

BÜKKALJAI KISVÍZFOLYÁSOK HÁROM HALFAJÁNAK MORFOMETRIAI VIZSGÁLATA

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THREE SPECIES OF THE BÜKKALJA REGION' S LITTLE RIVERS

BERECZKI Csaba, TAKÁCS Péter

Debreceni Egyetem TTK Hidrobiológiai Tanszék, Debrecen, berczkicsaba@freemail.hu

Kulcsszavak: *Barbatula barbatula*, *Gobio gobio*, *Leuciscus cephalus*, Wilks-féle lambda-teszt, F-statisztika

Keywords: *Barbatula barbatula*, *Gobio gobio*, *Leuciscus cephalus*, Wilks' Lambda test, F statistic

Összefoglalás

Munkánkban a Bükkalján található kisvízfolyások három jellegzetes halfaján végzett összehasonlító morfológiai vizsgálatok eredményeit mutatjuk be. A morfológiai adatfelvételeink 21 testméretre terjedtek ki, amelyek értékeit digitális tolómérővel határoztuk meg. A mért adatok statisztikai elemzését SPSS for Windows 11. 5. statisztikai programcsomag felhasználásával, diszkriminancia-analízissel végeztük.

Eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy a kövicsík állományait tekintve az ánus és a hasúsó távolsága, a hasúsó és a farokalatti úszó távolsága, valamint a prepelvikális távolság voltak azok a jegyek, melyekben a legnagyobb volt a hasonlóság. A domolykó esetében a vizsgált morfológiai jegyek jelentős része nagy csoportszintű elkülönülést okoz. A mért testméretek közül a faroknyélhossz az a jegy, amely a legnagyobb eltéréseket mutatja. A domolykó állományainál a leghasonlóbb morfológiai bélyegnek a farok vastagsága és a prepelvikális távolság. Megállapítottuk, hogy a fenékjáró küllő esetében az állományok között az ánus és a hasúsó távolságát, a hasúsó és a farokalatti úszó távolságát, valamint a prepelvikális távolságot tekintve kicsi, míg a szemátmérőt tekintve nagycsoportszintű elkülönülés van.

Summary

In this essay we show the results of the morphometrical research of three characteristic fish species of the Bükkalja region's little rivers. We took 21 body-lengths of each individual with digital caliper rule. The essential statistical analysis of the data were made by SPSS for Windows 11. 5 programme with discriminant-analysis.

As a result it can be stated that among the livestock of the stone loach the distance between the anus and the abdominal fin, the distance between the abdominal fin and the anal fin and the prepelvic distance are the most similar body-lengths. Among the livestock of the chub most of the measured body-lengths cause big group separation. The data of the caudal scape show the biggest difference, and the most similar body-lengths are the thickness of the caudal scape and the prepelvic distance. We state that among the stocks of the gudgeon the distance between the anus and the abdominal fin, the distance between the abdominal fin and the anal fin and the prepelvic distance cause little group separation, but the eye-diameter cause big group separation.

Bevezetés

Halfaunisztikai és halbiológiai kutatásainkat 2004–2005-ben folytattuk a Bükkalja és a Borsodi-mezőség területén. A vizsgált területet az utóbbi években számos olyan behatás érte (mederrendezés, kotrás, szabályozás stb.), amely befolyásolta a területen található vízfolyások mederszerveit. Ennek ellenére egyes vízfolyásokon továbbra is jól elkülönülnek a tipikus dombvidéki és síkvidéki szakaszok. A faunisztikai felmérések mellett (Takács, 2007) egyes halfajok állományait részletes morfológiai vizsgálatnak vetettük alá. Ez alapul szolgálhat a jövőbeni genetikai vizsgálatokhoz is, hiszen az állományok közötti morfológiai eltérések külső és belső okokra vezethetők vissza. A belső ok a populációk közötti genetikai differencia, a faj genotípusos plaszticitása. A genetikai eltérés annál

nagyobb mértékű, minél kisebb az egyes állományok közötti génáramlás. A tartós elszigeteltség genetikai sodródáshoz vezethet, mely révén reprodukív izoláció jöhet létre. Az állományok közötti morfológiai különbségek külső okai közé az egyes élőhelyek eltérő környezeti adottságai (pl. a víztér nagysága, a táplálék mennyisége stb.) tartoznak. Kutatásaink hiánypótlónak tekinthetők, mivel a területen hasonló vizsgálat sorozat még nem történt.

A 2004. évi fogási adatok IndVal program (Dufrière és Legendre, 1997) segítségével végzett statisztikai elemzése alapján a kisvízfolyások dombosági területeken kijelölt szakaszain négy halfaj (1. táblázat), a domolykó (*Leuciscus cephalus*), a fenékjáró küllő (*Gobio gobio*), a kövicsík (*Barbatula barbatula*) és a szivárványos ökle (*Rhodeus sericeus*) tekinthető karakterfajnak (Takács, 2007).

1. táblázat. A „természetes” állapotú dombvidéki mintaszakaszok karakterfajai (Takács, 2007)
Table 1. Indicator species of „natural” woldy sampling sites

Fajok	IndVal- érték	P (0,05)	Dombosági		Síksági
			"természetes"	"zavart"	
<i>Gobio gobio</i>	90,98	**	1283/22	300/10	4/1
<i>Leuciscus cephalus</i>	62,04	**	695/17	118/7	44/6
<i>Barbatula barbatula</i>	61,13	**	191/13	154/9	5/2
<i>Rhodeus sericeus</i>	51,12	**	516/9	448/9	3/2

Az 1. táblázat második oszlopában az IndVal programmal kiszámított, úgynevezett „IndVal-értéket” láthatjuk. A harmadik oszlop azt mutatja meg, hogy az adott halfaj az adott víztértípusban karakterfajnak tekinthető-e. A ** jelzés karakterfajra utal. A következő oszlopok az általunk alkotott víztér-csoportokat mutatják, a hozzájuk tartozó egyedszámokkal és a fogások számával (egyedszám/fogások száma).

Dolgozatunkban a 4 dombvidéki karakterfajból háromnak az állományait jellemezzük testméreteik alapján, összehasonlítjuk a különböző mintavételi helyek állományait a morfológiai viszonyok alapján. Valamint a különböző fajok állományait összevetjük egymással a testméret viszonyok alapján. E mellett külön jellemezzük a bukkaaljai terület állományait, illetve összevetjük a más területről származó állományokkal.

Anyag és módszer

Morfológiai vizsgálatainkat három halfajon végeztük: a domolykón [Cypriniformes, Cyprinidae, *Leuciscus cephalus* (Linnaeus, 1758)], a fenékjáró küllőn [Cypriniformes, Cyprinidae, *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758)] és a kövicsíkon [Cypriniformes, Balitoridae, *Barbatula barbatula* (Linnaeus, 1758)].

A bukkaaljai területen 6 vízfolyáson 13 mintavételi helyet jelöltünk ki:

a Rima patakon egyet [Mezőszemere (R1)],

a Kácsi-patakon négyet [Kács (K1), Tibolddaróc (K2), Mezőnyárad (K3) és Mezőkeresztes (K4) mellett],

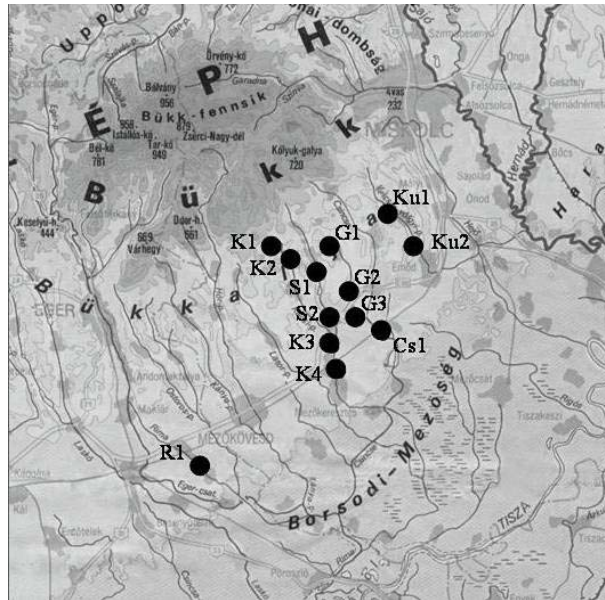
a Sályi-patakon kettőt [(Sály (S1) és Bükkábrány (S2) mellett),

a Geszti-patakon hármát [Borsodgesztnél (G1), a 3-as út vattai hídjánál (G2) és Vattától délre (G3)],

a Csincsen egyet [Csincse mellett (Cs1)],

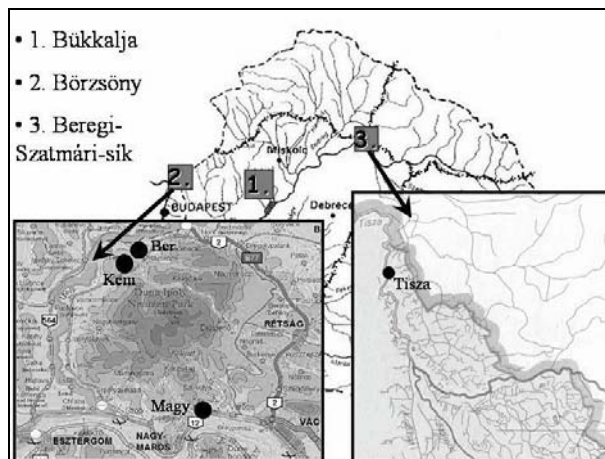
a Kulcsárvölgyi-patakon pedig kettőt [Bükkaranyosnál (Ku1) és Emődnél (Ku2)].

A lelőhelyek földrajzi elhelyezkedését az 1. ábra mutatja.



1. ábra. A bükkaljai terület mintavételi helyei
 Fig. 1. Sampling places at the Bükkalja region

A bükkaljai területek állományainak összehasonlító jellemzéséhez szükséges mintáink két területről, a Börzsönyből, illetve a Bereg–Szatmári-síkról származtak (2. ábra). A Börzsöny vidékén a Magyarkúti-patakból [Nógrádverőce mellett (M1)], a Kemence-patakból [Kemence mellett (Kem)] és a Bernecei-patakból [Kemence mellett (Ber)] gyűjtöttünk, míg a Bereg–Szatmári-síkon a Tiszából, Lónya határában (Tisza).



2. ábra. A három mintavételi terület, valamint a Börzsöny és a Bereg–Szatmári-sík mintavételi helyei
 Fig. 2. The three sampling region and the sampling places at the Börzsöny mountain and the Bereg–Szatmári Plain

A vizsgált mintavételi helyekről összesen 68 kövecsik, 105 fenékjáró küllő és 72 domolykó adatait dolgoztuk fel. A mintavételt IUP-12 típusú, pulzáló egyenárammal működő elektromos kutatói halászgéppel végeztük, amely az egyik legkevésbé szelektív

fogási eszköz. A mintáinkat 4%-os formalinban és 70%-os etil-alkoholban tartósítottuk. Szakirodalmi közlések alapján ezen tartósítások egyike sem befolyásolja a testméreteket (Hood és Heins, 2000). A morfometriai vizsgálatainkhoz a szakirodalomban (Berinkey, 1966; Bíró, 1993) javasolt testméretek közül – digitális tolómérővel – a következőket mértük: 1 – teljes hossz (TL), 2 – standard hossz (SL), 3 – fejhossz (LC), 4 – faroknyélhossz (LPC), 5 – testmagasság (H), 6 – szemátmérő (OH), 7 – preorbitális távolság (PRO), 8 – posztorbitális távolság (POO), 9 – interorbitális távolság (IO). 10 – ánuszt és hasúszó közti távolság (AH), 11 – hasúszó és farokalatti úszó távolsága (HFA), 12 – faroknyél vastagsága a legkisebb magasságánál (FV), 13 – faroknyél legkisebb magassága (FMAG), 14 – mellúszó hossza (MÚH), 15 – hátúszó hossza (HUH), 16 – hasúszó hossza (HAÚH), 17 – farokalatti úszó hossza (FAÚH), 18 – preanális távolság (PA), 19 – predorzális távolság (PD), 20 – prepektorális távolság (PPEC), 21 – prepelvikális távolság (PPL)

Az adatok feldolgozását és a statisztikai elemzéseket Microsoft Excel és SPSS for Windows 11.5 programcsomagokkal végeztük. Szakirodalmi ajánlások (Gaál, 2004; Podani, 1997) alapján az elemzéseket diszkriminancia-analízissel és egyutas ANOVA Tukey's Post Hoc Test-tel végeztük. A módszerek lehetőséget nyújtanak arra, hogy megállapítsuk az egyes mintavételi területekről gyűjtött állatok különböző morfometriai viszonyainak variabilitását, illetve az egyes mintavételi területekről származó minták elkülönülését. Megtudhatjuk továbbá, hogy mely testméretek alapján különíthetők el az egyes állományok.

A statisztikai elemzések eredményei közül az F-statisztika és a Wilks-féle lambda-teszt értékeit értékeljük részletesen. Az F-statisztika a csoportok közötti és a csoportokon belüli variancia arányát adja meg. Minél nagyobb az F-statisztika értéke, annál nagyobb a csoportok közötti elkülönülés. Mivel az F-statisztika értéke a csoportok közötti és a csoporton belüli varianciaértékek aránya, az eredményekből azt is megtudhatjuk, hogy az egyes állományok mely testméret alapján különülnek el egymástól. A Wilks-féle lambda-értékek a csoportokon belüli morfometriai értékek négyzetösszegeinek és az összes adat négyzetösszegének az arányát jelentik. Ha ennek értéke az adott testméret esetében nullához közelít, akkor nagy csoportszintű elkülönülésről, ha egyhez közelít, kis csoportszintű elkülönülésről beszélhetünk.

Eredmények

Diszkriminancia-analízis

A statisztikai elemzés során minden vizsgált testméret tekintetében szignifikáns eltéréseket találtunk mindhárom vizsgált halfaj állományai között (2. táblázat). Ez azt jelenti, hogy az általunk vizsgált testméretek szignifikánsan különböznek mind a három halfaj vizsgált állományai között.

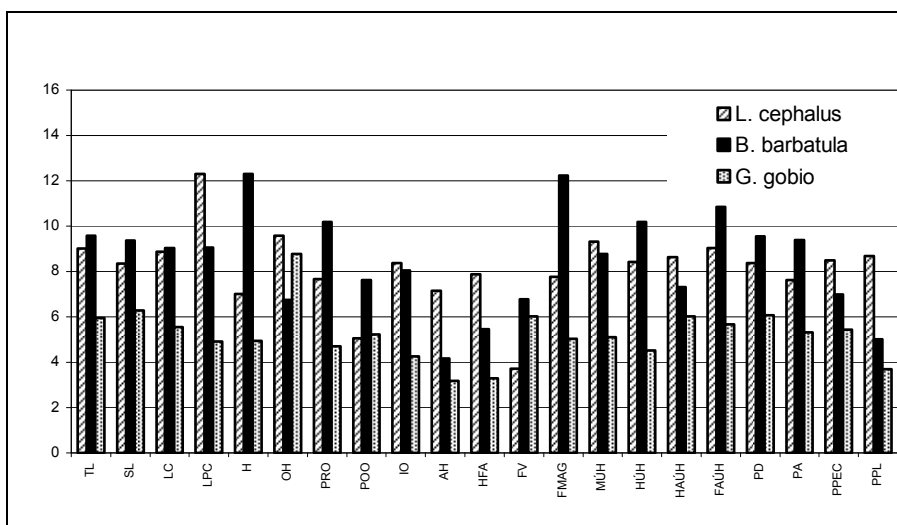
Az, hogy a vizsgált állományok a mért morfometriai bélyegek túlnyomó része alapján szignifikánsan különböznek, nem egyedülálló jelenség. Berinkey a Bódva és a Szamos sujtásos kűsz [*Cypriformes*, *Cyprinidae*, *Alburnoides bipunctatus*, (Bloch, 1842)] állományait vizsgálva hasonlóan nagymértékű eltéréseket talált (Berinkey, 1973). Egy korábban a Debreceni Egyetemen végzett kutatás is hasonló eredményeket kapott az amurgéb (*Perciformes*, *Odontobutidae*, *Percottus glenii*, Dybowski, 1877) és domolykó állományait vizsgálva (Bereczki et al., 2005).

A mért értékek kanonikus diszkriminancia-analízise során kapott F-statisztika-értékeket elemezve (3. ábra) elmondhatjuk, hogy általában a *Gobio gobio* esetében a legalacsonyabbak, azaz ennél a fajnál az összes mért testméretet tekintetében kicsi a csoportok közötti különbség. Különösen kis különbségeket találhatunk az ánuszt és a hasúszó távolságában (AH), a hasúszó és a farokalatti úszó távolságában (HFA), illetve a prepelvikális távolságban (PPL). Az átlagostól nagyobb a csoportok közötti különbség a szemátmérőben (OH).

A domolykó esetében a faroknyélhosszban (LPC) viszonylag nagy, míg a farok vastagságában (FV) kicsi a csoportok közötti különbség. A kövicsík F-statisztika-értékei alapján elmondhatjuk, hogy az állományok között a legnagyobb különbség a testmagasságban (H), illetve a faroknyél magasságában (FMAG) van. Ennél a fajnál kicsi a csoportok közötti különbség az ánus és a hasúszó távolságát (AH), a hasúszó és a farokalatti úszó távolságát (HFA), továbbá a prepelvikális távolságot (PPL) tekintve.

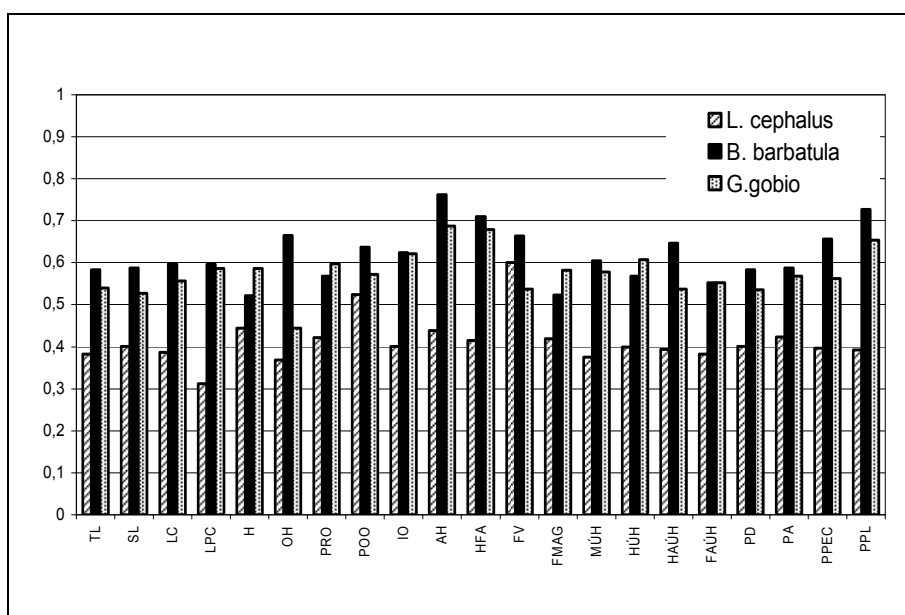
2. táblázat. A vizsgált halfajok felvett testméreteiből számolt szignifikancia értékek
Table 3. Significance data from the measured body lengths of the three species

Testmértet	<i>Gobio gobio</i>	<i>Leuciscus cephalus</i>	<i>Barbatula barbatula</i>
TL	0,000	0,000	0,000
SL	0,000	0,000	0,000
LC	0,000	0,000	0,000
LPC	0,000	0,000	0,000
H	0,000	0,000	0,000
OH	0,000	0,000	0,000
PRO	0,000	0,000	0,000
POO	0,000	0,000	0,000
IO	0,000	0,000	0,000
AH	0,001	0,000	0,002
HFA	0,000	0,000	0,000
FKM	0,000	0,001	0,000
FMAG	0,000	0,000	0,000
MÚH	0,000	0,000	0,000
HÚH	0,000	0,000	0,000
HAÚH	0,000	0,000	0,000
FAÚH	0,000	0,000	0,000
PD	0,000	0,000	0,000
PA	0,000	0,000	0,000
PPEC	0,000	0,000	0,000
PPL	0,000	0,000	0,000



3. ábra. A vizsgált halfajok felvett testméreteiből számolt F-statisztika-értékek
Fig. 3. F statistic data from the measured body lengths of the three species

A felvett testméretek Wilks-féle lambda-értékei (4. ábra) alapján elmondhatjuk, hogy a kövicsík értékei a legalacsonyabbak, azaz ennél a fajnál a legtöbb testméret esetében kis csoportszintű elkülönülést tapasztaltunk. A legkisebb különbségek az anus és a hasúszó távolságában (AH), a hasúszó és a farokalatti úszó távolságában (HFA) és a prepelvikális távolságban (PPL) vannak. Viszonylag nagyobb különbségeket találtunk a testmagasság (H) és a faroknyél magassága (FMAG) tekintetében. A domolykó esetében a Wilks-féle lambda-teszt értékei általában alacsonyabbak a másik két fajnál, azaz a vizsgált testméretek tekintve nagyobb különbségeket találunk. A legnagyobb eltérés a csoportok között a faroknyélhossz (LPC) esetében van. Az általunk vizsgált állományok között a legnagyobb hasonlóság a farok vastagságában (FV) van. A fenékjáró küllő adatait vizsgálva megállapítottuk, hogy a felvett testméretek Wilks-féle lambda-értékek változatosak. Nagyobb csoportszintű elkülönülést a szemátmérőben (OH), míg kisebb csoportszintű elkülönülést az anus és a hasúszó (AH) távolságában találtunk.



4. ábra. A vizsgált halfajok felvett testméreteiből számolt Wilks-féle lambda-értékek
Fig. 4. Wilks' Lambda data from the measured body lengths of the three species

Bükkaljai állományok elkülönítése

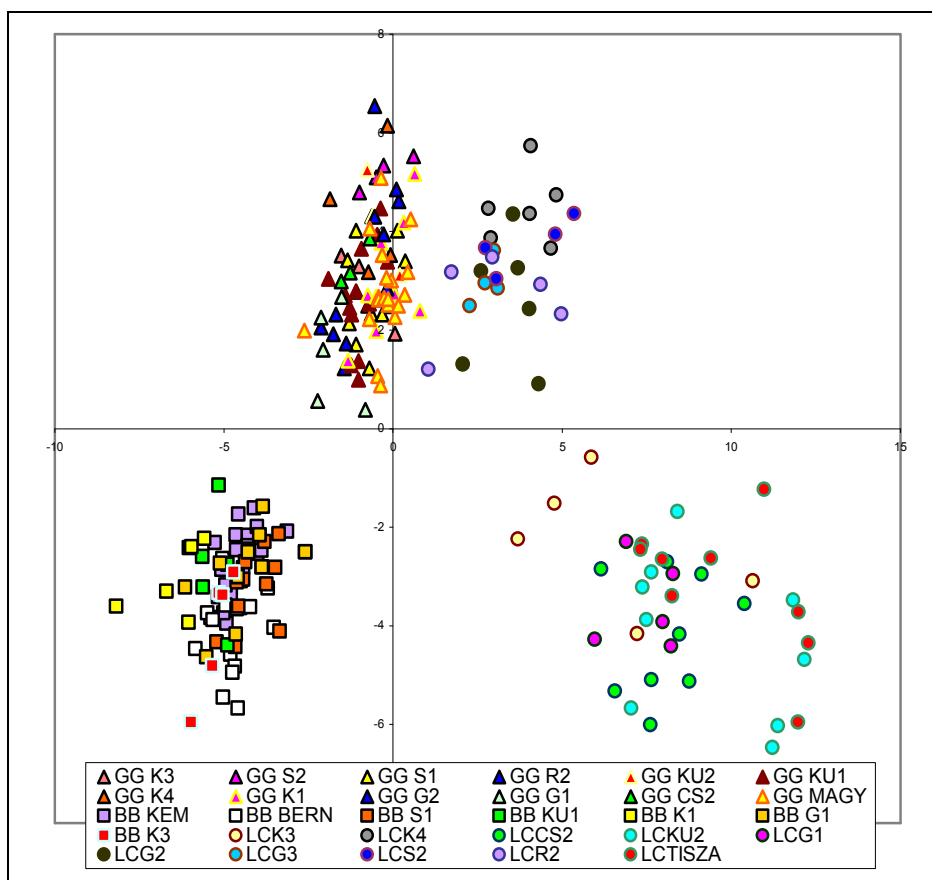
A bükkaljai területek állományainak elkülönítését egyutas ANOVA Tukey-féle Post Hoc Test-tel végeztük. A módszerrel az összes változót figyelembe véve állapíthatjuk meg, hogy van-e szignifikáns különbség a vizsgált állományok között, illetve, hogy az egyes változók esetében van-e szignifikáns különbség. A módszer lehetőséget nyújt arra, hogy megállapítsuk, melyek azok testméretek, amelyek elkülönítik a bükkaljai területek állományait az általunk kontrollként választott Börzsönyből, illetve Bereg-Szatmári-síkról származó állományoktól.

A kövicsík esetében a bükkaljai területek állományai mindegyik testméretnél szignifikánsan különböznek a többi területről származó állománytól. A legszembetűnőbb eltérés a Kemence-patak esetében mutatkozik. A fenékjáró küllő esetében nincs szignifikáns különbség a bükkaljai és a kontrollterületek állományai között, kivéve az anus és a hasúszó

távolságát (AH), illetve a farok vastagságát (FV). A domolykó bükkaljai állományai is a legtöbb testméret tekintetében szignifikánsan különböznek a kontroll állományoktól, kivéve a faroknyélhosszt (LPC) és a farok vastagságát (FV).

Ordináció

A felvett testméretek alapján minden egyed Microsoft Excel segítségével koordináta-rendszerben ábrázoltunk (5. ábra). Az egyes pontok az egyes egyedeket jelölik, míg a különböző árnyalatú pontok az egyes mintavételi helyek állományait jelölik. A háromszögek a fenékjáró küllőt (GG), a négyzetek a kövicsíkot (BB) és a pöttyök a domolykó (LC) egyedeket jelölik. A fajokat jelző két betű után a mintavételi helyek kódjai (1. ábra) találhatóak.



5. ábra. A három halfaj adataiból képzett ordináció
 Fig. 5. Plot-figure from the data of the three species

Az ábráról leolvasható, hogy a fenékjáró küllő és a kövicsík különböző mintavételi helyekről származó állományai morfológiai viszonyaik alapján egységesnek tekinthetők, és nagyobb mértékben hasonlítanak egymásra, mint azt a domolykó esetében látjuk. A domolykók adataiból két csoport alakult ki, azonban ezek nem mutatnak táji elkülönülést. A két csoport közötti különbség okát egyelőre nem tudjuk, de a jövőben szeretnénk a problémát alaposabban megvizsgálni.

Értékelés

A diszkrimancia-analízis, az F-statisztika és Wilks-féle lambda-teszt értékeinek elemzése alapján elmondhatjuk, hogy a kövicsik és a fenékjáró küllő esetében mind az állományok közötti, mind az állományokon belüli variabilitás kisebb, mint a domolykó esetében. Megállapítottuk, hogy a kövicsik állományokat tekintve nagy hasonlóság mutatkozik a hasúszó és farokalatti úszó távolságában és a prepelvikális távolságban, valamint, hogy a domolykó egyes állományai között az általunk vizsgált testméretek szinte mindegyike nagy csoportszintű elkülönülést mutat. Ennél a fajnál a legállandóbb testméretnek a farok vastagsága és a prepelvikális távolság bizonyult. A fenékjáró küllő esetében az állományok közötti különbséget a szemátmérő okozza, míg az anus és hasúszó távolsága, a hasúszó és farokalatti úszó távolsága, illetve a prepelvikális távolság viszonylag állandó bélyegnek bizonyult.

Munkánk során azt is megállapítottuk, hogy a kövicsik és a domolykó bükkaljai állományai szignifikáns eltéréseket mutatnak a többi mintahely állományaitól a vizsgált testméretek tekintve.

Vizsgálatainkat a jövőben genetikai vizsgálatsorozattal szeretnénk kiegészíteni, amely a morфомetriai különbségeket kialakító belső tényezők jelentőségét mutathatná ki. Emellett vizsgálatainkat szeretnénk elvégezni a mért testméretekkel képzett testarányokkal is, amelyek alkalmazása kiküszöbölheti az egyedek nagyságbeli különbségeiből adódó lehetséges eltéréseket.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket szeretnénk kifejezni mindazoknak, akik munkánk során segítséget nyújtottak. Köszönjük a Debreceni Egyetem Hidrobiológiai Tanszék minden dolgozójának, hogy a munkánkhoz szükséges feltételeket biztosították. Köszönjük Erős Tibornak (BLKI), valamint a Magyar Természettudományi Múzeumnak a rendelkezésünkre bocsátott mintákat.

A munkát az OTKA T 035061 és M 36421 számú pályázata támogatta.

Irodalom

- Bereczki Cs., Takács P., Antal L. (2005): Egy őshonos és egy invázió halfaj morфомetriai vizsgálata. *Halászatfejlesztés* 30: 99–107.
- Berinke L. (1966): Halak – Pisces. Fauna Hungarica 20/2 (79). *Akadémiai Kiadó*, Budapest, 138 pp.
- Berinke L. (1973): A sujtásos kűsz (*Alburnoides bipunctatus* Bloch) két populációjának összehasonlító analízise testméretek alapján. *Vertebr. Hung.* 14.
- Biró P. (1993): Halak biológiája (KLTE jegyzet). *MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet*. Tihany, 260 pp.
- Dufrène, M., Legendre, P. (1997): Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345–366.
- Gaál M. (2004): A biometria számítógépes alkalmazásai a környezeti- és agrártudományokban – *Aula*, Budapest. 147 pp.
- Hood, S. H., Heins, D.C. (2000): Ontogeny and allometry of body shape in the Blacktail Shiner (*Cyprinella venusta*). *Copeia* 1: 270–275.
- Podani J. (1997): Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeldolgozás rejtjelmeibe. *Scientia*, Budapest, 407 pp.
- Takács P. (2007): Dombvidéki és síkvidéki kisvízfolyások halállományainak összehasonlító vizsgálata. *Pisces Hungarici 1. Agrártudományi Közlemények* 25. 54–59.