtt (Virág 1998, BH Zrt archívum alapján korrigálva). Az 1991-es angolnapusztulást követően látva a helyzet elmérgesedését, betiltották a további telepítéseket. A tó zárt angolnaállományának „kifutása” azonban más zárt angolnaállományok sorsának példája alapján, a várható igen hosszú élettartamból adódóan akár 50 évnél is tovább tarthat. Erre utal a Velencei-tó példája is, ahol annak ellenére, hogy az utolsó angolnatelepítés 1972-ben volt (Gönczy & Tahy 1985), még napjainkban is szép számmal élnek angolnák.

A balatoni angolna táplálkozását több kutató is vizsgálta (Bíró 1974, Szitó & Búz 1976, Müller et al. 2005, Specziár 2010). 1982–1984 között egy kutatási program keretében elkészített zárójelentés e tárgykörből született eredményeiről pedig Virág (1998) számolt be. A telepítések következtében drasztikusan megnövekedett angolnaállomány jelentős mértékben lekötötte a tó bentikus táplálékkészletét, ezáltal konkurensévé vált más őshonos halfajoknak, például a dévérkeszegnek, *Abramis brama* (L.), a vágódurbincsnak, *Gymnocephalus cernua* (L.), a kősüllőnek, *Sander volgensis* (Gmelin), de kisebb részt a pontynak, *Cyprinus carpio* L. is. Részleges ragadozó volta folytán erőteljesen pusztítja a lassú mozgású halivadékokat, így pl. a fogassüllő, *Sander lucioperca* (L.), a kősüllő és a vágódurbincs ivadékát, de jelentős az angolna ikrafogyasztása is. Szerepe lehetett a kecskerák, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz) Balatonból történt kipusztulásában, több kistermetű őshonos halfaj állományának jelentős visszaesésében vagy eltűnésében (pl.: csíkfajok, menyhal, *Lota lota* (L.)), de mindemellett feltehetően jelentős károkat okoz az ívó küszrajokban (*Alburnus alburnus* (L.)) is. Az angolna minden bizonnyal jelentős hatással lehet a kétéltű- és gerinctelenfaunájára is (Specziár 2010).

2010-ben egy pályázat keretén belül a SZIE Halgazdálkodási Tanszéke az MTA Őkológiai Kutatóközpont Balatoni Limnológiai Intézettel (akkori nevén MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet) összehangolva nyomon követte a balatoni angolnák ún. silvering (az ivaréres kezdeti) folyamatait. A vizsgálatok során emellett lehetőség adódott a gyűjtött angolnák gyomortartalmának vizsgálatára.

Anyag és módszer

A mintavételeket 2010 májusától szeptemberig, havi rendszerességgel, elektromos halászberendezéssel végeztük a reggeli órákban (7.00–10.00 h). A halászatot csónakból, a partvonaltól 2-3 m-re hajtottuk végre, az MTA ŐK Balatoni Limnológiai Intézet tihanyi mólójánál. A fogások idejét és a kifogott halak számát az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat. Angolnagyűjtések összesített adatai
Table 1. Summarised data of eel samplings

Dátum Date	Egyedszám N of eels	Standard hossz (SL, mm) átlag±szórás/mean±SD	Tömeg (W, g) átlag±szórás/mean±SD
2010. május 27.	20	696,3±76,7	651,5±234,8
2010. június 17.	8	722,3±79,7	764,1±217,9
2010. július 28.	17	708,6±51,3	765,0±186,8
2010. augusztus 26.	15	671,7±71,8	580,7±195,4
2010. szeptember 30.	10	711,8±75,7	739,4±242,0

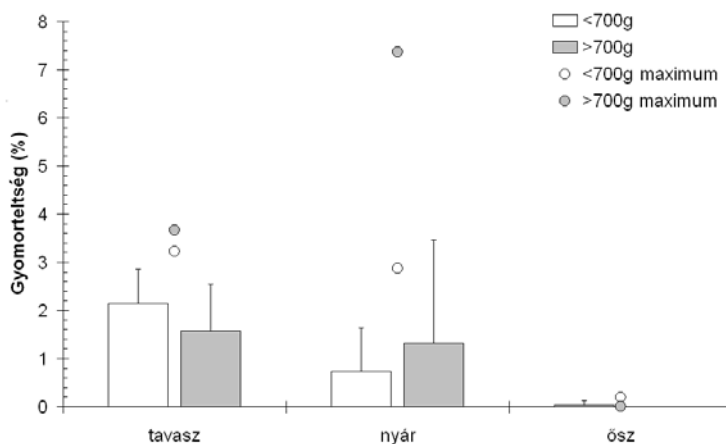
Gyomortartalom-vizsgálat: a gyomortartalmat lemértük és fixáló folyadékot (formalin) tartalmazó üvegszöbe eltettük. Kiértékeléskor a gyomortartalmat Petri-csészébe mostuk, megtisztítottuk, majd amennyiben lehetséges, úgy fajra, amennyiben nem, úgy nagyobb

rendszerinti egységre határoztuk, majd mértük az egyes tápláléktípusok tömegét. Az angolnákat a tömegük alapján két csoportba (700 g alatt és 700 g felett) bontottuk és évszakonként is értékeltük. A táplálék összetételében mutatkozó eltérések kimutatására diszkriminancia-elemzést használtunk, a Statistica 8.0 program segítségével. Az elemzéshez a relatív táplálékösszetételre vonatkozó adatokat a normalitás feltételeinek közelítése érdekében arcsin($x^{0.5}$) transzformáltuk.

Eredmények

A kifogott 70 angolnából 36 egyednek (51,4 %) a gyomrában találtunk táplálékot. Öt egyed emésztőtraktusában bélélősködő fonálférget találtunk. A maradék 29 angolna emésztőcsatornája üres volt (41,4 %). A halakban egyedenként 0,5–77,9 g gyomortartalmat mértünk (átlag: 12,8g). A tavasszal begyűjtött 20 halból 16-ban találtunk táplálékot, 3-ban bélélősködő parazitát. A nyári gyűjtések során 40 halat fogtunk, ebből 20 angolna emésztőrendszerében találtunk táplálékot, illetve 2 bélrendszerében bélélősködő fonálférget. Az ősszel gyűjtött 10 angolna egyikének gyomrában sem találtunk értékelhető mennyiségű táplálékot.

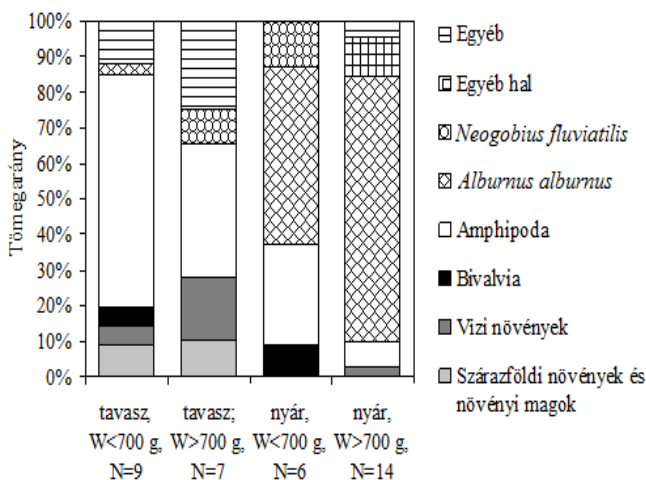
Az átlagos gyomorteltség tavasszal volt a legnagyobb, míg ősszel a legkisebb, ekkor gyakorlatilag nem is volt frissen fogyasztott táplálék a halak emésztőrendszerében (1. ábra). A táplálék részletesebb elemzésére így csak a tavaszi és nyári minták alapján nyílt lehetőség.



1. ábra. Angolnák gyomorteltsége (átlag és szórás) két testtömeg-kategóriában, évszakonként
 Fig. 1. Seasonal changes in stomach fullness (mean±SD) by body mass categories of eels

A két időszakban az angolnák táplálékának összetétele jelentősen különbözött (2. ábra). Tavasszal legnagyobb arányban Amphipoda rákokat fogyasztottak, míg nyáron a szélhajtó kűsz adta a táplálék zömét. Ehhez képest a testmérethez rendelhető különbségek jóval kisebbek voltak a táplálék összetételét illetően. A tavaszi fogásokban meghatározható táplálékszervezetek között nagy mennyiségben találtunk bolharákat (Gammaridae spp.) mind a 700 g alatti, illetve feletti egyedekben. Azonban megfigyelhető volt, hogy a 700 g feletti egyedekben némileg megnőtt az elfogyasztott vízi, illetve szárazföldi növények és magok mennyisége. A nyári hónapokban a kűsz-, illetve halfogyasztás aránya ugrott meg mindkét csoportban. A halak mellett ugyanúgy szerepeltek a táplálékban Amphipoda rákok, illetve kagylók és csigák, de jóval kisebb arányban. Egyéb kategóriába soroltunk minden olyan táplálékszervezetet, amelyet nem tudtunk a már említett csoportokba besorolni. Ide tartoznak az előrehaladottabb emésztettségi állapotban lévő, meghatározásra alkalmatlan szervezetek is. Ezenfelül találtunk kavicsokat a béltartalmakban, 2 egyed gyomrában

műanyag zacskót, illetve fémdarabkát és nagyméretű pikkelyeket is, amely a dögevést valószínűsíti.



2. ábra. A 700 g alatti és fölötti angolnák tavaszi és nyári táplálékának összetétele
 Fig. 2. Seasonal changes of diet of eels depending on their body mass

A táplálék összetételében mutatkozó különbségeket diszkriminancia-elemzéssel teszteltük. Az elemzés szerint a két vizsgált méretcsoport tápláléka sem tavasszal, sem nyáron nem különbözött el szignifikánsan, ugyanakkor a két időszak eltérőségét sikerült igazolni (2. táblázat, 3. ábra). Az „évszakos” különbségekből adódó varianciát az 1. diszkriminancia tengely írja le. Ezzel a tengellyel a táplálékalkotók közül a kűsz ($r = 0,71$), az Amphipoda rákok ($r = -0,50$) és a szárazföldi eredetű növényi részek és magok ($r = -0,39$) mutatják a legmagasabb korrelációt.

Az angolnák tömegéből eredő varianciát a 2. diszkriminanciatengely írja le. Ezzel a tengellyel a kagylók ($r = -0,43$), az Amphipoda rákok, ($r = -0,36$) és a vízinövények ($r = 0,34$) mutatnak magasabb korrelációt. Ám, mint már korábban említettük, e tengely mentén már nem tekinthetők szignifikánsnak az egyes vizsgálati csoportok között mutatkozó eltérések.

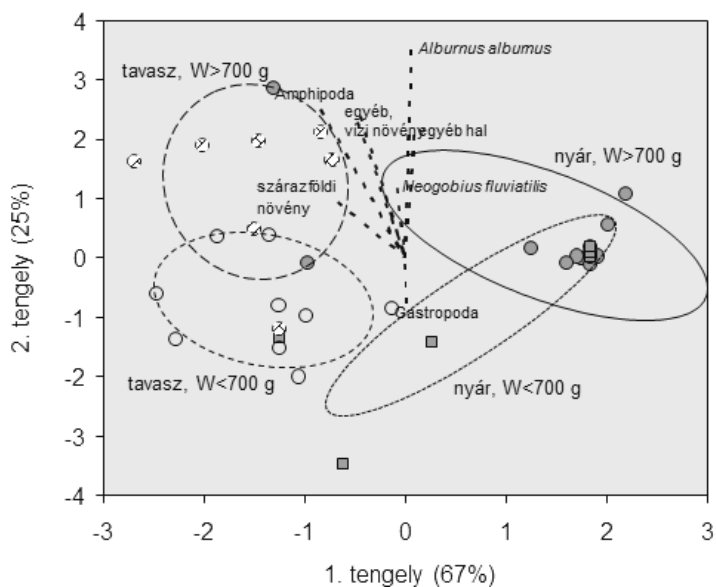
Értékelés

Vizsgálataink alapján az angolna opportunista ragadozó, az adott évszak táplálékkínálatához alkalmazkodik. Tavasszal inkább makrogerinctelenek szerepelnek az étlapján, nyáron a kűszök ívásának kezdetével válik elsődlegesen hlevővé. A táplálékot fogyasztó és pillanatnyilag nem táplálkozó angolnák aránya ingadozást mutat, hiszen az augusztusi és szeptemberi mintavételezéskor nem találtunk táplálékot a gyomortartalomban. Szító és Búz (1975) a nyíltvízben táplálkozó angolnák esetében összefüggést talált a víz hőmérséklet és a táplálékot fogyasztott angolnák százalékos aránya között. 17,8–21,3 °C víz hőmérséklet felett 50–90% a gyomortartalommal rendelkező angolnák aránya, míg ez az érték 9,4–13°C-nál csupán 15–25% volt.

Bíró (1974) megfigyelései szerint a tó parti sávjában az angolnák főként rákokkal (*Asellus aquaticus*, *Dikerogammarus* spp., *Chelicorophium curvispinum* és *Limnomysis benedeni*), kisebbrészt pedig egyéb bevonatlató gerinctelen szervezetekkel, így árvaszúnyoglárvákkal, puhatestűekkel és tegzesekkel táplálkoztak. Halfogyasztás (vágódurbincs, kűsz és egyéb pontyfélék) elsősorban május és június folyamán fordult elő. A nyíltvízen az angolnák főként árvaszúnyoglárvákkal és kisebbrészt halakkal (kűsz, fogassüllő és vágódurbincs) táplálkoztak.

2. táblázat. A diszkriminanciaelemzés során tesztelt csoportok páronkénti elkülöníthetőségét jellemző p-értékek
 A szignifikáns elkülönülést kiemelés jelzi $p < 0.05$ valószínűségi szinten
 Table 2. Separability (p values) of eel samples based on their stomach content according to the Discriminant analysis. Bold values indicate the significant separation at $p < 0.05$

	tavaszi, spring W<700 g	tavaszi, spring W>700 g	nyári, summer W<700 g	nyári, summer W>700 g
tavaszi, spring W<700 g	-	0.211	0.153	0.002
tavaszi, spring W>700 g	0.211	-	0.035	0.006
nyári, summer W<700 g	0.153	0.035	-	0.356
nyári, summer W>700 g	0.002	0.006	0.356	-



3. ábra. Az angolna táplálékának elkülönülése a fogás ideje és a testtömeg függvényében, a diszkriminanciaelemzés alapján ($F_{27,70}=2.30$; $p < 0.0027$). A két diszkriminációtengely a táplálékban megfigyelhető teljes variancia 92%-át magyarázza. Az ábrán a csoport súlypontokhoz rendelhető 95%-os "range"-elipszisek is fel vannak tüntetve

Fig. 3. Separation of the diet of eel by sampling season and body mass according to discriminant analysis ($F_{27,70} = 2.30$, $p < 0.0027$). First and second canonical axes explain 92% of the total dietary variability. 95% range ellipse corresponding to centroids of each sample each groups are indicated

Az 1982–84-ben végzett vizsgálatok az előzőektől jelentősen eltérő eredményt hoztak (Paulovits & Bíró 1988). Ekkor a parti sávban gyűjtött angolnák táplálékát 93,5%-ban a kűsz képezte. A nyíltvízen a főtáplálék az árvaszűnyoglarva volt, amely a táplálék 55.6%-át tette ki. Ugyanakkor a második legjelentősebb táplálék itt is a kűsz volt, 32%-os arányban. Mindkét élőhelyen megfigyelhető volt az ívási időszakban ikrafogyasztás, amelynek aránya a bétartalomban azonban rendszerint 1% alatt maradt. A jelenlegi eredmények tehát jó összhangban vannak a parti sávra vonatkozó korábbi megfigyelésekkel, szem előtt tartva az évszakos trendeket is. Vizsgálataink során ikrával nem találkoztunk a gyomortartalomban, de ikrafogyasztásra utaló jeleket azért találtunk (növényi részek, gyökerek elnyelése), ami egyezik Müller és munkatársai (2005) vizsgálati eredményeivel, akik egy esetben borókatűskéket is találtak a gyomorban, amelyek egyértelműen süllőfészekből származtak (süllő- és/vagy bodorkaikra fogyasztására utalva). Közvetett jeltől ítélve dögevés is

előfordulhat az angolnáknál. Ugyanis egy májusi gyomortartalomban olyan pikkelyeket találtunk, amelyek túl nagy méretűek voltak ahhoz, hogy egészben lenyelt élő halból származzanak.



4. ábra. Májusi fogások során begyűjtött angolnák gyomortartalma: egy 681 mm-es, 557,6 g-os angolna gyomortartalma (balra); egy 790 mm-es, 1089,6 g-os angolna gyomortartalma (jobbra)
Fig. 4. Diets of eels from sampling in May. Left - SL: 681 mm, W: 557.6 g; right - SL: 790 mm, W: 1089.6g



5. ábra. Júniusi fogások során gyűjtött angolnák gyomortartalma: egy 719 mm-es, 773,7 g-os angolna 50,35 g tömegű gyomortartalma (balra); egy 700 mm-es, 661,5 g-os angolna gyomortartalma (jobbra)
Fig. 5. Diets of eels from sampling in June. Left - SL: 719 mm, W: 773.7 g, stomach content 50.53 g; right - SL: 700 mm, W: 661.5 g

A nyári nagyarányú kűszfogyasztás a parti övben párhuzamba állítható ezen halak ívási szokásaival: az első két nyári hónapban kizárólag hím kűszöket (here megléte) találtunk a gyomortartalomban, ami a tejesek területfoglalásával állhat kapcsolatban.

Megfigyeléseink szerint a kagylók, csigák, és legfőképpen a bolharákok (*Dikerogammarus* spp.) mennyisége tavasszal nagyobb részarányt képviselt, mint nyáron.

Egy Virág (1998) által idézett kutatási jelentés, illetve Bíró régebbi (Bíró 1974) megfigyelései szerint Tihanynál jelentős mértékben a felemáslábú rákok, míg Keszthelynél az árvaszúnyoglárvák alkotják főképpen az angolna táplálékát. Eredményeink részben alátámasztják ezt a megállapítást, hiszen a tihanyi gyűjtésben valóban jelentős mennyiségű bolharákot találtunk. Bíró (1974) a part menti sávban élő angolnák táplálkozására vonatkozó vizsgálataihoz képest nem találtunk víziászskát (*Asellus aquaticus*). Meg kell említeni azonban, hogy Bíró (1974) vizsgálataiban a jelenleginél (>440 mm) jóval kisebb (>135 mm) halak is szerepeltek, így egyes, kisebb termetű táplálékszervezetek mostani hiánya a gyomortartalomban ebből is származhat.

Több esetben találtunk növényi eredetű táplálékot – vízi növényeket, szárazföldi növények magvait, gyökérmaradványokat –, illetve kavicsot, üvegszilánkot, fémdarabot, műanyag zacskót a halak gyomrában. Ezek más, állati eredetű táplálékkal, feltehetően ikrával, esetleg a növényeken, élettelen anyagokban, vagy körülöttük élő táplálékszervezetekre való rárontáskor kerültek véletlenül felvételre. Nem zárható ki ugyanakkor az sem, hogy a hullámmozgással mozgásba kerülve ezen anyagok maguk váltottak ki téves ragadozó magatartást. A nem állati eredetű gyomortartalomról – hínár, náddarab, egyéb – más szerzők is beszámoltak már (Virág 1998, Bíró 1974, Szító & Búz 1975, Müller et al. 2005).

A táplálékszervezetek egymás mellett való előfordulását is vizsgáltuk. Megfigyeléseink alapján a halat általában önmagukban fogyasztják az angolnák. Habár a kagylót, csigát, bentiikus szervezeteket gyakran egymással kombinálva, egymást kiegészítve veszi fel a táplálkozás során az angolna, a kagyló és a bolharák előfordulhat önmagában is, mint fő táplálék. Az angolna táplálkozására jellemző, hogy igen sokféle vízben előforduló szervezetet elfogyaszt, és jól alkalmazkodik az egyes időszakokban fellelhető táplálékkínálathoz. Szító és Búz (1975) megfigyelései alapján a Balaton nyílt vizében élő angolnák a legnagyobb egyedszámban az iszaplakó árvaszúnyoglárvákat fogyasztják, majd ezt követik egyedszámban a kagylók és a bolharák. Ha az árvaszúnyoglárvák mennyisége csökken, akkor az angolnák táplálékában a kagylók szerepe megnő, de ugyanez a halakra vonatkozóan nem tapasztalható.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Báthory Istvánnak aki segítséget nyújtott az angolnagyűjtésekben. A vizsgálatainkat az MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíj (BO/00054/12/4) és a Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund (project no. 12252178) anyagi támogatásával végeztük.

Irodalom

- Bíró P. (1974). Observations on the food of eel (*Anguilla anguilla* L.) in Lake Balaton. *Annales Instituti Biologici* (Tihany) 41: 183–185.
- Gönczy J., Tahy B. (1985): *Az angolna*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 206.
- Horváth K. (1971): Tapasztalatok a Balaton angolnagazdálkodásában. *Halászat* 64/1: 8–9.
- Károlyi S. (1928): Az angolna-kérdésről gyakorlati szempontból. *Halászat* 29: 77.
- Müller T., Kondorosy E., Kiss B., Kucska B., Bercsényi M., Székely Cs. (2005): Az angolna (*Anguilla anguilla* L.) szezonális táplálkozási sajátosságai a Balatonban. *IV. Kárpát-medencei Biológiai Szimpózium. Budapest, 2005. október 17-19.* Előadaskötet, p. 457–463.
- Paulovits G., Bíró P. (1986): Age determination and growth of eel, *Anguilla anguilla* (L.), in lake Fertő Hungary. *Fisheries Research* 4: 101–110.
- Specziár A. (2010): A Balaton halfaunája: a halállomány összetétele, az egyes halfajok életkörülményei és a halállomány korszerű hasznosításának feltételrendszere. *Acta Biologica Debrecina Supplementum Oecologica Hungarica* 23: 7–185.
- Szító A., Búz E. (1975): Az angolnák tápláléka a Balaton nyílt vizén. *Halászat* 69/6: 171–172.
- Virág Á. (1998): *A Balaton múltja és jelene*. Egri Nyomda Kft. Eger, pp. 904.

Authors:

Bernadett ÁCS, András SPECZIÁR, Zsolt BOCZONÁDI, Béla URBÁNYI, Tamás MÜLLER (Muller.Tamas@mkk.szie.hu)