

DEBRECENI EGYETEM
HIDROBIOLÓGIAI TANSZÉK

XXXI. OTDK Biológia Szekció

**Egy inváziós halfaj, az amurgéb (*Perccottus glenii* Dybowski,
1877) táplálkozásökológiai vizsgálata**



Készítette:

Kati Sára, II. évf. Hidrobiológus MSc

Témavezetők:

Dr. Erős Tibor tudományos főmunkatárs, MTA ÖK BLI

Antal László egyetemi tanársegéd, DE TTK Hidrobiológiai Tanszék

Mozsár Attila PhD-hallgató, DE TTK Hidrobiológiai Tanszék

**Debrecen
2012**

TARTALOMJEGYZÉK

I. Bevezetés.....	3
Célkitűzés.....	6
II. Anyag és módszer	7
II/1. Mintavétel	7
II/2. Laboratóriumi feldolgozás	8
II/3. Statisztikai módszerek.....	9
III. Eredmények.....	11
III/1. Makrogerinctelen közösségek összetétele	11
III/2. Az amurgéb táplálék-összetételének jellemzése.....	12
III/2. a. Amundsen-féle ábrázolás	12
III/2. b. Az amurgéb táplálék-összetételének hasonlósági mintázata.....	14
III/2. c. Az amurgéb táplálék-összetételének összevetése a táplálékkínálattal	15
III/2. d. A gyomorteltségi adatok méret, évszak és mintavételi hely függése.....	17
IV. Eredmények értékelése.....	18
V. Összefoglalás	23
VI. Irodalomjegyzék.....	25
VII. Köszönetnyilvánítás	28
VIII. Függelék	29

I. BEVEZETÉS

Az élőhelyek rohamos mértékű degradációja mellett a fajok kihalásáért és így a biodiverzitás csökkenéséért az idegen-honos, inváziós fajok betelepülése tehető leginkább felelőssé (CLAVERO & GARCIA-BERTHOU 2005, CASAL 2006, KHAN & PANIKKAR 2009). Így a természetvédelmi és ökológiai kutatások központi kérdésévé vált az idegenhonos fajok terjedésének, hatásainak és az ellenük való védekezés lehetőségeinek feltárása (GOZLAN 2008).

Az inváziós halfajok terjedése főként az emberi tevékenységnek köszönhető (COPP ET AL. 2005), de természetes folyamatok is közrejátszhatnak (HARKA & BÍRÓ 2005). A halfajok terjesztésének fő mozgató rugója a gazdasági érdek (GOZLAN 2008), legyen szó akár húsáért tenyésztett haszonhalról (WILLIAMSON & GARVEY 2005), akváriumi díszhalról (FOX ET AL. 2007), az egyre jobban terjedő horgászturizmusnak köszönhető sporthalról (COPP ET AL. 2005), vagy vízminőség javítási célokról betelepített fajokról (WANNER & KLUMB 2009). A gazdasági érdekek mellett azonban a fejlődő országok élelmezése miatt is szállítanak idegenhonos halfajokat a szegényebb régiókba (GOZLAN 2008). Bizonyos esetekben pedig az emberi mulasztás eredményeképp „gazdagodik” az adott terület egy idegenhonos fajjal (GOZLAN ET AL. 2010).

Az idegenhonos fajoknak azonban csak a töredékéből válik sikeres inváziós faj. WILLIAMSON 1996-ban megalkotott „tízes szabálya” szerint az újonnan betelepülő fajok mindössze 10 százaléka képes megtelepedni a nem őshonos területeken, és ezeknek is csak 10 százaléka alkalmas arra, hogy az új elterjedési területeken sikeressé váljon. Sikerüket gyakran életmenetük plasztikusságának köszönhetik, vagyis, ha a környezet úgy kívánja, hamar ivaréretté válnak, ezáltal reprodukciós sikerük is jelentősen nő (GOZLAN ET AL. 2010, GRABOWSKA ET AL. 2010). A terjeszkedés kezdeti szakaszában egyfajta r-stratégiára van szüksége a fajnak, mely lehetővé teszi a gyors kolonizálást és a sikeres megtelepedést. Ezt követően azonban a sikert az a képesség hordozza magában, hogy képes-e a faj áttérni K-stratégiára, mellyel biztosítani tudja a jövőjét (FOX ET AL. 2007).

Az idegenhonos fajok terjedését segíti, hogy populációik a természetes szabályzó folyamataik alól mentesülnek az új környezetben, valamint az új élőhely közösségének tagjai sokszor nem képesek védekezni ellenük, az evolúciós fejlődés során kialakuló védelmi mechanizmusok hiánya miatt (MILLS ET AL. 2004). Ennek eredményeképp olyan jelentős fölénybe kerülhetnek az őshonos fajokkal szemben, ami akár az őshonos faj eltűnéséhez,

kihálásához is vezethet (KHAN & PANIKKAR 2009). Közösségökológiai szempontból igen fontos kérdés, hogy miként illeszkedik be az új faj a közösség trofikus hálójába. A közösségre gyakorolt hatásuk óriási lehet, sokrétűsége miatt megbecsülni is nagyon nehéz (VITULE ET AL. 2009, LENHARDT ET AL. 2010). Hatással vannak a tápanyag és energiaáramlási folyamatokra, kompetíciós és predációs nyomást gyakorolnak a közösség tagjaira valamint jelenlétükkel csökkentik az elérhető források mennyiségét (GOZLAN 2008, KHAN & PANIKKAR 2009). A nagy egyedszámuk és biomasszájuk és az őshonos fajok biomasszájának csökkenése révén a trofikus háló egyszerűsödését okozhatják (KHAN & PANIKKAR 2009).

Az utóbbi évtizedek egyik legjelentősebb Keletről érkező inváziós faja a Pontokaspikus gébfélék mellett az amurgéb (COPP ET AL. 2005, RESHETNIKOV & FICETOLA 2011). Az amurgéb eredeti elterjedési területe Távol-Keleten, az Amur folyó vízgyűjtőterületén található (BOGUTSKAYA & NASEKA 2002). Terjeszkedését a XX. század első felében kezdte meg, mára az egyik legsikeresebb inváziós fajjá vált (COPP ET AL. 2005) és Európa számos országában jelen van, jelenleg azonban még „csupán” Kelet és Közép-Európában (GRABOWSKA ET AL. 2010, NOWAK ET AL. 2008, KOŠČO ET AL. 2003, HEGEDIS ET AL. 2007).

Betelepülésére, terjedésére több lehetséges magyarázatot ismerünk. Elképzelhető, hogy akváriumai halként került be nyugatra. Valószínűnek tartják azt is, hogy a faj a keletről érkező haszonhalak ivadékaival kerülhetett be az európai vizekbe (COPP ET AL. 2005). Nem zárható ki az sem, hogy elszabadult csalihalak a faj első képviselői, mivel szívóssága miatt nagy távolságú szállítást is túléli, így a horgászok előszeretettel használják (HARKA & SALLAI 1999).

Az első amurgébet hazánkban 1997 őszén találták meg a Tisza-tóban, Tiszafürednél (HARKA 1998). Megjelenését követően a faj gyors terjeszkedésbe kezdett a Tisza mentén (HARKA & SALLAI 1999) és jelenleg tömeges állományalkotó faj számos síkvidéki vízfolyásban és mellékágban a folyó vízgyűjtőjén. A faj magyarországi terjedésének mérföldköve volt, 2008-as Dunántúli megjelenése a Marótvölgyi-vízfolyásban (ERŐS ET AL. 2008). Elég valószínűtlen, hogy a faj magától jutott el ehhez a balatoni befolyóhoz, sokkal valószínűbb hogy a vízfolyás közelében található apróbb halastavakba szállították be haszonhalak ivadékaival. Igen nagy aggodalomra ad okot a faj Balaton környéki megjelenése, ugyanis ezzel veszélyeztetheti a Kis-Balatonban élő fokozottan védett bennszülött halfajunknak, a lápi pócnak (*Umbra krameri*) az állományát.

Az amurgéb táplálkozásbiológiájával nemzetközi szinten is igen kevés tanulmány foglalkozik, melynek oka, hogy az amurgéb egy-két évtizede még egy gazdaságilag nem hasznosított és ezért kevésbé kutatott, jelentéktelen halszámított. Rohamos mértékű

inváziója azonban szükségessé teszi, hogy részletes ismeretekkel rendelkezünk a faj táplálkozásökológiájáról. Az eddigi irodalom áttekintése alapján az amurgéb táplálkozását – a legtöbb inváziós fajhoz hasonlóan – széles táplálékspektrum jellemzi (SZÍTÓ & HARKA 2000, ORLOVA ET AL. 2006, KOŠČO ET AL. 2008, GRABOWSKA ET AL. 2009). Főként makrogerinctelen szervezeteket fogyaszt, azok közül leginkább az árvaszúnyog lárvákat, szitakötőket, kérészlárvákat, ászkarákat és csigákat (SZÍTÓ & HARKA 2000, KOŠČO ET AL. 2008, GRABOWSKA ET AL. 2009). A nagyobb egyedek esetében jelentős lehet a halfogyasztás – néha kannibalizmus –, ez azonban csak kiegészítő táplálékul szolgál számára (SZÍTÓ & HARKA 2000). Kisebb vízterekben a kétéltűek lárváit is előszeretettel fogyasztja (RESHETNIKOV 2003). A predáción túl az amurgéb és a kifejlett farkas kétéltűek között táplálékátfedés is megfigyelhető (RESHETNIKOV 2003). Az eddigi vizsgálatok tanulsága szerint éles táplálékváltás nem figyelhető meg a faj esetében, habár SINELNIKOV (loc. cit GRABOWSKA ET AL. 2009) 2009-es tanulmányában három méretcsoportot különít el táplálék szerint, ezek a kategóriák nagy mérettartományt ölelnek fel és sokszor erősen átfednek. A kisebb egyedek nagyrészt zooplanktonnal, a nagyobbak bentikus makrogerinctelenekkel táplálkoznak, míg a legnagyobbaknál több csigát, esetenként halat és kétéltűeket találhatunk a gyomortartalomban.

Célkitűzés

A hazánkban megjelenő inváziós halfajok közül az egyik legújabb és legsikeresebb az amurgéb (*Perccottus glenii*), amely betelepülését követően gyorsan elszaporodik és hamar nagy biomassa elérésére képes. Hazai terjedése igen nagy figyelemnek örvend (HARKA & SALLAI 1999, ERŐS ET AL. 2008, ANTAL ET AL. 2009), de az itt élő populációkra irányuló részletesebb vizsgálatok száma igen csekély (SZÍTÓ & HARKA 2000). A gazdaságilag nem hasznosított és ezért idáig viszonylag figyelmen kívül hagyott, majd alig két évtized alatt Kelet és Közép-Európában robbanásszerűen terjedő halfaj táplálkozásökológiájáról a nemzetközi szakirodalomban is alig találunk még részletes vizsgálatokat (KOŠČO ET AL. 2008, GRABOWSKA ET AL. 2009).

Dolgozatunkban egy állóvíz (Rakamazi Nagy-morotva), és egy vízfolyás (Lónyai-főcsatorna) amurgéb populációjának részletes táplálkozásbiológiai elemzését végeztük el és a következő kérdésekre kerestük a választ:

 Milyen az amurgébek számára potenciális táplálékbázist jelentő bentikus makrogerinctelen közösség évszakos összetétele két eltérő élőhely típusban, a Rakamazi Nagy morotvában és a Lónyai főcsatornában?

 Mi jellemzi az amurgéb táplálékának évszakos és élőhely típusok szerinti összetételét?

 Miként változik a táplálék összetétele a testhosszúság növekedésével?

 Milyen hasonlóságok és különbségek tapasztalhatóak a halak táplálék-összetétele és az élőhelyeken előforduló bentikus makrogerinctelen közösség minőségi, valamint relatív mennyiségi összetétele között?

A dolgozatunkban ismertetett eredmények az amurgéb táplálékszelektivitásának és a különböző élőhelyek, korcsoportok egyidejű, egy egész vegetációperiódusra kiterjedő vizsgálatával hazai és nemzetközi szinten is hiánypótlónak tekinthetők. Az eredmények hozzájárulnak ezen inváziós halfajnak az édesvízi táplálékhálózatban betöltött szerepének megismeréséhez, lehetséges ökológiai hatásainak értelmezéséhez.

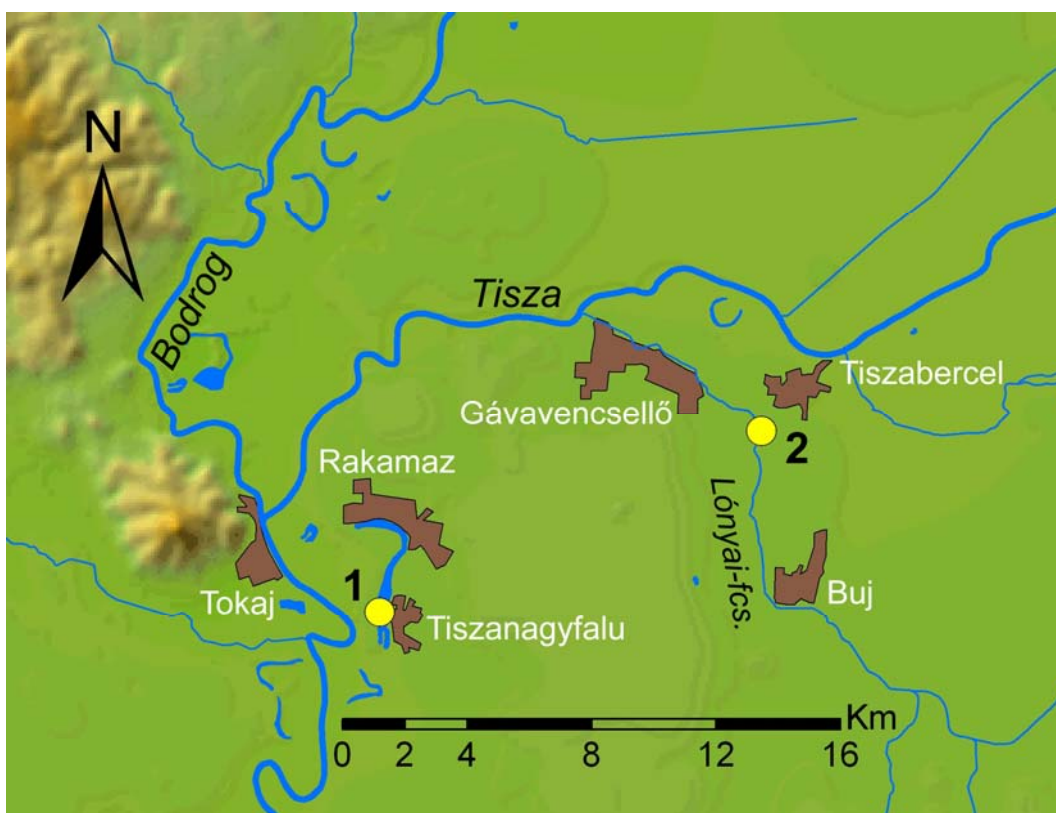
II. ANYAG ÉS MÓDSZER

II/1. Mintavétel

A halak begyűjtésére 2011-ben került sor, évszakonkénti rendszerességgel. A tavaszi gyűjtés április 7-én, a nyári július 2-án, az őszi pedig október 10-én történt.

A Rakamazi Nagy-morotva (RNM) (1. ábra, I. függelék) egy természetes úton lefűződött, növényzettel dúsan benőtt holtmeder. Hossza 4,4 km, átlagos szélessége 200 m, átlagos mélysége 1,8 m. A Tisza bal partjának hullámterében fekszik. Vízpótlását árhullámok vizével, vagy hullámtéri csatornán keresztül oldják meg. Még nem természetvédelmi terület, de várható az országos védettség alá helyezése.

A Lónyai-főcsatorna (LOF) (1. ábra, II. függelék) egy jelentős vízszintingadozással jellemezhető mesterséges vízfolyás. Berkeszről kiindulva a Nyírség vizeit gyűjti össze, melyet Gávavencsellő alatt vezet a Tiszába. A főcsatorna hossza 91 km, több, kisebb-nagyobb vízfolyás torkollik bele. Vízugyűjtő területén a felszín alatti rétegekből felbukkanó vizek mellett, olvadékvizeknek, belvizeknek, valamint települések – különböző mértékben tisztított – szennyvizeinek fő elvezetője.



1. ábra: A mintavételi helyek: 1. Rakamazi Nagy-morotva (Tiszanagyfalu), 2. Lónyai-főcsatorna (Tiszabercel)

A mintavétel során akkumulátoros, egyenárammal működő elektromos halászgépet használtunk. Minden mintavétel alkalmával legalább 50 egyedet gyűjtöttük, amely feltehetően jól reprezentálja a populáció összetételét, bár az ivadék (<2 cm) halakat az elektromos halászgép nem megfelelő hatékonysággal gyűjti. A halakat szegfűszeg olaj alkalmazásával túltaltattuk, majd 5%-os formalinban tartósítottuk.

A halászzattal egyidejűleg a táplálékkészlet felméréséhez vízi makrogerinctelen mintavételre is sor került. A gyűjtéseket minden alkalommal ugyanazon mintavételi szakasz parti régiójában 25x25 cm-es, 250 µm lyukbőségű, kézi egyelőhálóval végeztük az AQEM protokoll alapján (www.aqem.de). A szemikvantitatív mintavétel az adott mintavételi szakaszra reprezentatívan, az egyes habitat-típusok arányának figyelembe vételével, szekciónként 3 replikátummal történt. A begyűjtött makrogerinctelen egyedeket főbb taxonok szerint a helyszínen szétválogattuk, majd 5%-os formalinban tartósítottuk.

II/2. Laboratóriumi feldolgozás

A laboratóriumban lemértük az egyedek standard és teljes testhosszát, valamint testtömegüket. A halakat standard testhossz alapján négy méretcsoportra osztottuk (> 20mm: 0.mcs, 20-40mm: I.mcs, 40-60mm: II.mcs, 60 < mm: III.mcs). Ezt követően, a boncolás során eltávolítottuk a bélcsatorna első egyharmadát (gyomrot). Ebben a szakaszban az elfogyasztott táplálék emésztése még nem történik meg teljes mértékben, így az adott táplálékszervezet azonosítása sokkal pontosabban lehetséges. A gyomor felnyitása után a gyomortartalom nedvességét leitattuk, majd lemértük (0,0001 g pontossággal), illetve becsültük a gyomor telítettségét (%). Kiszámítottuk e mellett a halak gyomortelítettségi indexét (GFC) is (GRABOWSKA & GRABOWSKI 2005), melynek képlete a következő:

$$GFC = [W_{gyt} / (W - W_{gyt})] * 1000$$

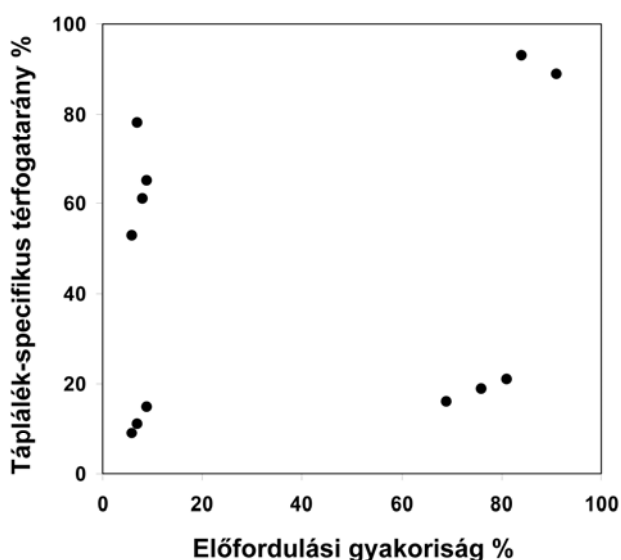
ahol a W_{gyt} a gyomortartalom nedves tömege, a W pedig a halegyed tömege.

A táplálékszervezeteket sztereomikroszkóp segítségével, a makrogerinctelen minták esetében alkalmazott taxon szintig válogattuk szét. Azt is megbecsültük, hogy az egyes csoportok a teljes gyomortartalom hány százalékát teszik ki. A makrogerinctelen mintákat egyes méretcsoportoknak megfelelően raktuk el, majd ezek együttes méretcsoportonkénti tömegét is lemértük.

A környezetből gyűjtött makrogerinctelen mintákat sztereomikroszkóp segítségével lehető legalacsonyabb taxon szintig határoztuk meg. A határozást követően csoportonként leitattuk a mintákat, majd analitikai mérlegen lemértük a nedves tömeget.

II/3. Statisztikai módszerek

A halak táplálkozási stratégiáját az Amundsen-féle grafikus ábrázolási módszerrel elemeztük (AMUNDSEN ET AL. 1996). A módszer lényege, hogy egy koordináta-rendszer x tengelyén az egyes táplálék-kategóriák előfordulási gyakoriságát ábrázoljuk (%), míg az y tengelyen az egyes táplálék-kategóriák tömegszázalékos részesedését (%). Mivel a térfogat részesedést csak azon halak esetében számoltuk, melyeknél az adott táplálékkategória előfordult, a két tengely által kijelölt pont és az így keletkező téglalap arányos az adott táplálék-kategória részesedésével az össztérfogatból. A módszer előnye, hogy következtetni tudunk a vizsgált faj táplálkozási stratégiájára mind populációs, mind egyedi szinten. Az origóhoz közel, az ábra bal alján (2. ábra) elhelyezkedő csoportokat a vizsgált faj viszonylag kevés alkalommal (kis előfordulási gyakoriság), és akkor is kis mennyiségben (kis tömegszázalékos részesedés) fogyasztja. Az ábra bal felső részén található csoportokat szintén ritkán, de akkor nagy mennyiségben fogyasztja, ami specialista táplálkozásra utal. A jobb felső sarokban elhelyezkedő csoportokra nagy tömegszázalékos arány és gyakori fogyasztás jellemző. A jobbalsó területen lévő csoportok generalista táplálkozási stratégiára utalnak. Az itt megjelenő taxonokat gyakran, de kis mennyiségben fogyasztja. Ez a táplálkozási stratégia fontos ökológiai jelenségre utalhat (de nem bizonyítja), mivel a faj így képes elkerülni a fajon belüli versengést.



2. ábra: Az Amundsen-féle grafikus ábrázolási mód a táplálékszervezetek jelentőségének meghatározására. Bővebb magyarázat a szövegben.

Az amurgébek különböző méretkategóriákban, különböző mintavételi helyeken és eltérő évszakokban megfigyelt táplálék-összetételének hasonlósági mintázatát klaszteranalízis segítségével tártuk fel. Az táplálék-összetétel átlagos százalékos adatait Euklideszi távolság függvényt alkalmazva, a súlyozatlan csoportátlag (UPGMA) összevonási algoritmus alapján készült fa segítségével értékeltük (PODANI 1997).

Az amurgébek szelektivitásának vizsgálata érdekében grafikusan összevetettük az egyes állatcsoportok tömegarányát a környezetben (x-tengely) és a táplálékban (y-tengely) (BORZA ET AL. 2009). A koordinációs rendszer közepén húzódó, 1-es meredekségű egyenes alatt elhelyezkedő pontok a táplálékszervezet „elutasítását”, az egyenes felett pedig a preferenciáját jelentik.

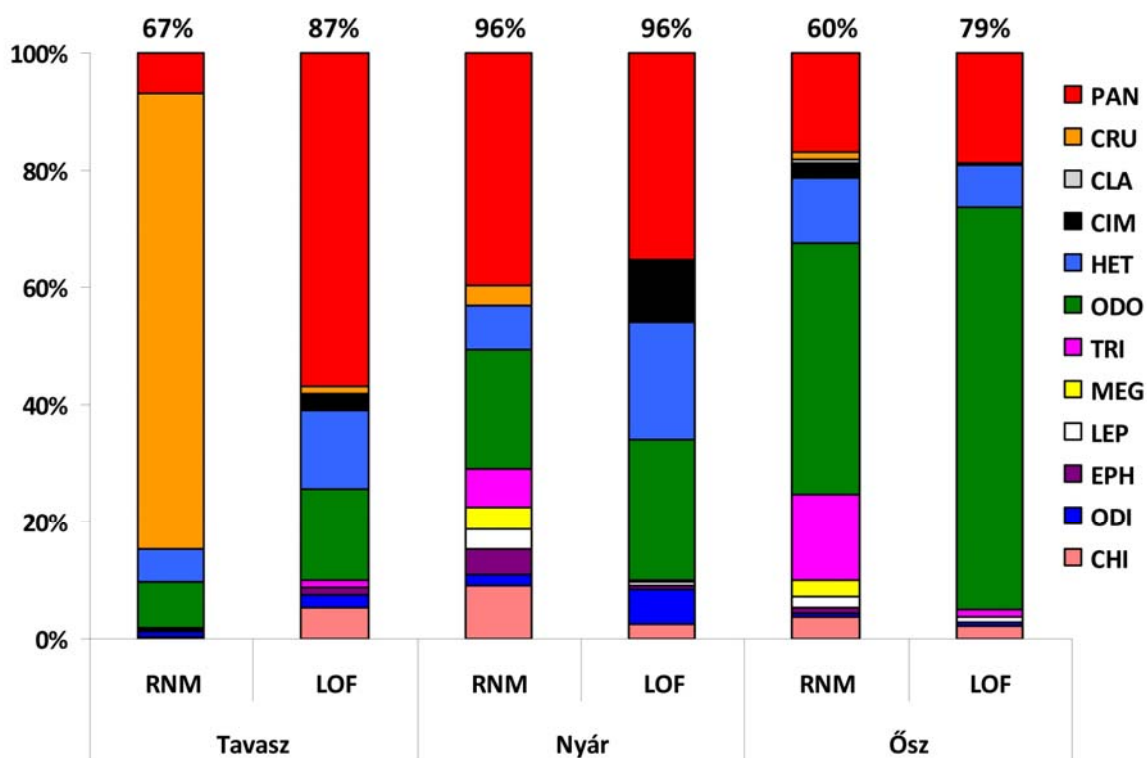
A gyomorteltségi adatok (GFC) hely, évszak és méretfüggését, illetve azok interakciójának teszteléséhez három utas ANOVA-t alkalmaztunk. A teszt elvégzése előtt az adatainkon $\log(x + 1)$ transzformációt végeztünk.

A dolgozatban alkalmazott statisztikai értékeléseket a Microsoft Excel program és a Statsoft Statistica 7.0 programcsomaggal végeztük.

III. EREDMÉNYEK

III/1. Makrogerinctelen közösségek összetétele

Mind a Rakamazi Nagy-morotva, mind a Lónyai-főcsatorna makrogerinctelen közösségére jellemző, hogy a csoportok közül mindössze csak néhány szerepelt nagy egyedszámmal és tömegszázalékos aránnyal (3. ábra, melléklet 2. ábra). A legjelentősebb csoportok a puhatestűek, férgek (PAN), rákok (CRU), szitakötők (ODO), ezek mellett fontosak még a poloskák (HET) és a Rakamazi Nagy-morotva esetében a tegzesek (TRI) is. A puhatestűek részesedése mindkét élőhelyen nagyon jelentősnek mondható, tömegszázalékos arányuk 60 és 96% között változik. (A puhatestűeket is tartalmazó ábrát a függelékben közöljük (III. függelék), nagy százalékos értékeik miatt ugyanis az ábrán elfedik a többi csoport arányát, így azok változása nehezen követhető.) A puhatestűeket döntő többségben csigák képviselik.



3. ábra: A makrogerinctelen csoportok tömegének százalékos megoszlása puhatestűek nélkül. Az oszlopok felett a puhatestűek százalékos arányát tüntettük fel.

Jelmagyarázat: PAN: Platyhelminthes+Annelida, CRU: Crustacea, CLA: Coleoptera lárva, CIM: Coleoptera imágó, HET: Heteroptera, ODO: Odonata, TRI: Trichoptera, MEG: Megaloptera, LEP: Lepidoptera, EPH: Ephemeroptera, ODI: Egyéb Diptera, CHI: Chironomidae

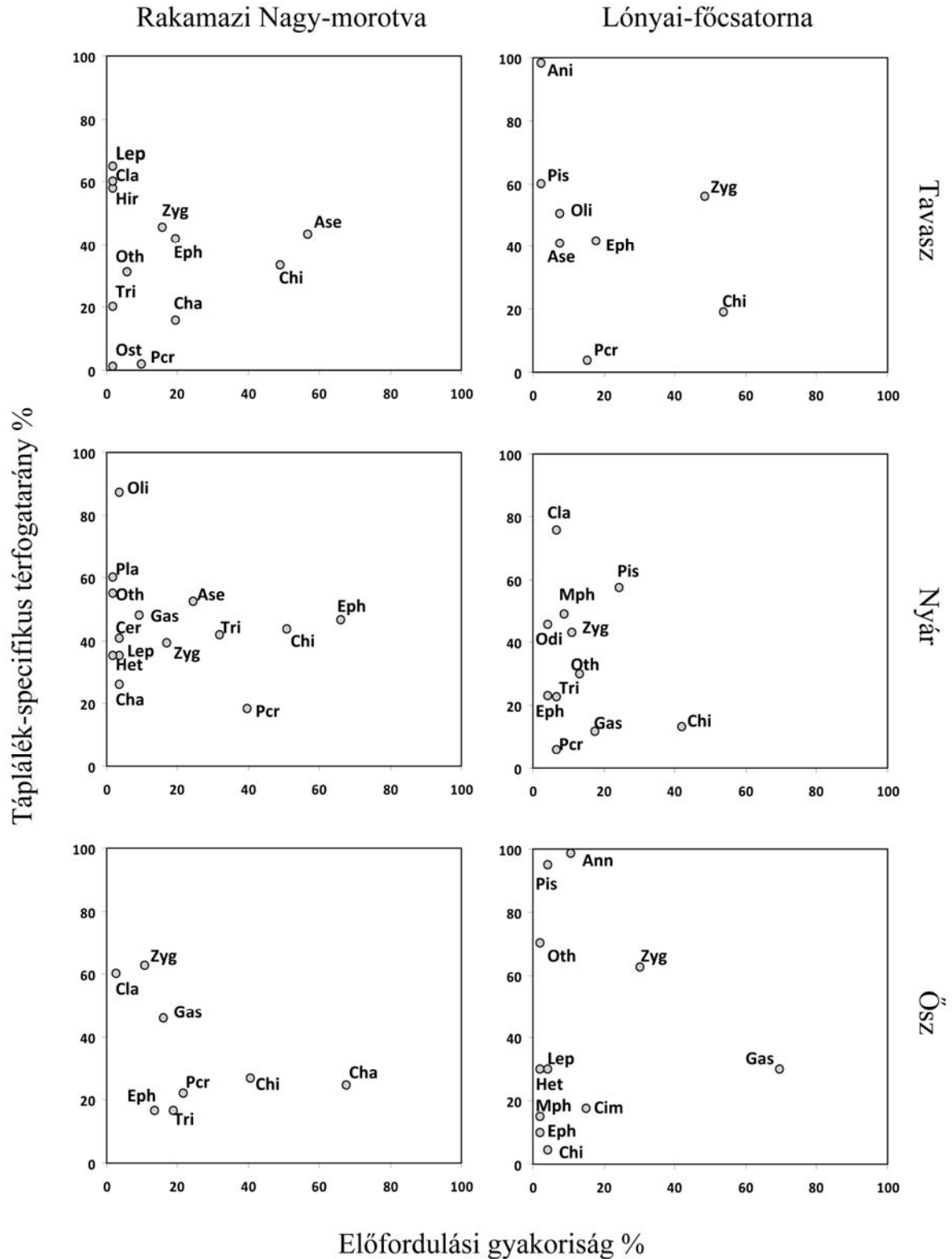
A férgek – döntően *Oligochaeták* – aránya csökkenő tendenciát mutatott az év folyamán. A két mintavételi helyen hasonló tömegszázalékos értéket értek el, ez alól kivételt jelent a tavaszi minta, akkor ugyanis a Rakamazi Nagy-morotván jóval alacsonyabb tömegszázalékos részesedést értek el. Ezt azonban annak tükrében kell kezelnünk, hogy abban a mintában rengeteg ászkarák (*Asellus aquaticus*) volt, mely az arányokat jelentősen eltolta. Az év további részében azonban csak elvétve találoztunk ászkarákkal. A szitakötők, főként a kis szitakötők aránya az év folyamán mind egyedszámban, mind tömegszázalékban folyamatos növekedést mutatott. Őszre a legjelentősebb csoporttá vált mindkét mintavételi helyen. A tömegarányokat tekintve az árvaszúnyog lárvák jelentősége alulbecsült, ugyanis igen nagy egyedszámban (olykor az a teljes egyedszám fele) vannak jelen mindkét víztérben.

III/2. Az amurgéb táplálék-összetételének jellemzése

III/2. a. Amundsen-féle ábrázolás

Mindkét mintavételi helyen összességében az árvaszúnyog lárvák alkották az amurgébek táplálékának döntő hányadát, az előfordulási gyakoriságuk, mind pedig a tömegszázalékos részesedésük szerint (4. ábra). Az árvaszúnyog lárvákon kívül a Rakamazi Nagy-morotvában jelentős mértékű ászkarák (*Asellus aquaticus*) (tavasszal: 64%), kérész (*Ephemeroptera*) (nyáron 50%), illetve tollasszúnyog (*Chaoboridae*) (ősszel 50%) fogyasztást tapasztaltunk, ezzel szemben a Lónyai-főcsatornában a kis szitakötők (*Zygoptera*) (tavasszal: 60%) és a csigák (*Gastropoda*) (ősszel: 41%) bizonyultak jelentős csoportnak.

A Rakamazi Nagy-morotvából tavasszal gyűjtött amurgébek táplálékában az ászkarákok domináltak. A Lónyai-főcsatornából származó egyedek gyakran és nagy mennyiségben fogyasztottak a *Zygoptera* lárvát. Mindkét mintavételi hely esetében számottevő volt a kérészlárvák fogyasztása is. Nyárra a Rakamazi Nagy-morotvánál az ászkarákok helyett, már kérész lárvák fogyasztása volt a legnagyobb mértékű, ugyanakkor az ászkarákok még mindig fontos szerepet tölthettek be. Tavaszhoz képest azonban jelentősen megnövekedett a planktonikus rákok részesedése is. A Lónyai-főcsatornán nyárra a *Zygoptera* lárvák szerepe jelentősen csökkent és emellett megjelent a halfogyasztás is. Ősszel a Rakamazi Nagy-morotvánál jelentős mennyiségű tollasszúnyog (*Chaoboridae*) fogyasztást tapasztaltunk. A Lónyai-főcsatorna eddig tapasztalt nagy mennyiségű árvaszúnyog fogyasztás igen jelentősen lecsökkent, csak elvétve jelent meg a táplálékban. A táplálék összetevőket két csoport a *Zygopterák* és a csigák uralták. Az egyedek 70%-ánál találtunk kisebb-nagyobb mennyiségben csigát a gyomortartalomban.

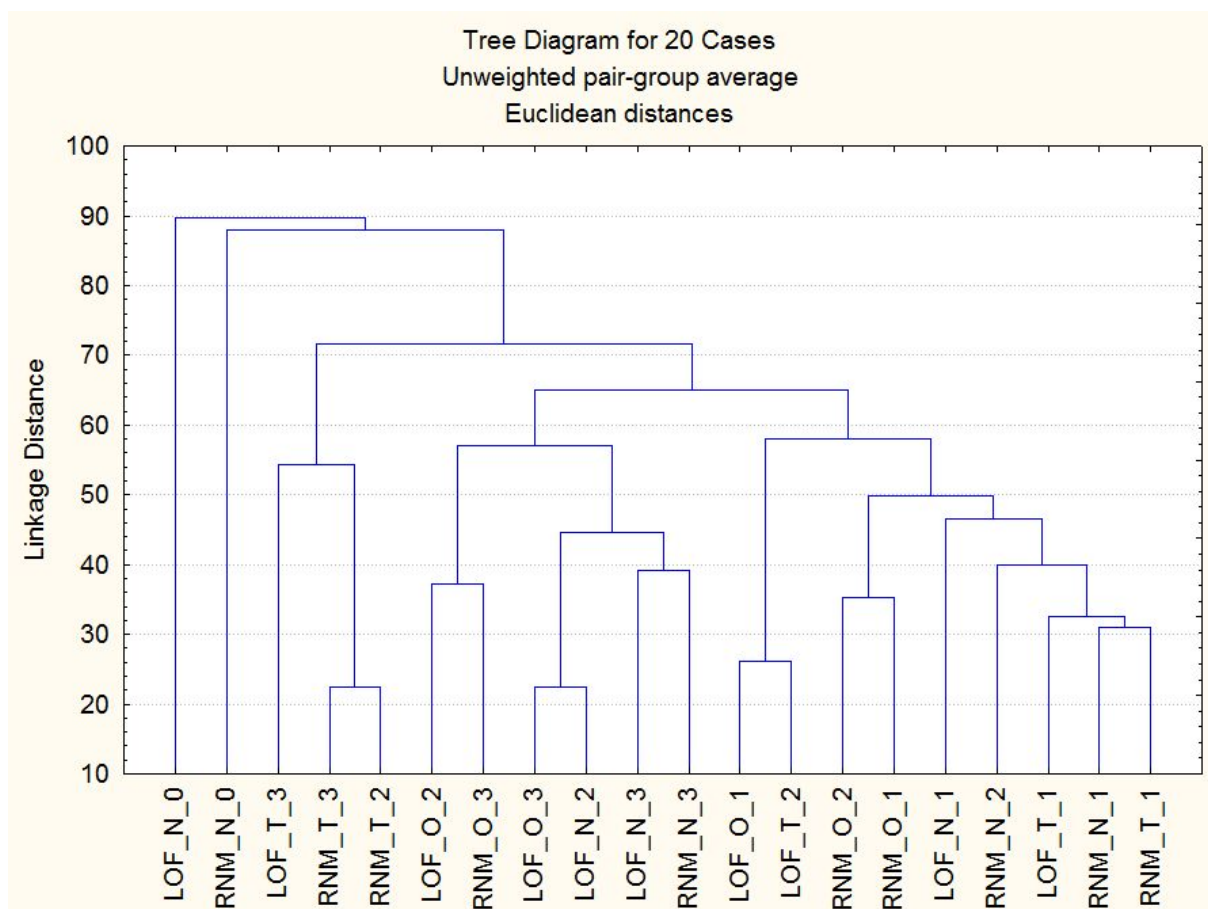


4. ábra. Az amurgéb táplálékának évszakos összetétele Amundsen-féle ábrázolással.

Jelmagyarázat: Ase: *Asellus aquaticus*, Ani: Anizoptera, Zyg: Zygoptera, Gas: Gastropoda, Chi: Chironomidae, Ann: Annelida, Pis: Pisces, Oth: Egyéb, Lep: Lepidoptera, Het: Heteroptera, Mph: Macrophyta, Cim: Coleoptea imágó, Eph: Ephemeroptera, Cha: Chaoboridae, Pcr: Zooplankton, Cla: Coleoptera lárva, Tri: Trichoptera, Cer: Ceratopogonidae, Oli: Oligochaeta, Pla: Platyhelminthes, Odi: Egyéb Diptera, Hir: Hirudinea, Ost: Ostracoda

III/2. b. Az amurgéb táplálék-összetételének hasonlósági mintázata

A táplálék-összetétel hasonlósági mintázatát elsősorban a testméret szerinti táplálék összetétel határozta meg, az évszak és az élőhely jelentősége kisebb mértékű volt (5. ábra). Viszonylag élesen elkülönültek azok az egyedek melyek a 0. méretcsoportba tartoztak. Ezen egyedek táplálékát mindössze néhány táplálékcsoporthoz tartoztak. Ezen egyedek táplálékát mindössze néhány táplálékcsoporthoz tartoztak, főként árvaszúnyogok és kérészek. A következő elváló csoportot a 2. és 3. méretcsoportba tartozó tavaszi egyedek képezték (LOF_T_3, RNM_T_3, RNM_T_2). Gyomortartalmukban nagyon nagy százalékban ászkarákot találtunk. A további két nagy csoport szétválásában szintén méret szerinti trendet figyelhetünk meg. Az egyik csoportot a 3. és 2. mérettartományba eső egyedek alkotják, míg a másikat a 2. és 1. kategóriákba esők. A nagyobb egyedek táplálékát, más kategóriáktól eltérően főként halak és csigák jellemezték. A másik, kisebb egyedeket tartalmazó csoport tápláléka sok táplálékalkotóból áll össze, alapját az árvaszúnyog lárvák képezték. Ebben a nagy csoportban két kategória (LOF_O_1 és LOF_T_2) élesen elkülönül, melyek gyomortartalmak térfogatát döntő többségben kis szitakötők tették ki.



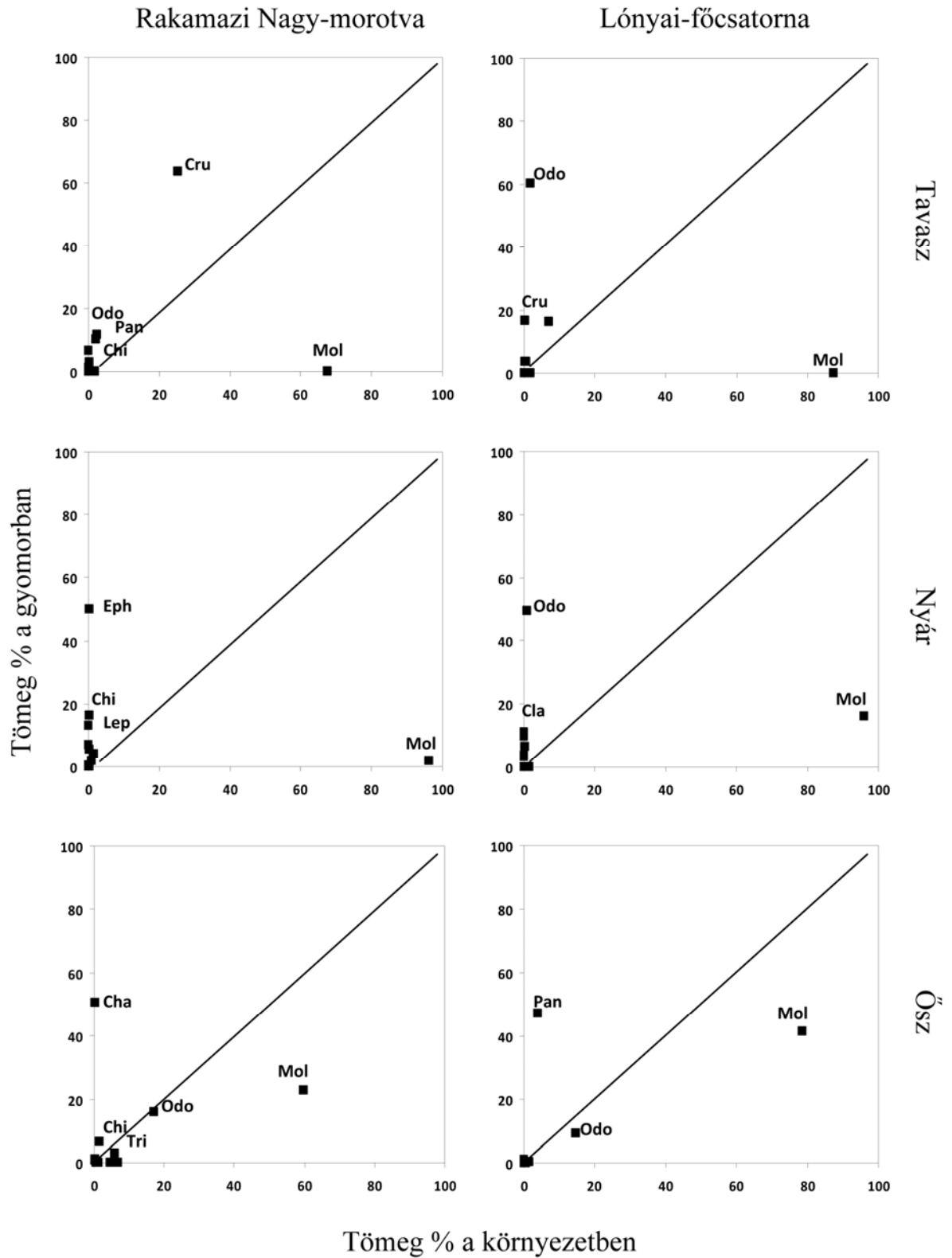
5. ábra: A mintavételi hely, évszak és méret szerint elkülönített csoportok hasonlósági mintázata.

III/2. c. Az amurgéb táplálék-összetételének összevetése a táplálékkínálattal

A táplálékpreferencia ábrákat elemezve (6. ábra) szembevetendő, hogy egy-egy preferált csoport nagyon kiemelkedik az egyes hónapban. Tavasszal a Rakamazi Nagy-morotván az ászkarákokra mutat erős preferenciát, valamint szelektív a szitakötő és árvaszúnyog lárvákra is. A Lónyai-főcsatorna a holtmederneknek egyfajta tükörképét mutatja. Ezen a mintavételi helyen az ászkarákokra mutatnak kisebb és a szitakötőkre nagyobb preferenciát az ott élő amurgébak.

Nyáron a Rakamazi Nagy-morotván gyűjtött amurgébak a kérészlárvákat fogyasztották a környezetben megtalálható mennyiséghez képest sokkal nagyobb arányban. A vízfolyás esetében a szitakötő preferencia továbbra is megmaradt.

Ősszel a puhatestűek esetében – igen jelentős környezetben jelenlévő tömegarányuk ellenére – jóval enyhébb elutasítást tapasztaltunk, mint az ezt megelőző két évszakban. A holtmedren ősszel igen jelentős *Chaoboridae* lárvá preferenciát tapasztaltunk, míg a nagyobb tömegben jelenlévő szitakötő lárvák a környezetben tapasztalt tömegarányban voltak jelen a gyomortartalomban is. A szitakötőket illetően a Lónyai-főcsatornán hasonló eredményről számolhatunk be, a környezetben tapasztalható tömegarányban fogyasztották itt is őket. A puhatestű preferencia tekintetében is hasonló a két víztér, nagy tömegarányuk ellenére itt is jelentősen csökkent az elutasítás mértéke. A vízfolyás őszi ábrájáról erős féreg preferenciát olvashatunk le, ez azonban félrevezető, ugyanis két nagyméretű amurgéb egyed gyomrában találtunk férget, melyek igen nagy tömegűek voltak és így jelentősen eltolták az értékeket.



6. ábra: Az amurgéb táplálékpreferenciájának grafikus ábrázolása.

Jelmagyarázat: Cru: Crustacea, Odo: Odonata, Pan: Platihelminthes és Annelida, Chi: Chironomidae, Mol: Mollusca, Eph: Ephemeroptera, Lep: Lepidoptera, Cla: Coleoptera lárva, Cha: Chaoboridae, Tri: Trichoptera

III/2. d. A gyomorteltségi adatok méret, évszak és mintavételi hely függése

A transzformált GFC adatokra lefuttatott ANOVA teszt eredményei (1. táblázat) szerint a gyomorteltséget sem a hely, sem az évszak és a méret sem befolyásolja. A hely és az évszak valamint az évszak és a méret között mutat szignifikáns interakciót.

1. táblázat: A gyomorteltségi adatokra (GFC) lefuttatott három-utas ANOVA eredménytáblázata

	SS	df	MS	F	p
Intercept	44,16	1	44,16	296,99	0,000000
Hely	0,04	1	0,04	0,27	0,600
Évszak	0,18	2	0,09	0,63	0,533
Méret	0,09	2	0,05	0,31	0,730
Hely - Évszak	3,48	2	1,74	11,71	p<0,001
Hely - Méret	0,07	2	0,04	0,27	0,767
Évszak - Méret	3,21	4	0,80	5,41	p<0,001
Hely - Évszak - Méret	0,88	4	0,22	1,50	0,202
Error	52,34	352,00	0,15		

IV. EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

A vizsgált két amurgéb populáció táplálékának összetétele jó egyezést mutatott a szakirodalomban tapasztaltakkal (SZÍTÓ & HARKA 2000, ORLOVA ET AL. 2006, KOŠČO ET AL. 2008, GRABOWSKA ET AL. 2009). Mindkét populáció döntően vízi makroszkopikus gerinctelen szervezeteket fogyasztott. A faj táplálékában egész évben az árvaszúnyog lárvák voltak meghatározók, ezek mellett főként kis szitakötők-, kérészek lárváit, ászkarákat fogyasztottak. Esetenként halak, csigák és diptera lárvák tették ki a táplálék kisebb hányadát.

A környezet makrogerinctelen közösségre mindkét víztér esetén elmondható, hogy a tömegviszonyokat tekintve végig három-négy csoport uralja a közösséget. A tömeg döntő hányadát végig a puhatestűek adták, ami részben a nagyobb testű csiga fajoknak köszönhető, úgy, mint a *Viviparus acerosus* és *Planorbarius corneus*. A Lónyai-főcsatorna makrogerinctelen mintáiban a nagyobb testű kagyló fajok (*Unio* sp.) szintén jelentős befolyással voltak a puhatestűek arányára. Ennek ellenére azonban meg kell jegyeznünk, hogy a kistestű fajok (*Bithynia* sp., *Valvata* sp.) is igen nagy egyedszámban, egész évben megtalálhatóak a mintában.

A Rakamazi Nagy-morotva tavaszi mintájában a vizsgálat során egyedülállóan nagy mennyiségű ászkarakot találtunk. A tavaszi felmelegedő állóvizekben hasonló ászkarak gradáció nem egyedülálló jelenség. Az év további részében nagyon kis százalékban voltak jelen, melynek okát kereshetjük a megváltozó abiotikus feltételekben vagy a halak okozta predációs nyomásában. Biztosat azonban jelen dolgozat keretein belül végzett vizsgálatok alapján nem mondhatunk.

Ha a tömegszázalékos arányokat vesszük szemügyre, az árvaszúnyog lárvák csak nagyon kis százalékban vannak jelen. Ha azonban az egyedszámokat hasonlítjuk össze, akkor a részesedésük sokkal meggyőzőbb, közel egy nagyságrenddel nagyobb értéket adnak. Az árvaszúnyog lárvák kis tömegűek ugyan, de nagy egyedszámban találhatóak mindkét víztérben. Arányuk változik, de az egyes fajok kirepülési idejének nagy szórása miatt egész évben jelentős táplálékszerkezetet jelentenek az amurgébek számára.

Az amurgébek táplálék összetételében nem találtunk kiemelkedően nagy szerephez jutó táplálékalkotót, ugyanakkor étrendjük igen változatos. A legtöbb táplálékalkotók az ábra bal oldalán helyezkednek el, ezeket a vizsgált egyedek közül csak kevésben találtuk meg, de azok gyomrában nagy mennyiségben. Ez következtetni enged arra, hogy a populáció egyes egyedei felosztják maguk között a rendelkezésükre álló forrásokat, így csökkentve ezzel a fajon belüli

versengés mértékét. A Rakamazi Nagy-morotván a táplálék alapját az árvaszúnyogok jelentik, egész évben a gyomortartalommal bíró egyedek felében megtaláltuk. A Lónyai-főcsatornán ugyanilyen fontos szerepet töltenek be tavasszal és nyáron, ősze azonban az egyedeknek csak a 3%-ában találtuk meg, ott is nagyon kis mennyiségben. Összességében ez a legstabilabb táplálékcsoport, melyet a legtöbb egyed fogyaszt, de ezek mellett sokszor más csoportokra is támaszkodik táplálkozása során.

Az ászkarák, kis szitakötők, kérészlárva, halak, tollasszúnyog lárvák és csigák a legfontosabb táplálékalkotók, ezek szerepe azonban erősen változó és szezonális dinamikát mutat. A Rakamazi Nagy-morotván tavasszal az ászkarák bizonyultak a legfontosabb táplálékszervezetnek, mely érthető, hiszen nagy mennyiségben a rendelkezésükre állt. Az azonban kizárható, hogy pusztán a nagy hozzáférhetősége miatt fogyasztották volna, korábbi vizsgálatok (KOŠČO ET AL. 2008, GRABOWSKA ET AL. 2009) ugyanis rendre beszámolnak rákfogyasztásról. Nyárra az ászkarák jelentősen visszaszorultak a környezetben, ezzel együtt a gyomortartalomban is kevesebbet találtunk. Ebben az évszakban a kérészlárva léptek elő meghatározó táplálékcsoporttá. Az ászkarákhoz hasonlóan a kérészek lárvái is az amurgéb által preferált táplálékok közé tartoznak (KOŠČO ET AL. 2008, GRABOWSKA ET AL. 2009). Preferenciáját támasztja alá a szelektivitási ábra is.

Nyáron a planktonikus rákok is meghatározó csoporttá léptek elő. Ezt a 2011-es ívású, 0+-os egyedek megjelenésével magyarázhatnánk, de ez esetben az egy (1+) és kétnyaras (2+) egyedek gyomrában azonosítottuk a zooplankton szervezeteket. A kifejlett egyedek táplálékában gyakran fellelhetők Ostracodák, Cladocerák és Copepodák nagyobb testméretű fajtái, ahogyan erről KOŠČO és munkatársai is beszámolnak 2008-as munkájukban. A nyári Amundsen ábra alapján általánosságban elmondható, hogy a populáció egyedei főként öt-hat táplálékot fogyasztanak szimultán, hasonló mennyiségben, azaz többféle forrást hasznosítanak egyszerre, így csökkentve a forrásért folytatott verseny mértékét. Az őszi hónapban a táplálékalkotók száma nyolcra redukálódott. A legtöbb gyomorban árvaszúnyog- és tollasszúnyog lárvákat találtunk. Az amurgéb nagy szelektivitást mutatott a tollasszúnyogokra melynek egyedeit nem találtuk meg a környezetben. A tollasszúnyoghoz hasonló könnyen zsákmányolható, lassú mozgású prédaállat fogyasztása jellemző az amurgébre (KOŠČO ET AL. 2008, GRABOWSKA ET AL. 2009).

A Lónyai-főcsatorna tavaszi mintájában a kis szitakötők töltötték be a meghatározó táplálékalkotó szerepét. A kis szitakötő az ászkarákhoz hasonló prédaállat, melyet az amurgéb tavasszal és nyáron is nagy szelektivitással fogyasztott a vízfolyásban. A szitakötő szerepe nyárra csökkenni látszik, és a táplálékalkotók számának növekedésével az egyes csoportok

meghatározó szerepe is csökken. A hal- és a csigafogyasztás a nagyobb egyedeknél, míg az árvaszúnyog fogyasztás a kisebb egyedeknél figyelhető meg. A Rakamazi Nagy-morotva első nyaras egyedeinek táplálékában, itt nem a kérészlárva dominálnak, hanem az árvaszúnyog lárva. Mindez bizonyítja, hogy a faj egyazon méretű egyedei is képesek más forrást hasznosítani, ha a környezeti feltételek az megkívánják. A két táplálék közül a kérészlárva tűnik kedvezőbbnek a faj számára, hiszen a holtmederben mindkét táplálékcsoport a rendelkezésére állt és abból a kérést választotta.

A halfogyasztás a nagyobb egyedek esetében fajra jellemző, de csak kiegészítő táplálékként (KOŠČO ET AL. 2008). A Lónyai-főcsatornán egész évben megfigyelhető a halfogyasztás, tavasszal és ősszel azonban csak néhány egyednél, míg nyáron minden ötödik gyomorban találtunk halat. A halak, táplálék-összetételben betöltött szerepének nyári növekedése a préda fajok ivásának köszönhető, ilyenkor megnő az amurgébek által elejthető méretű halak egyedszáma. A környezetben nagyobb arányban jelenlévő makrogerinctelenek fogyasztása energianyerés szempontjából kifizetődőbb, mint a halak fogyasztása, melyek elkapása több energiába kerül (POLAČIK ET AL. 2009). Az eddigi vizsgálatok főként a pontyféléket említik preferált tápláléknak, azok közül is a szivárványos öklét (GRABOWSKA ET AL. 2009). Terepi tapasztalataink alapján a Lónyai-főcsatornában a szivárványos ökle (*Rhodeus amarus*) nagy egyedszámban van jelen. Az amurgébek gyomrában azonban döntő többségben tarka géb (*Proterorhinus semilunaris*) ivadékait találtuk, míg pontyfélét egyáltalán nem. Az amurgéb és a tarka géb élőhelye jelentősen átfed, továbbá lassabb mozgása miatt a tarka gébet sokkal könnyebben el tudja ejteni, mint bármely pontyfélét. Elvértve mi is tapasztaltunk a szakirodalomban (KOŠČO ET AL. 2008) is gyakran említett kannibalizmust.

Nyáron viszonylag nagyobb mennyiségű növényt találtunk a gyomorban, mely nem ismeretlen jelenség, más populációk esetében is számoltak már be hasonlóról (GRABOWSKA ET AL. 2009). A növényfogyasztás kis testméretű sügérfélénél a kompetíció csökkentésének egy módja lehet (REZSU & SPECZIÁR 2006).

Ősszel két táplálékalkotó bír nagy jelentőséggel: a kis szitakötők és a csigák. Az egyedek 70%-a fogyasztott csigát és több gyomorban kizárólag csak ezt találtunk. A szakirodalmi adatok szerint az amurgéb fogyaszt csigát, de jellemzően csak a nagyobb egyedek (KOŠČO ET AL. 2008, GRABOWSKA ET AL. 2009) és inkább az őszi időszakban (GRABOWSKA ET AL. 2009). Csupán a nagyobb egyedek képesek összetörni a csigák házait, valamint a meleg időszakban kikelt csigák ősze növekednek akkorára, hogy azok már az elérik az amurgéb számára fogyasztható méretet (GRABOWSKA ET AL. 2009). A Lónyai-

főcsatornán egész évben jelen voltak kis testű csiga fajok, melyek potenciális táplálékot jelentettek az amurgébeknek, így azok szerepének őszi növekedése nem a csigák új generációjának megjelenésével magyarázható. Más, puhatestűeket is fogyasztó gébfélék esetén ez a táplálékalkotó csak másodlagosan fogyasztott csoportként jelennek meg (POLAČIK ET AL. 2009, BORZA ET AL. 2009). Feltételezésünk szerint az amurgéb számára is csak másodlagos jelentőséggel bír, amit az is alátámaszt, hogy a Rakamazi Nagy-morotván szintén nagy mennyiségben rendelkezésre állt, de jóval kisebb arányban fogyasztották. Eredményeink tükrében azt mondhatjuk, hogy a puhatestűeket csak abban az esetben fogyasztják, ha a megszokott forrásaik valamilyen oknál fogva szűkülni látszanak. Érdekes továbbá az is, hogy a kis szitakötők mind egyedszáma és tömege össze éri el a maximumát, ezért az előző két évszakban szelektivitási viszonyait alapul véve szitakötő dominanciát várnánk a táplálékban is. A holtmeder esetében belátható, hogy előnyösebb táplálék a tollasszúnyog lárvá, a vízfolyás esetén azonban a beszűkült források (a szitakötő és csiga tömegaránya együtt több mint 60%) miatt rákényszerül a másik (egyébként könnyen elérhető) táplálék, a csiga hasznosítására.

A faj szelektivitására vonatkozó eredmények jól egybevágnak az Amundsen ábrák eredményeivel. A Rakamazi Nagy-morotván tavasszal az ászkarákokra, nyáron a kérészlárvákra, ősszel pedig a tollasszúnyogra mutat erős preferenciát. Az eredmények ábrázolását némiképp torzítja a puhatestűek tömegének nagy dominanciája, amely miatt az ábra sarkába szorulnak nagyobb szelektivitási értékkel bíró csoportok is. Ezek közül főként az árvaszúnyog lárvákat kell kiemelni, hiszen mindhárom esetben preferencia mutatkozott az esetükben. Mellettük fontosak voltak még a férgek és a vízimolyok.

A Lónyai-főcsatornán egész évben a kis szitakötők esetében mutatkozott preferencia. Az őszi hónapban a holtmederhez hasonlóan, a környezetben tapasztalt arányban fogyasztja a szitakötő lárvákat. A teljes mintavételt végigkísérő puhatestű elutasítás, ebben az évszakban jelentős mértékben csökken, a környezetben tapasztalt nagy tömegarány ellenére. Az őszi szelektivitási ábrán a férgekre kapott erős preferencia túlbecsült. Mindössze két egyed gyomrában találtunk férget, melyek nagy méretük és tömegük miatt torzítják az eredményeket.

A gyomortartalmi adatok hasonlósági mintázatának elemzése szerint a táplálékösszetételt elsősorban az amurgéb mérete határozza meg, a hely és az évszak hatása igen kismértékűnek bizonyult. Vizsgálatunk során felboncolt kis testű, fiatal (0+) egyedek rendszerint egy-egy táplálékot fogyasztottak nagy mennyiségben, a méret növekedésével pedig szélesedett táplálékspektrumuk. A hazai populációk táplálkozásának méretfüggése a

szakirodalmi adatokat támasztja alá (KOŠČO ET AL. 2008, GRABOWSKA ET AL. 2009). Az amurgéb életének kezdeti szakaszán könnyen zsákmányolható, nagy energiatartalmú táplálékot fogyaszt. Adatainkból arra következtetünk, hogy a fiatal egyedek táplálkozása egyhangú ugyan (árvaszúnyog fogyasztás), de nem arról van szó, hogy bizonyos táplálékforrásra specializálódik a faj; ha a környezeti feltételek úgy kívánják, áttérhet másik fogyasztására. A nagy testű egyedek táplálékukat a kisebb fajtársaik által nehezen hasznosítható csoportok fogyasztásával egészítik ki. Az előző tanulmányokkal (GRABOWSKA ET AL. 2009) egyetértve tehát nem állapítható meg éles táplálékváltás a fajnál, sokkal inkább egyfajta rugalmas átmenet figyelhető meg a testméret növekedésével.

Sok inváziós fajhoz hasonlóan az amurgébre is jellemző, hogy gradációjának kezdeti szakaszában hamar ivaréretté válik, és nagyobb energiát fektet a szaporodásra (BØHN ET AL. 2004, GRABOWSKA ET AL. 2010). Ennek eredményeképp a betelepülés kezdeti szakaszán az amurgébek növekedése lassabb, bár ennek sokszor környezeti okai is lehetnek (GRABOWSKA ET AL. 2010). A lassabb növekedés és a nagy utódszám miatt a populáció egyedeinek nagy része egy szűkebb méretkategóriába esik, mely megnöveli a fajon belüli versengés esélyét. Jelen vizsgálat keretében a gyomortartalmak hely, méret és idő függését teszteltük statisztikai próbával. Az eredmények szerint azonban nincs szignifikáns kapcsolat az amurgébek gyomorteltsége és mérete között, továbbá a hely és az évszak sincs jelentős befolyással rá. Megállapítható tehát, hogy nem lép fel éhezés a nagyobb egyedszámú méretkategóriákban sem, egyik évszakban és mintavételi helyen sem. Mindez alátámasztja eddigi eredményeinkből levont következtetésünket, miszerint a több táplálékforrás egyidejű felhasználásával a faj nemcsak egyszerűen alkalmazkodik környezetéhez, hanem a fajon belüli verseny esélyét is jelentősen csökkenti. Ezzel enyhítheti a betelepüléshez szükséges életmenet-váltásból következő egyedszám növekedés negatív hatásait.

A két vizsgált amurgéb populáció tehát a makrogerinctelen szervezetek hatékony predátorának bizonyult, amelynek táplálékában a szakirodalomban leírt halfogyasztás kevésé volt jelentős. E vízközi életmódot folytató, lebegő és némely makrogerinctelen csoportra évszakosan függő szelekciót mutató halfaj nagyobb testmérete következtében igen hatékony kompetítora lehet a hazai vizekben hasonló szerepet betöltő kisebb testű halaknak. Agresszivitását akváriumi kísérletek igazolják (RESHETNIKOV 2008), ezért ezen inváziós halfaj további terjedésével nem kizárt, hogy európai léptékben is jelentős károkat fog okozni néhány halfaj populációjában.

V. ÖSSZEFOGLALÁS

Korábban nem álltak rendelkezésre részletes vizsgálatok a Kelet és Közép-Európában inváziós halfajnak tekinthető amurgéb évszakos, méretcsoportok közötti és élőhelyek közötti táplálékának összetételéről egy adott biogeográfiai régióban, figyelembe véve emellett a környezetben található táplálékkészlet minőségi és mennyiségi összetételét is. Dolgozatunkban ezért az amurgéb részletes táplálkozásökológiai vizsgálatát tűztük ki célul egy állóvízben és egy vízfolyásban. A két amurgéb populáció táplálkozásának főbb jellemvonásai a szakirodalmi adatokkal átfedtek és az eredeti elterjedési területen tapasztaltakhoz hasonlóan bizonyultak. A faj táplálékában egész évben az árvaszúnyog lárvák voltak meghatározók, ezek mellett főként kis szitakötők-, kérészek lárváit, ászkarákokat fogyasztottak. Esetenként halak, csigák és kétszárnyúak lárvái tették ki a táplálék kisebb hányadát.

A faj táplálék szelektivitását vizsgálva feltártuk, hogy minden évszakban mutat preferenciát néhány csoportra, évszakonként eltérő módon. Összességében azonban az amurgéb a lassabb mozgású, könnyen zsákmányolható, főként makrovegetációban élő, nagy energiatartalommal bíró táplálékokat preferálja.

A táplálkozását legfőképp a méret befolyásolja, amelynek hatása erősebbnek bizonyult az élőhelyi és évszakos hatásoknál is, azonban nem voltak elkülöníthető éles táplálékváltási határok. Az egyed növekedésével nő a táplálékspektruma, az egyes méretcsoportok táplálékai nagymértékben átfednek. A kis testméretű egyedek főként árvaszúnyog lárvát vagy apró kérészek lárváit fogyasztja. A testméret növekedésével az árvaszúnyogok aránya folyamatos csökkenést mutat, és megjelennek a nagyobb méretű bentikus makrogerinctelenek. A nagy testmérettel a halak, csigák is megjelennek táplálékában.

Széles táplálékspektrumának köszönhetően, nem alakul ki éhezés egyik méretcsoportban és évszakban sem. A faj táplálkozásának intenzitásában nem tapasztalható méret, évszak és hely által befolyásolt változás.

A két vizsgált amurgéb populáció tehát a makrogerinctelen szervezetek hatékony predátorának bizonyult, amelynek táplálékában a szakirodalomban leírt halfogyasztás kevésé volt jelentős. E vízközi életmódot folytató, lebegő és némely makrogerinctelen csoportra évszakosan függő szelekciót mutató halfaj nagyobb testmérete következtében igen hatékony kompetitora lehet a hazai vizekben hasonló szerepet betöltő kisebb testű halaknak. Agresszivitását akváriumai kísérletek igazolják, ezért ezen inváziós halfaj további terjedésével

nem kizárt, hogy európai léptékben is jelentős károkat fog okozni néhány halfaj populációjában.

VI. IRODALOMJEGYZÉK

- AMUNDSEN P. A., GABLER H. M., STALDVIK F. J. (1996): A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach content data – modification of the Costello (1990) method. – *Journal of Fish Biology* 48: 607–614.
- ANTAL L., CSIPKÉS R., MÜLLER Z. (2009): Néhány víztest halállományának felmérése a Kis-Balaton térségében. – *Pisces Hungarici* 3: 95–102.
- BACHELER N. M., Neal J. W., Noble R. L. (2004): Diet overlap between native bigmouth sleepers (*Gobiomorus dormitor*) and introduced predatory fishes in a Puerto Rico reservoir. – *Ecology of Freshwater Fish* 13: 111–118.
- BOGUTSKAYA E. P., NASEKA A. M. (2002): *Perccottus glenii* Dybowski, 1877. – *Freshwater Fishes of Russia*, Zoological Institute RAS.
- BØHN T., SANDLUND O. T., AMUNDSEN P. A., PRIMICERIO R. (2004): Rapidly changing life history during invasion. – *Oikos* 106: 138–150.
- BORZA P., ERŐS T., OERTEL N. (2009): Food resource partitioning between two invasive gobiid species (*Pisces*, *Gobiidae*) in the litoral zone of the River Danube, Hungary. – *International Review of Hydrobiology* 94: 609–621.
- CASAL C. M. V. (2006): Global documentation of fish introductions: the growing crisis and recommendations for action. – *Biological Invasion* 8:3–11.
- CLAVERO M., GARCIA-BERTHOUE E. (2005): Invasive species are a leading cause of animal extinctions. – *Trends in Ecology and Evolution* 20/3: 110.
- COPP G. H., BIANCO P. G., BOGUTSKAYA N. G., ERŐS T., FALKA I., FERREIRA M. T., FOX M. G., FREYHOF J., GOZLAN R. E., GRABOWSKA J., KOVÁČ V., MORENO-AMICH R., NASEKA A. M., PENÁZ M., POVŽ M., PRZYBYLSKI M., ROBILLARD M., RUSSELL I. C., STAKÉNAS S., ŠUMER S., VILA-GISPERS A., WIESNER C. (2005): To be, or not to be, a non-native freshwater fish? – *Journal of Applied Ichthyology* 21: 242–262.
- ERŐS T., TAKÁCS P., SÁLY P., SPECZIÁR A., GYÖRGY Á. I., BÍRÓ P. (2008): Az amurgéb (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) megjelenése a Balaton vízgyűjtőjén. – *Halászat* 101/2: 75–77.
- FOX M. G., VILA-GISPERS A., COPP G. H. (2007): Life-history traits of introduced Iberian pumpkinseed *Lepomis gibbosus* relative to native populations. Can differences explain colonization success? – *Journal of Fish Biology* 71: 56–69.
- GOZLAN R. E. (2008): Introduction of non-native freshwater fish: is it all bad? – *Fish and Fisheries* 9: 106–115.
- GOZLAN R. E., ANDREOU D., ASAEDA T., BEYE K., BOUHADAD R., BURNARD D., CAIOLA N., ČAKIĆ P., DJIKANOVIC V., ESMAEILI H. R., FALKA I., GOLICHER D., HARKA Á., JENEY G., KOVÁČ V., MUSIL J., NOCITA A., POVZ M., POULET N., VIRBICKAS T., WOLTER C., TARKAN A. S., TRICARICO E., TRICHKOVA T., VERREYCKEN H., WITKOWSKI A., ZHANG C., ZWEIMUELLER I., BRITTON J. R. (2010): Pan-continental invasion of *Pseudorasbora*

- parva: towards a better understanding of freshwater fish invasions. – *Fish and Fisheries* 11/4: 315–340.
- GRABOWSKA J., GRABOWSKI M. (2005): Diel–feeding activity in early summer of racer goby *Neogobius gymnotrachelus* (Gobiidae): a new invader in the Baltic basin. – *Journal of Applied Ichthyology* 21: 282–286.
- GRABOWSKA J., GRABOWSKI M., PIETRASZEWSKI D., GMUR J. (2009): Non–selective predator– the versatile diet of Amur sleeper (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) in Vistula River (Poland), a newly invaded ecosystem. – *Journal of Applied Ichthyology* 25: 451–459.
- GRABOWSKA J., PIETRASZEWSKI D., PRZYBYLSKI M., TARKAN A. S., MARSZAŁ L., LAMPART–KALUŻNIACKA M. (2010): Life–history traits of Amur sleeper, *Perccottus glenii*, in the invaded Vistula River: early investment in reproduction but reduced growth rate. – *Hydrobiologia* 661/1: 197–210.
- HARKA Á. (1998): Magyarország faunájának új halfaja: az amurgéb (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877). – *Halászat* 91/1: 32–33.
- HARKA Á., SALLAI Z. (1999): Az amurgéb (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) morfológiai jellemzése, élőhelye és terjedése Magyarországon. – *Halászat* 92/1: 33–36.
- HARKA Á., BÍRÓ P. (2005): A globális felmelegedés és a kanalizáció szerepe a pontokaszpius gébfajok közép-európai terjedésében. – *Hidrológiai közlöny* 85/6: 44–47.
- HEGEDIŠ A., LENHARDT M., MIĆKOVIĆ B., CVIJANOVIĆ G., JARIĆ I., GAČIĆ Z. (2007): Amur sleeper (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) spreading in the Danube River Basin. – *Journal of Applied Ichthyology* 23: 705–706.
- KHAN M. F., PANIKKAR P. (2009): Assessment of impacts of invasive fishes on the food web structure and ecosystem properties of a tropical reservoir in India. – *Ecological Modelling* 220:2281–2290.
- KOŠČO J., LUSK S., HALAČKA K., LUSKOVA V. (2003): The expansion and occurrence of Amur sleeper (*Perccottus glenii*) in eastern Slovakia – *Folia Zoologica* 52/3: 329–336.
- KOŠČO J., MANKO P., MIKLISOVÁ D., KOŠUTHOVÁ L. (2008): Feeding ecology of invasive *Perccottus glenii* (*Perciformes*, *Odontobutidae*) in Slovakia – *Czech Journal of Animal Science* 53/11: 479–486.
- LENHARDT M., MARKOVIC G., HEGEDIŠ A., MALETIN S., CIRKOVIC M., MARKOVIC Z. (2010): Non-native and translocated fish species in Serbia and their impact on the native ichthyofauna. – *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 21/3: 407–421.
- NOWAK M., POPEK W., EPLER P. (2008): Range expansion of an invasive alien species, chinese sleeper, *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Teleostei: Odontobutidae) in the Vistula river drainage – *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 38/1: 37–40.
- MILLS M. D., RADER R. B., BELK M. C. (2004): Complex interactions between native and invasive fish: the simultaneous effects of multiple negative interactions. – *Oecologia* 141: 713–721.

- ORLOVA M. I., TELESCH I. V., BEREZINA N. A., ANTSULEVICH A. E., MAXIMOV A. A., LITVINCHUK L. F. (2006): Effects of Nonindigenous Species on Diversity and Community Functioning in the Eastern Gulf of Finland (Baltic Sea). – *Helgoland Marine Research* 60: 98–105.
- PODANI J. (1997): Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtelmébe. – *Scientia Kiadó*, Budapest. 412 pp.
- POLAČIK M., JANÁČ M., JURAIDA P., ADÁMEK Z., ONDRAČKOVÁ M., TRICHKOVA T., VASSILEV M. (2009): Invasive gobies in the Danube: invasion success facilitated by availability and selection of superior food resources. – *Ecology of Freshwater Fish* 18: 640–649.
- RESHETNIKOV A. N. (2003): The introduced fish, rotan (*Perccottus glenii*), depresses populations of aquatic animals (macrovertebrates, amphibians, and a fish). – *Hydrobiologia* 510: 83–90.
- RESHETNIKOV A. N. (2008): Does Rotan *Perccottus glenii* (Perciformes: Odontobutidae) Eat the Eggs of Fish and Amphibians? – *Journal of Ichthyology* 48(4):336–344.
- RESHETNIKOV A. N., FICETOLA G. F. (2011): Potential range of the invasive fish rotan (*Perccottus glenii*) in the Holarctic. – *Biological Invasions* 13: 2967–2980.
- REZSU E., SPECZIÁR A. (2006): Ontogenetic diet profiles and size-dependent diet partitioning of ruffe *Gymnocephalus cernuus*, perch *Perca fluviatilis* and pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in Lake Balaton. – *Ecology of Freshwater Fish* 15: 339–349.
- SINELNIKOV A. M. (1976): Pitanie rotana v pojmenykh vodoetmah bassejna r. Razdolnaja (Primorski Krai) [Feeding of Amur sleeper in flood plain water body of the basin of Razdolnaya River (Primorski Krai)]. – *Biology of fishes of the Far East*. DGU, Vladivostok, pp. 96–99. [Orosz]
- SZÍTÓ A., HARKA Á. (2000): Az amurgéb (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) táplálékának összetétele. – *Halászat* 93/2: 97–100.
- VITULE J. R. S., UMBRIA S. C., ARANHA J. M. R. (2006): Introduction of the African catfish *Clarias gariepinus* (BURCHELL, 1822) into Southern Brazil. – *Biological Invasion* 8: 677–681.
- WANNER G. A., KLUMB R. A. (2009): Length-weight relationships for three asian carp species in the Missouri River. – *Journal of Freshwater Ecology* 24: 488–495.
- WILLIAMSON M. H. (1996): Biological invasions. Population and community biology series, Vol. 15.– *Chapman and Hall*, London. 244 pp.
- WILLIAMSON C. J., GARVEY J. E. (2005): Growth, fecundity, and diets of newly established silver carp in the middle Mississippi River. – *Trans American Fisheries Society* 134: 1423–1430.

VII. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni témavezetőimnek, Dr. Erős Tibornak, Antal Lászlónak és Mozsár Attilának elengedhetetlen szakmai segítségüket, és hasznos tanácsaikat. Köszönettel tartozom még Dr. Nagy Sándor Alexnak, hogy munkánk létrejöttéhez minden feltételt biztosított, valamint Árva Diána, és Cozma Nastasia Julianna PhD hallgatóknak, akik a makrogerinctelen szervezetek határozásában pótolhatatlan segítséget nyújtottak. Külön köszönöm Czeglédi István PhD hallgatónak a dolgozat létrejöttében nyújtott készséges segítségeiért. Továbbá köszönöm minden terepi válogatásban közreműködő munkáját.

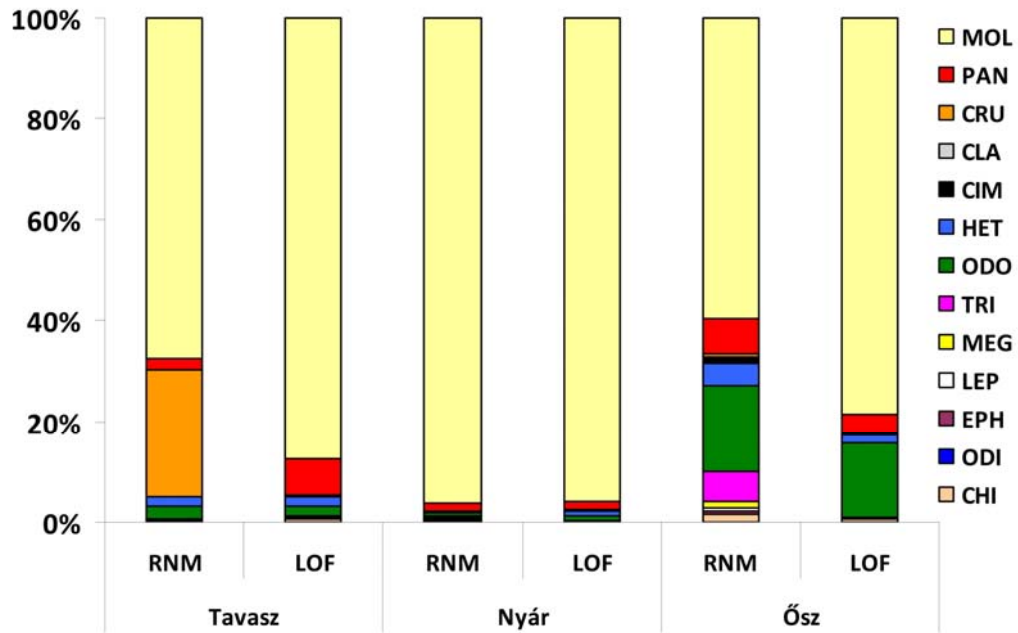
VIII. FÜGGELÉK



I. függelék: Rakamazi Nagy-morotva (Tiszanagyfalu)

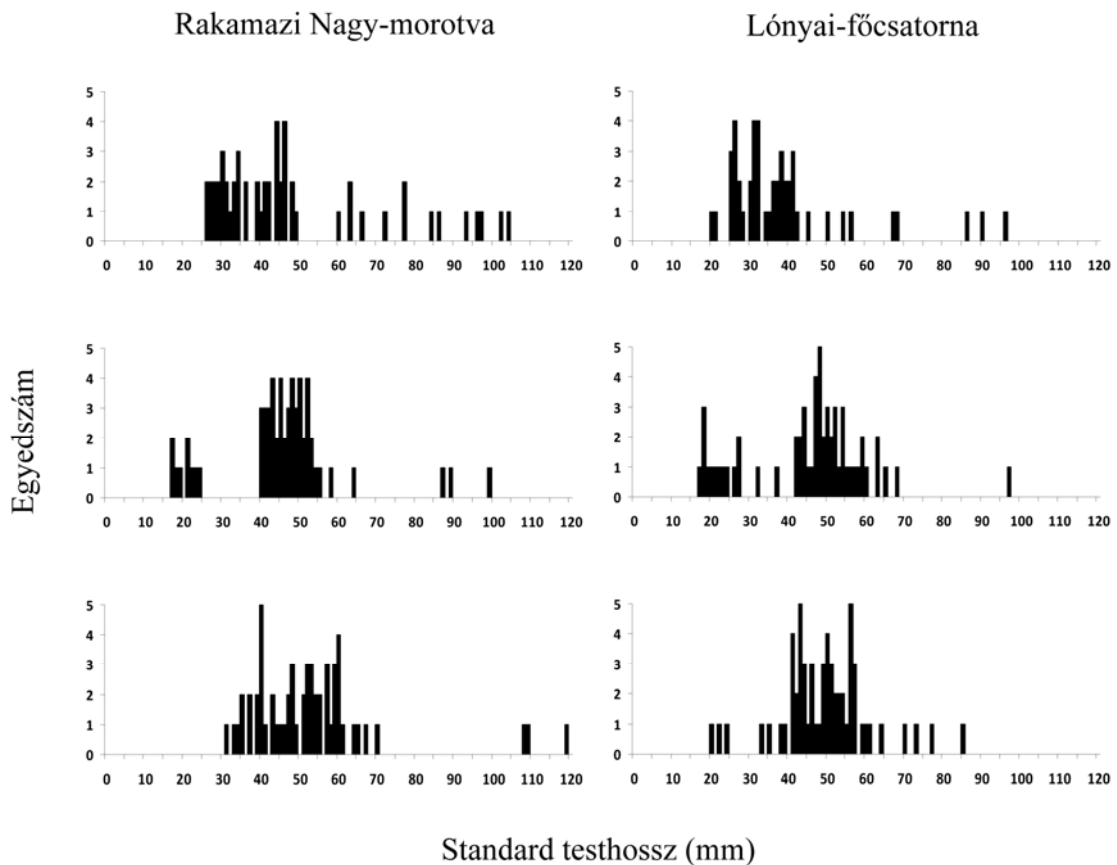


II. függelék: Lónyai-főcsatorna (Tiszabercel)



III. függelék: A makrogerinctelen csoportok tömegének százalékos megoszlása.

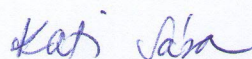
Jelmagyarázat: MOL: Mollusca, PAN: Platyhelminthes+Annelida, CRU: Crustacea, CLA: Coleoptera lárva, CIM: Coleoptera imágó, HET: Heteroptera, ODO: Odonata, TRI: Trichoptera, MEG: Megaloptera, LEP: Lepidoptera, EPH: Ephemeroptera, ODI: Egyéb Diptera, CHI: Chironomidae



IV. függelék: A vizsgálatban szereplő amurgégek testhosszgyakorisága

NYILATKOZAT

Alulírott Kati Sára, mint pályázó, az OTDT szabályzata értelmében nyilatkozom arról, hogy a pályamunkában bemutatott eredmények önálló diákköri keretek között végzett kutatások eredményei.



.....
Kati Sára
pályázó