

A HALAK TESTALAKJÁNAK BIONÓMIÁJA

Írta: Dr. DUDICH ENDRE

A halak testének alakjával már meglehetősen sokat foglalkoztak a kutatók. Természetes ez, hiszen nemcsak az édesvízi, hanem különösen a tengeri halfajok közt számos olyan van, amely testének különleges alakjával magára vonja a kutatók figyelmét. Amikor, főképpen a származástani eszmék hatása alatt, a kutatók egyre inkább oknyomozóan kezdtek gondolkodni, önként merült fel a gondolat, hogy a halak testének alakja és életmódjuk közt oksági kapcsolat van. Eleinte elintézettnek vélték ezt a kérdést azzal, hogy kimondták: a hal „alkalmazkodott” a környezetéhez és az életmódjához. Később azonban fokozatosan elmélyült a kérdés kutatása. A fenti általánosságban mozgó állítás helyett a kérdés pontosabb vizsgálatát, az esetleges, a sejtett, vagy feltételezett összefüggések alaposabb, lehetőleg kísérleti kivizsgálását kezdték követelni. Így azután a kérdés az összehasonlító alaktan területéről a bionómia síkjára tevődött át.

Bionómián szerveződéstant kell értenünk (8). Nevezhetjük a szerveződés oktanának is. Főproblémája a szerkezet létrejötte, a szerkezet és a működés összefüggése, továbbá az alkalmazkodások keletkezése. Kutatja azokat az okokat, illetve az okoknak és okozatoknak azt a láncolatát, amelyeknek következtében valamely testi sajátosság vagy szerv éppen olyanná lett és éppen ott alakult ki, amilyennek és ahol azt az alaktani kutatás megállapította.

Ami már most a halak alakját illeti, csakhamar rájöttek, hogy bármilyen változatosnak látszik is ez, bizonyos szempont szerint nézve a formák sokasága néhány alapalakra vezethető vissza. A különleges, szélsőségesen módosult alakok mind levezethetők az alapalakokból. Három ilyen alapalak van:

1. A *torpedó-* vagy *orsóalak* (fusiformis, mesosomatikus, dolichosomatikus alak), melynek testkeresztmetszete nagyjában *köralakú*.

2. Az *összenyomott alak* (disciformis, komprimált, hypsisomatikus alak); ennek testkeresztmetszete nagyjában olyan ellipszis, melynek nagy tengelye függőleges. A test tehát *oldalról összenyomott*.

3. A *lapított alak* (deprimált, depressiformis, euryssomatikus alak); ennek testkeresztmetszete nagyjában olyan ellipszis, amelynek nagy tengelye vízszintes. A test tehát *hát-hasi irányban lapított*.

Amikor a testalak megértésére és magyarázatára törekszünk, a ható tényezőknek (faktorok) két csoportját kell tekintetbe vennünk. Az egyik

a belső (endogén) tényezőcsoport, amely a hal faji sajátosságait, öröklődő tulajdonságait, környezettani életrevalóságát (ökológiai valantia) és származástani multját foglalja magában. Ez az alakképződés (morphogenesis) ú. n. *autogén* összetevője. A másik a külső (exogén) tényezőcsoport; ezen a környezet (milieu, peristasis) hatásait értjük. Ez az alakképződés ú. n. *allogén* összetevője. Az autogén és allogén összetevők eredője a testalak.

Az eddigi, eléggé kevés számú vizsgálat arra törekedett, hogy tisztázza a halak testalakjának szerepét az *úszásban*. Kísérletileg, főképpen hidrodinamikai kísérletekkel igyekeztek megállapítani élő halakon és modelleken, hogy a testalaknak milyen a viszonya az úszás módjához és sebességéhez, milyen szerepe van a vízben az alakellenállásnak, hogyan hat ez az úszás sebességére. Általában kiderítették, hogy az alak és az úszás sebessége közt valóban van összefüggés, és úgy látszik, legkedvezőbb a torpedóalak, amely leginkább biztosítja a testnek az áramvonalas-ságot. Vizsgálták a halak testére ható hidrodinamikai tényezőket, de eddig nem sok eredményt értek el. 1935-ben Ne u még csak arra törekszik, hogy tisztázza a problématerület elveit és módszertanát.

Az alábbi fejtegetések célja az, hogy valamivel előrevigye a kérdés allogén összetevőjére vonatkozó ismereteket. Számomra a probléma faunisztikai kutatásokkal kapcsolatban merült fel. Hosszú idő óta foglalkoztatott a Garam folyó állatvilága. A kutatások lezárása után a nyert adatokból biológiai képet igyekeztem alkotni a folyó faunájáról. Foglalkoznom kellett a halakkal is, és természetes volt, hogy meg kellett állapítanom a folyó halszintjait. A folyóvizekben tudvalevőleg már régtől fogva bizonyos szintjákat (regió) különböztetnek meg, amelyekre egyenként határozott összetételű halfauna jellemző. A szintjákat egyes *vezér-fajokról* nevezték el, melyek különösen jellemzők a szintjakra. Így egy folyóban a torkolattól felfelé menve megkülönböztetik a *dévérkeszeg* (*Abramis brama*), a *rózsás márna* (*Barbus barbus*), a *pénzes pér* (*Thymallus thymallus*) és a *sebes pisztráng* (*Trutta fario*) szintjait. A határok természetesen sohasem élesek, és a helyi viszonyok szerint eltolódások, átfedések és látszólagosan ellentmondások fordulhatnak elő. Egy ideális esési viszonyokat mutató, kiegyenlített pályájú folyóban az ú. n. *alsó szakasz* a dévérkeszeg, a *középső* a rózsás márna, a *felső* pedig a sebes pisztráng szintája. A pénzes pér szintája legtöbbször bizonytalan, és hol a rózsás márna, hol pedig a sebes pisztráng szintájához csatolják.

Kerestem a szintjájának valamivel szabatosabb jellemzését, és ez a törekvés vezetett az alább ismertetendő eredményekre.

A hidrobiológiában már régen ismeretes, hogy a folyóvízi szervezettek egyik legfontosabb problémája az, hogy ellen tudjanak állni a víz sodrának, vagyis a folyóvíz *el ne sodorja őket*. Ez a szerveződési probléma egyaránt érinti a folyóvízi állatvilág úszó (nektonikus) alakjait (nektonok) és fenéklakó (benthikus) fajait (benthontok). A hidrobiológusok ezzel kapcsolatban egész sereg olyan sajátosságra mutattak rá gerincteleneknél és gerinceseknél egyaránt, amelyek a folyóvízi élőhely (rheotop) viszonyaihoz való alkalmazkodásnak tekinthetők (18). Ezeknek az alkalmazkodási jelenségeknek a minősége és foka mindig kapcsolatban van azzal, hogy a szervezetnek milyen az ökológiai életrevalósága. Vannak fajok, amelyek a víz áramlási viszonyai iránt közömbösek, vagyis egyaránt élnek álló és folyó vízben (*euryrheo* fajok). Viszont ismerünk olya-

nokat, amelyek a vízáramlás iránt érzékenyek, igényesek (*stenorheo* fajok). Ez utóbbiak lehetnek vagy állóvízi-csendesfolyású vízi fajok (*limophil* vagy *lenitikus* fajok), vagy pedig folyáskedvelő, folyóvízi (*rheophil*, *lotikus* fajok). A folyáskedvelés (*rheophilizmus*) foka és a folyó vízű élőhelyhez való ragaszkodás mértéke szerint meg szoktak különböztetni *rheobiont*, *rheophil* és *rheoxén* fajokat.

Gondolatmenetem abból indult ki, hogy a folyóvízben az alakellenállás szempontjából egyik legfontosabb morfológiai elem a test keresztmetszete, mert hiszen a hal teste hosszában fektetett keresztmetszetek alakjai szabják meg, hogy a hal teste mennyire „áramvonalas”. Az irodalomban található különféle keresztmetszet-rajzok. A keresztmetszeteket eléggé általánosan, szinte egyezményesen a hátúszó első sugaránál fektetik. Ismert volt az a coincidencia is, hogy az álló és csendes folyók vizekben élő fajok keresztmetszete általában összenyomott, míg az élénk, erősen folyó vizekben lakó fajok keresztmetszete többé-kevésbé kerekded, a sebes folyású, ragadó vizekben tartózkodó fajoké pedig hátsági irányban lapított lehet (17, p. 319—320).

Annak ellenére, hogy a keresztmetszetek egyenesen kihívják a bionómiai felhasználást, különös módon erre senki sem gondolt. Természetesen találunk e kérdést érintő gondolatokat, de a keresztmetszet és az élőhely viszonyai közötti összefüggés nagyobb arányú elemzését még senki sem kísérelte meg. Természetes, hogy körvonalrajzból vagy leírásból nem lehet kielégítő következtetéseket levonni, és főképpen nem lehet eredményes összehasonlításokat végezni. A szóbeli leírásnál sokkal többet mondanak a számszerűleg kifejezett viszonyok. Az első, aki erre gondolt, a magyar Unger Emil volt. Ő a pontyfajták jobb jellemzése céljából 1917-ben (38) bevezette az ú. n. *keresztmetszet-indexszámot*. Ezen a keresztmetszet magasságának (m) és legnagyobb szélességének (sz) hányadosát értette.

$$\text{Tehát } \frac{m}{sz} = i.$$

Hasonló hányadosokkal dolgozott Magnan (21) és Neu (25). Ámde ők mindnyájan főképpen a test alakjának általános jellemzésére törekedtek, s nem hozták azt összefüggésbe a környezeti viszonyokkal.

Én tőlük függetlenül egy másik számszerűséget igyekeztem megállapítani a keresztmetszeteken. Ezt *keresztmetszet-hányadosnak* (q) neveztem (10). Megkapjuk ezt, ha a keresztmetszet legnagyobb szélességét (sz) a magassággal (m) állítjuk arányba, vagyis a két méretet osztjuk egymással: $\frac{sz}{m} = q$. Ez a keresztmetszet-hányados visszavezethető az Unger-féle indexszámra, mert annak reciprokértéke. Nézetem szerint azonban biológiai szempontból megfelelőbb, mert számlálójában az alakellenállás és az áramvonalasság szempontjából döntő jelentőségű szélesség (testvastagság) áll.

Világos, hogy a bevezetésben ismertetett alapelvok esetei ezzel a hányadosal számszerűleg jellemezhetők. Ha ugyanis

1. $sz = m$, akkor $q = 1$. Ez az ideális orsó- vagy torpedóalak, melynek az átmetszete általában köralakú;

2. $sz < m$, akkor $q < 1$, tehát tört szám. Ez az eset az összenyomott testalak különböző eseteit adja;

3. sz $> m$, akkor $q > 1$, vagyis a hányados 1-nél nagyobb szám. Ez az eset a lapított alakokra jellemző.

Ezen az alapon most már lehetséges a régi tétel számszerű kifejezése, lehetségessé válik az összehasonlítás és elmélyíthetjük ismereteinket abban az irányban, hogy összefüggést keresünk az életmóddal.

Kikerestem az irodalomból, főképpen B a d e (2), B l o c h (4) és H e s s e (17) munkáiból a hazai halfajokra vonatkozó keresztmetszet-rajzokat (1. ábra). A mérések és számítások eredményeképpen kaptam egy elég hosszú számsort (I. táblázat). Ennek elején áll az *ezüstpő balin* (*Blicca björkna*) $q = 0,3$, a végén pedig a *botos köllő* (*Cottus gobio*), 1.30 hányadossal. A két véglet között helyezkednek el többi halaink különböző, növekedő q -értékekkel. Ezt a számsort kellett azután vonatkozásba hoznom a halak életmódjával, főképpen élőhelyek (biotop) áramlási viszonyaival.

A halak *élőhelye* lehet álló víz, vagy pedig különböző fokban folyó, áramló víz. Az áramlás erősségét különböző jelzőkkel szokták megadni: csendesen, élénken, gyorsan, rohamosan folyó víz. Ismeretes, hogy Neumann svéd hidrobiológus bevezette a *milieuspektrum* fogalmát és használatát a hidrobiológiába, s ez igen hasznos és gyümölcsöző lépésnek bizonyult. Eszerint az összes tényezők — fény, hő, nedvesség, kémiai viszonyok, áramlás stb. — szélsőséges értékei közti távolságot *tágusságnak* (amplitudo) mondjuk és három szakaszra osztjuk fel. Neumann ezeket a szakaszokat *típusoknak* nevezi és megkülönbözteti a kis, a közép és a nagy értékek típusát, műszóval az *oligo-*, a *meso-* és a *poly-*típust. Erre a három típusra vonatkoztatható azután az egyes fajokra megállapított, az alsó és felső *tűrészhatár* (tolerantia) megadta *igénytelenség* (euryöikia) vagy *igényesség* (stenöikia).

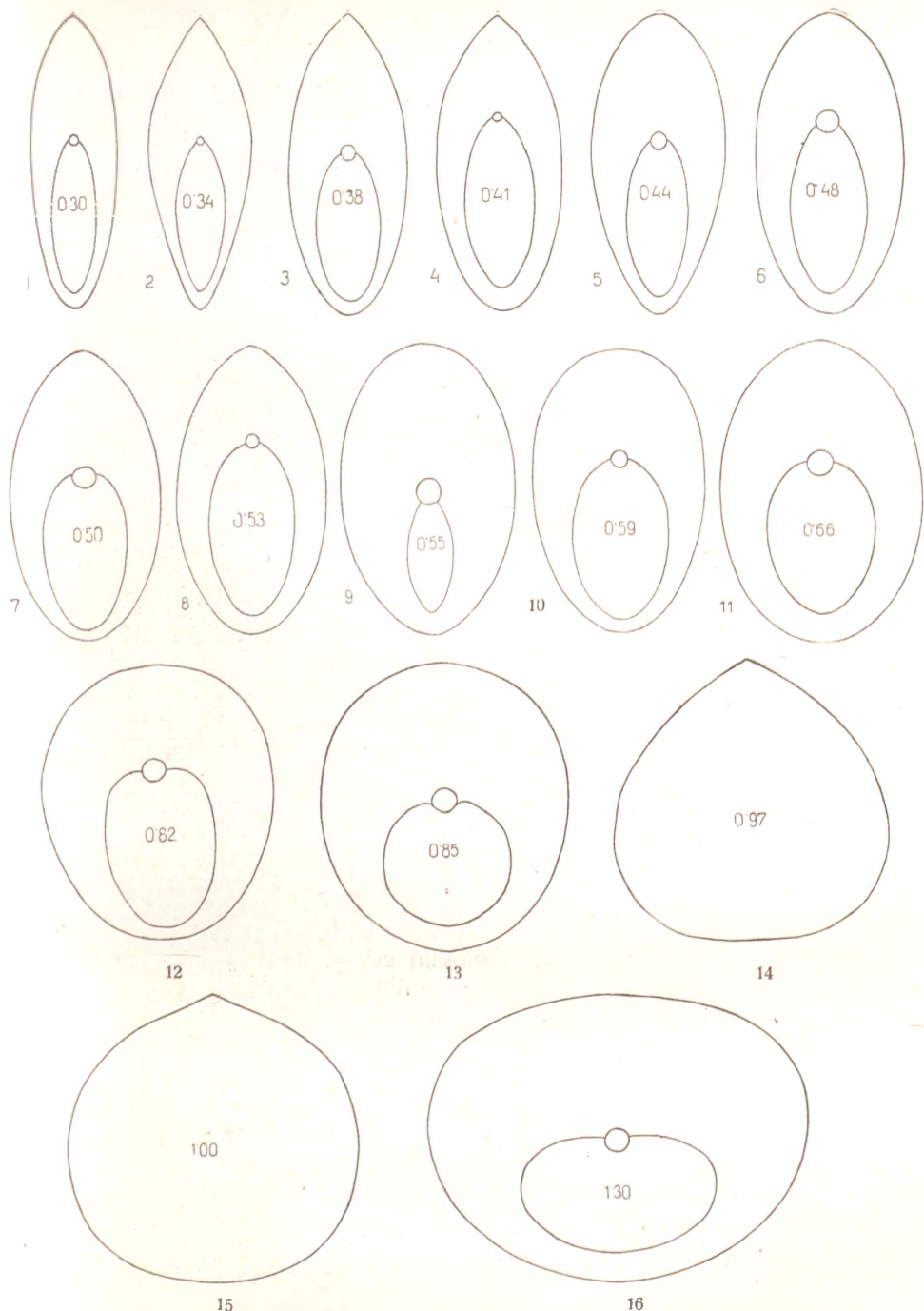
A mi esetünkben az *áramlási spektrumot* (rheospectrum, 28) kellene megállapítani. Sajnos, e tekintetben még a sötétben tapogatódzunk. Vizeinkben biológiai irányú sebességméréseket még nem végeztek. Általában sebességadataink csak folyamainkról és nagyobb folyóinkról vannak, de ezek sem használhatók fel biológiai célokra, mert tisztára hidrológiai célból nyerték őket. Még kevesebbet tudunk e tekintetben halfajaink különleges igényeiről. Ezeket csak általánosságban mozgó kifejezésekkel szokták megadni, mint pl. hogy álló és csendes folyású vizekben él, kedveli az élénkebb vizet, hegyi patakokban honos, stb. Szóval nem rendelkezünk olyan szabatos adatokkal, amelyek pontos, számszerű értékeket adnának. Mint oly sok esetben, a fajok környezettana (autökológia) itt is még rendkívül hiányosan van kikutatva.

A folyóvízi szervezetekre és a hegyvidéki patakok állatvilágára vonatkozó munkák adataira támaszkodva, a rheospektrum nagyjában a következőképpen alakul:

1. *Oligotypus*: 0—0,3 m/sec vízsebesség. Álló és csendes folyású vizek. Többnyire sík- és dombvidéki patakok, folyók vagy folyamok, illetve ezek alsó szakaszai.

2. *Mesotypus*: 0,3—0,8 m/sec vízsebesség. Élénken folyó vizek, nagyobb hegyvidéki patakok és a hegyek közt kanyargó folyók, illetve a folyók és folyamok középső szakaszai.

3. *Polytypus*: 0,8—1,2 m/sec és ennél nagyobb vízsebesség. Sebes



1. Ezüstös balin (*Blicca björkna*). — 2. Dévérkeszeg (*Abramis brama*). — 3. Évakeszeg (*Vimba vimba*). — 4. Széles kárász (*Carassius carassius*). — 5. Ónos jáász (*Leuciscus idus*). — 6. Nyálkás compó (*Tinca tinca*). — 7. Sebes pisztráng (*Salmo trutta fario*). — 8. Tőponty (*Cyprinus carpio*). — 9. Csuka (*Esox lucius*). — 10. Folyami sügér (*Perca fluviatilis*). — 11. Rózsás márna (*Barbus barbus*). — 12. Tarka menyhal (*Lota lota*). — 13. Kövi csík (*Nemachilus barbatulum*). — 14. Nagy bucó (*Aspro zingel*). — 15. Kis bucó (*Aspro streber*). — 16. Botos kölönte (*Cottus gobio*). — (Bade, Blochs és Hesse nyomán).

és rohamos vizek. Ilyenek a hegyvidéki folyók felső szakaszai és a hegyvidéki aptakok. Ezek az ú. n. pisztrángos vizek.

A három *rheotypus* lényegében a három halszintájjal (dévérkeszeg, rózsás márna, sebes pisztráng) esik össze.

Az I. táblázat jobboldali felében feltüntettem, hogy a fajok nálunk, az irodalomban olvasható adatok alapján, milyen típusú vizekben élnek, vagyis hogy a rheophilizmusnak milyen fokát mutatják.

Teljesen tudatában vagyok annak, hogy a táblázatnak mindkét fele hibaforrásokat tartalmaz. Ilyenek:

1. A keresztmetszetek pontos vételére és rajzolására meghatározott, kidolgozott eljárásra volna szükség, hogy a képek feltétlenül megbízhatók és összehasonlíthatók legyenek. Több fajra a képek alapján két értéket kaptam. Erről a körülményről alább lesz szó.

2. Sok különböző halfajról és ugyanazon faj különböző típusú vizekből származó, különböző korú példányairól kellenének keresztmetszetek.

3. Ugyanazon vizekről sebességadatokra volna szükség.

4. Felderítetlen még a kérdés örökléstani oldala.

Mivel azonban az ökológiában, sajnos, csaknem mindenütt ilyen hiányokkal kell küzdenünk, de ennek ellenére is bizonyos szabályszerűségek kiemzésére törekszünk, én sem riadtam vissza a táblázat értékelésétől. Számoltam azzal, hogy a nem szabatos adatok miatt a kapott kép nem lesz tökéletes. Lesznek zavaró kivételek és látszólagos ellentmondások, amelyeket majd csak beható részletvizsgálatok deríthetnek fel. Annál is inkább, mert nem feltétlenül csak ez az egy tényező hat! Hogy az ilyenirányú ökológiai vizsgálatok eredményei és a levonható következtetések körül milyen eszmecsere fejlődhetik ki, azt szépen illusztrálja az úgynevezett Bargmann-féle szabály-bizonyításának és értékelésének története.

Nézzük először a táblázat két végét! Elején áll az *ezüstös balin* a maga nagyon összenyomott, lapos testével. Ez az oligotypusú vizeket lakja, tehát „lenitikus“ alak. A végén van a *botos köllönte*, melynek teste már lapított. Ez a sebes, ragadó vizek jellegzetes hala, tehát a polytypus lakója ú. n. „lotikus“ faj. Sőt, tudjuk, fenékhál, tehát a benthos tagja. Ez a két hal egyszersmind két ökológiai-ethológiai típust is jelent. Az ezüstös balin állóvízi úszóhal (stagnophilizmus-nektizmus), a botos köllönte pedig sebesvízi fenékhál (rheophilizmus-benthizmus). Mindkettő prototípusnak tekinthető, mindkettő egy-egy tipikus élőhely „életformája“, melynek szervezete teljes összhangban van élőhelyének fizikai viszonyaival. Ezt nevezik a hidrobiológiában „epharmoniának“.

A két véglet közt találjuk fokozatosan emelkedő hányadosokkal az összes átmeneteket a disciformis testtől a fusiformis test felé. Ez utóbbit számszerűleg a *kis bucó* (*Aspro streber*) testesíti meg.

A táblázatot most már két szempontból értékelhetjük. Vizsgálhatjuk a hányadosok emelkedő sorát abból a szempontból, hogy miként viszonylanak a fajok a víztípusokhoz, tehát listára a biotophoz. Azután pedig nézhetjük az összefüggést egyéb életmódi sajátosságokkal, mint a nektizmus és a benthizmus.

Az első szempontból vizsgálva az összefüggéseket, a következőket állapíthatjuk meg:

1. Emelkedő hányadossal, úgy látszik, növekedik a fajok rheophilizmusának foka. Egyre inkább képesek az oligotypusból átmenni a mesotypusba, sőt behatolni a polytypusba is.

2. Vannak euryrheo fajok, melyek két, sőt három típusban egyaránt képesek élni.

3. Vannak stenorheo fajok, melyek csak egy-egy típusban fordulnak elő.

4. Vannak két hányadossal szereplő fajok, melyek külön kivizsgálást igényelnek.

Az alacsonyhányadosú fajok az oligotypus lakói. Álló és csendesfolyású vizekben honosak, másutt csak kivételes rheoxének. Emelkedő hányadossal fokozatosan beléphetnek a mesotypusba és esetleg a két típusban euryrheok. Van azonban köztük olyan is, az *évakeszeg* (*Vimba vimba*), amely, úgy látszik, stenorheo a mesotypusban.

Ez a folyamat tart a *szélhajtó küszig* (*Alburnus alburnus*). A *pénzes pérrel* érünk olyan halakhoz, melyeknek a rheophilizmus határozottabb, sőt esetleg már rheobiontizmusba megy át. A hányadosuk általában magasabb, mint 0,5. Itt találjuk pisztrángféléinket, mint jellegzetesen sebesvízi halakat, de egyéb családok fajait is. Ezek a fajok vagy a meso- vagy a polytypusban élnek vagy mindkettőben, tehát rheophilek, sőt rheobiontok. Testüknek tehát olyan alakúnak kell lennie, hogy lehetővé tegye számukra a sebes vízben való életet, vagyis megfeleljen a folyóvíz állította hidrodinamikai feltételeknek. Egyrészt úszniok kell tudni az árral szemben is, másrészt pedig ellen kell tudni állniok az elsodortatásnak. Úgy látszik, ezzel kapcsolatos, hogy a hányadosuk fokozatosan nő, vagyis testkeresztmetszetük kerekedik. Lassan megközelíti az ideális orsóalakot, illetve a torpedóalakot. Hidrodinamikai szempontból ezt tartják *univerzális* testalaknak, mért egyaránt hasznos álló és folyó vízben. Ez a magyarázata annak, hogy a magashányadosú fajok közt több euryrheo van. Kétségtelen, hogy a stenorheizmus kialakulásában nem csupán a vízáramlás az irányadó, hanem az ezzel többnyire kapcsolatos alacsonyabb és kevésbé ingadozó hőmérséklet és a fokozottabb oxigéntartalom is. A rheophil és rheobiont fajok általában egyszerűen hideg-stenothermek és polyoxybiontok.

A táblázatban azt látjuk, hogy a sebes pisztráng hányadosa 0,5—0,53. Feltehető a kérdés: ha a sebes pisztrágnak, ennek a közismerten és elismerten sebesvízi halnak, amely egy halrégió vezérfaja is, a hányadosa 0,5 körül van, miért emelkedik tovább a hányados? A sebes pisztráng a „pisztrángos vizeknek“ olyan úszóművésze, hogy egyetlen más rheophil vagy rheobiont halfaj sem múlja felül. Ha ennek elég 0,5 hányados, és ezzel a hányadossal az állat már annyira epharmonias környezetével, mi a magyarázata és biológiai értelme a hányados további emelkedésének? Mi a jelentősége annak, hogy a hányados az 1-érték elérése után is még tovább emelkedik?

Ezen a ponton kapcsolódik be a kérdésbe egy másik, életmódi sajátosság. Az, hogy a faj az úszóhalak (nektontok) közé tartozik-e, vagy pedig fenékhál (benthont),

A pénzes pér, sebes pisztráng, tőponty, selymes durbincs, fejes domolykó, ragadozó ön, csuka, vágó durbincs, csapó sügér, nyúldomolykó, fogas-süllő, dunai galóca mind úszkáló, úszva zsákmányoló hal, tehát nektont. Lebegve pihennek, nem ereszkednek le a vízfenékre. Erre lepihenni, lehasalni nem is volnának képesek, mert hasuk középvonali tája még annyira ívalakú, hogy a fenékre leereszkedve oldalt eldőlnének.

Ellenben a 0,60-on felüli fajok többsége olyan, hogy életük a vízfenékhez van kötve. Az iszapban, iszapon (állóvízben), kövek alatt, zugokban tartózkodnak, és vagy a vízfenék szervezeteivel táplálkoznak, vagy pedig fenéki búvóhelyükről előtörve hirtelen szökéssel vetik magukat áldozatukra. Tehát vagy közvetlenül a fenék felett úszkálnak, vagy arra le is telepednek. Ezek tehát fenékhalak, benthontok. A vízfenékhez való szorosabb viszony nyilatkozik meg abban, hogy a keresztmetszetben a szélesség egyre nő, ami a hányados emelkedését vonja magával. Ezzel a has középvonali tájának íve egyre laposabb lesz, esetleg egészen ellapul. Ezzel lehetővé válik, hogy a hal jobban a fenékhez tudjon simulni, sőt arra le is tudjon telepedni, vagyis hasalni. Azt hiszem, éppen ez a keresztmetszet illetően alakulásának a célja. Ilyen halak a harcsa, a rózsás márna, a vágó csík, a réti csík, a fenékjáró goboly, a tarka menyhal, a kövi csík, a nagy és a kis bucó, a botos kölönte. Egyesek közöttük euryrheok és eurytopok. A botos kölönte az a hal, amelyen megtaláljuk a folyólakó fenékszervezeteknek azt a nagyon elterjedt sajátosságát, hogy a testük lapított; ezt alkalmazkodási jelenségnek fogjuk fel. A test így a víz sodrának sokkal kisebb támadófelületet ad, mint ha magasabb volna (18, 34, 36).

Külön meg kell beszélünk azokat a fajokat, amelyek a táblázatban két hányadosértékkel szerepelnek. Ezek közül az évakeszeg, a sebes pisztráng, a fejes domolykó, a fogas süllő és a botos kölönte két hányadosának különbsége nem lépi át a 0,5-öt. Véleményem szerint ez a különbség módszertani eltérésekre és hiányosságokra vezethető vissza (a hal állapota, metszetvezetés, rajzolás, mérés stb.) és kis értéke miatt nem kell neki jelentőséget tulajdonítani. Elhanyagolható. Ahol azonban a különbség 0,05-nél nagyobb, ott megfontolandó a dolog, és keresni kell, hogy ez mire vezethető vissza. Ezek:

<i>Perca fluviatilis:</i>	0,59—0,39 = 0,20
<i>Tinca tinca:</i>	0,58—0,48 = 0,10
<i>Leuciscus leuciscus:</i>	0,69—0,62 = 0,07
<i>Silurus glanis:</i>	0,87—0,64 = 0,23
<i>Aspro zingel:</i>	0,97—0,88 = 0,09
<i>Phoxinus phoxinus:</i>	0,81—0,36 = 0,45

Mindenekelőtt azt kell tekintetbe venni, hogy mit tudunk ezekről a fajokról ökológiai tekintetben. Megállapítható, hogy azok a fajok, amelyeknek a hányadoskülönbsége nem lépi át a 0,10-et, tehát a nyálkás compó, a nyúldomolykó és a nagy bucó, eléggé stenorheo fajok. Az első az oligotypusban, a másik kettő pedig a mesotypusban él. A többi, a csapó sügér, a harcsa és a fürge cselle ellenben euryrheo faj. A sügér és a harcsa az oligo- és mesotypusban egyaránt megél. Rendkívül különleges a fürge cselle viselkedése. Ez él az oligo- és a polytypusban, de

— legalább is irodalmi adatok szerint — nem a mesotypusban. Lehet azonban, hogy ez a ténymegállapítás csak a nem kielégítő faunisztikai ismeretek eredménye. Alább részletesen meg fogjuk beszélni.

Mi lehet most már ennek a magyarázata? E tekintetben természetesen egyelőre csak feltevésekre és kombinációkra vagyunk utalva. Ha a keresztmetszet-rajzok hűek voltak, akkor arra gondolhatunk, hogy a kisebb hányadosú példány *talán* lassú folyású vagy álló vízből került ki, a nagyobb hányadosú pedig élénkebben folyó vízből. Ennek az elgondolásnak a háttérében azonban nagyon fontos probléma rejtőzik. Lehetőnek tartja, hogy ugyanazon fajon belül különböző hányadosú példányok lehetnek, mégpedig az élőhely rheotypusának megfelelően. Szabatosan fogalmazva meg a kérdést: a keresztmetszettel jellemzett testalak örökletes, genotipikus sajátosság-e, vagy pedig a környezet rheotypusa által indukált és előhívott szervezeti reakció, tehát ú. n. modificatio, amely csak addig állandó, amíg a környezeti viszonyok változatlanok?

Ismeretanyagunk e tekintetben ma még majdnem a nullával egyenlő. Eddig ezzel a kérdéssel senki sem foglalkozott, tehát kísérleti adataink sincsenek. A jövő vizsgálatai vannak hivatva erre feleletet adni. Ugyanannak a fajnak különböző rheotypusú vizekből származó példányait kell vizsgálat alá venni, másrészt pedig áthelyezni példányokat polytypusú vízből oligotypusúba és viszont. Ha ma exakt alapon nem is tudunk még választ adni a kérdésre, van két dolog, amelyet figyelembe lehet venni. Az egyik a ponty, a másik pedig a fűrge eselle esete.

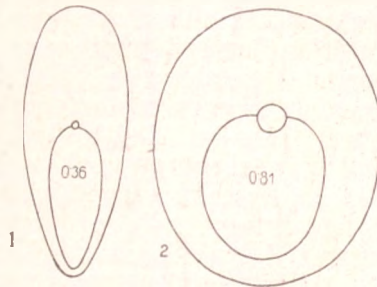
U n g e r Emil vizsgálataiból tudjuk, hogy a magyarországi pontyok keresztmetszet tekintetében nagyon variálnak. Az általa megadott indexszámokat átszámítva keresztmetszet-hányadosokra, kitűnik a következő (39):

a vadpontyok hányadosa	0,62—0,75
a tőpontyok hányadosa	0,51—0,62
a kultúrformák hányadosa	0,44—0,62
a fertői pontyok hányadosa	0,30—0,55
a balatoni pontyok	„ 0,44—0,69
a variálási tágasság	0,30—0,75

A ponty azonban tenyésztett hal, és állományai legtöbbször nem tiszták. A mesterséges kiválasztás és a különböző kereszttevések anynyira módosították eredeti alakját és nyilván ökológiai életrealóságát is, hogy céljainkra nem tudjuk felhasználni. Csupán arra alkalmas, hogy rámutassunk: a keresztmetszet és hányadosa egy fajon belül erősen változhatnak, és úgy látszik, mesterséges beavatkozások ezt a változékonyságot előmozdítják.

Más az eset a fűrge esellel. H e s s e ennek a fajnak két keresztmetszetét rajzolta le (17, p. 319, f. 82, b és h), melyeket a rajzon mutatunk be (2. ábra). Az egyik folyóvízből, a másik állóvízből származik. Az elsőnek számított hányadosa 0,81, tehát szabványos folyóvízi hányados. A másíknak a hányadosa 0,36, vagyis olyan alacsony, hogy alig nagyobb a dévérkeszegénél (0,34), tehát állóvízi hányados. Ez a faj tehát az élőhely rheotypusának megfelelően változtatja a testalakját. Két biotypusa van: álló-

vizekben összenyomott testű, sebes vizekben ellenben kerekded. Saját-
 ságosan euryrheo faj, amely — a mai adatokból adódó látszat szerint —
 oligo- és polytypusban él, ellenben a mesotypusban nem. Úgy látszik
 tehát, hogy nála a testalak nem örökletesen megszilárdult „ökomorpho-
 zis“, hanem a környezet rheotypusától függő „ökológizmus“.



2. ábra.
 Fúrge cselle (*Phoxinus phoxinus*). — 1. Álló vízből. — 2. Folyó vízből.
 (Hesse nyomán.)

Az eddig elmondottakból azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a
 tanulmányozott halfajok keresztmetszettel és hányadossal jellemzett
 testalakja és az élőhely fizikai viszonyai közt feltétlenül ok-okozati kap-
 csolat van. Nagy valószínűséggel állíthatjuk, hogy az indukáló tényező
 az élőhely rheotypusa.

Felmerült az a kérdés is, hogy a keresztmetszetnek a hányados nö-
 vekedésével kapcsolatos fokozatos kerekedése milyen szervezeti elemek
 változásának eredménye. Természetesnek látszott az a gondolat, hogy
 a kikerekedés az izomzat tömegének növekedésével kapcsolatos. A ke-
 resztmetszetek rajzába többnyire bele van rajzolva a gerincoszlop met-
 szete és a testüreg körvonala. A testfal úgyiszlóván a maga egészében
 izomzat. Ha tehát megállapítjuk a keresztmetszetek területét és ebből
 levonjuk a testüreg és a gerincoszlop-metszet területét, megkapjuk az
 izomzatnak megfelelő területet. Az egész keresztmetszetnek és az izom-
 zatnak területarányából talán tudunk valamelyes következtetést vonni.

A méréseket planiméterrel végeztük. A mérési adatokból kiszámított-
 tam, hogy az izomterület hány százaléka az egész keresztmetszetnek.
 Kitűnt, hogy ez 63% és 89% közt változik. Az alábbiakban emelkedő
 százalékok szerint rendeztem a fajokat, mindegyikhez odaírva a kereszt-
 metszet-hányadost is:

63%	q	71%	q
<i>Cyprinus carpio</i>	0,53	<i>Abramis ballerus</i>	0,39
66%		<i>Tinca tinca</i>	0,48
<i>Carassius carassius</i>	0,41	72%	
69%		<i>Abramis brama</i>	0,34
<i>Salmo fario</i>	0,50	<i>Phoxinus phoxinus</i>	0,36, 0,81
70%		<i>Acerina cernua</i>	0,56
<i>Rutilus rutilus</i>	0,42	<i>Scardinius erythrophth.</i>	0,37
<i>Perca fluviatilis</i>	0,39, 0,59	<i>Vimba vimba</i>	0,39
		<i>Lota lota</i>	0,82

73%	q	79%	q
<i>Blicca björkna</i>	0,30	<i>Cottus gobio</i>	1,30
<i>Leuciscus cephalus</i>	0,54	81%	
<i>Silurus glanis</i>	0,64, 0,87	<i>Salmo irideus</i>	0,53
74%		<i>Aspius aspius</i>	0,55
<i>Leuciscus leuciscus</i>	0,62	85%	
<i>Barbus barbus</i>	0,66	<i>Lucioperca lucioperca</i>	0,67
75%		89%	
<i>Leuciscus idus</i>	0,44	<i>Esox lucius</i>	0,55
77%			
<i>Nemachilus barbatulum</i>	0,85		

Ebből az összeállításból a következők tűnnek ki:

1. Az izomzat százalékos növekedése és a rendszertani egységek (nem, család) közt semmiféle kapcsolat sincs.

2. A keresztmetszet-hányadosok emelkedő sora és az izomszázalékok fokozati sora közt nincs párhuzam.

3. Ugyanazon q-értékhez különböző izomszázalékok tartozhatnak és ugyanazon izomszázalék különböző hányadosú fajoknál lehetséges.

4. A legkisebb hányados ($q = 0,30$, *Blicca björkna*) nem esik össze a legkisebb százalékkal (63%, *Cyprinus carpio*).

5. A legnagyobb hányados ($q = 1,30$, *Cottus gobio*) nem vág össze a legnagyobb százalékkal (89%, *Esox lucius*).

Mindebből következik, hogy a q-értékekkel kifejezett rheophilizmus és testkeresztmetszetet nincsen semmi összefüggésben a törzsimomzat százalékos mennyiségével. A testkeresztmetszet kikerekedésében, majd el lapulásában tehát az izomzat relativ mennyisége nem játszik szerepet. Lehet, hogy az izomkeresztmetszetek alakja és elhelyezkedése hat a törzskeresztmetszetre. Ezt azonban bizonyítani egyelőre nem tudjuk.

Az életmóddal kapcsolatban mindenesetre feltűnő, hogy a 80%-ou felüli értéket mutató fajok (szivárványos pisztráng, ragadozó őn, fogas süllő, csuka) mind ragadozó fajok.

A fürge cselle esete külön tanulsággal szolgált. Amikor a kétféle keresztmetszetet egy magasságra hoztuk, kitént, hogy az izomzat mindkettőben 72%, vagyis a két biotípusban az izomzat aránya a keresztmetszethez nem változott meg, bár a test alakja módosult. Mivel azonban a két keresztmetszet magassága egyenlő, aránya állíthatók az izomterületek abszolút értékei. A sebesvízi alak izomterülete úgy aránylik az állóvízhez, mint 1 : 0,41, tehát ugyanazon testhossz mellett a sebesvízi alaknak több, mint kétszer annyi izomzata van, mint az állóvízinek.

Az természetes, hogy az emelkedő hányados szerint rendezett fajok egy magasságra hozott keresztmetszeteiben az izomzat területének abszolút értéke párhuzamos emelkedést mutat. A testüreg növekedésében a szabályosság nem ilyen szép, a sorozatban vannak törések. A kétféle terület aránya szintén nem mutat szabályosságot. Mindazonáltal annyi kiténik az adatokból, hogy a q által kifejezett alakváltozásban a testüreg és az izomzat egyaránt részes.

Az elmondottak értelmében most már megkísérelhetjük, hogy a kérdés kiindulópontjához visszatérjünk, vagyis hozzászóljunk a *halszintájak* kérdéséhez. Vutskits (41, p. 42.) a magyarországi folyók halszintáit jellemző halfajokat felsorolja. Jegyzékét az alábbiakban adom, minden fajhoz hozzáfűzve a keresztmetszet-hányadost, amennyiben sikerült megállapítanom.

<i>Dévérikeszeg-szintáj:</i>		<i>„Védett helyeken“:</i>	
dévérikeszeg	0,34	szélhajtó küsz	0,44
tőponty	0,53	pirosszárnyú koncér	0,42
harcsa	0,65	folyami sügér	0,59
ezüstös balin	0,30	csuka	0,55
ónos jász	0,44	tőponty	0,53
pirosszemű kele	0,37	tarka menyhal	0,82
szivárványos ökle	0,38		
fogas süllő	0,67	<i>Sebespisztráng-szintáj:</i>	
		sebes pisztráng	0,50
<i>Rózsásmárna-szintáj:</i>		fürge cselle	0,81
rózsás márna	0,66	botos kölönte	1,30
fejes domolykó	0,54	kövi csík	0,85
vésettajkú paduc	0,42	fejes domolykó	0,54
ragadozó őn	0,55	vésettajkú paduc	0,42
évakeszeg	0,39	pénzes pér	0,45
sujtásos küsz	0,40	dunai galóca	0,80
nyúldomolykó	0,62		
fenékjáró goboly	0,78		
vágó durbincs	0,56		

A felsorolt fajokból látszik, hogy a tapasztalati faunaösszetétel alapján véve jó, de a fajok ökológiai sajátosságainak elemzésével jelentősen szabatosabbá tehető. Ki kell elemeznünk az áramlással szemben igényes (stenorheo) és igénytelen (euryrheo) fajokat és az előbbieket közül a rheophilizmus különböző fokozatait (rheobiont, rheophil, rheoxen), és így talán sikerülni fog elvi szempontból szabatosabb alapra helyezni a beosztást. Igazán jellemzők csak az egyes rheotypusokban jellegzetes rheobiontok lehetnek. Másodsorban a rheophilek. Az euryrheo fajok a jellemzősekbe nem vonhatók be. A jellemzésekben okvetlenül világosan el kell különítenünk egymástól a nektoni és a benthikus fajokat.

Megfontolandó továbbá még az alábbi körülmény.

A természetes vízfolyások természet adta változatosságából következik, hogy semmiféle halszintáj-beosztás nem lehet éles. A meder esésviszonyainak és a vízsebesség alakulásának megfelelően nincsenek éles határok, hanem csak elmosódnak, átmenetesekek. Mind a háromféle szintáj esetében előfordulhat, és erre vannak is példák, hogy a folyó „felső folvásán“ az esésviszonyok úgy alakulnak, hogy ott a víz sebessége nagy mértékben csökken, és olyan viszonyok állnak elő, amelyek megfelelnek a dévérikeszeg-szintája halainak. Az ilyen típusú halfauna ott rendszeren meg is található, ha talán szerényebb formában is. Az is lehetséges, hogy a folyó „alsó szakaszán“ van nagyobb esés és ennek megfelelően nagyobb a vízsebesség, ami azután lehetőséggé teszi ott a „márna-szintáj“ vagy

a „pisztráng-szintáj“ halainak előfordulását. Szóval előfordulhatnak minden szintjában olyan „enklavák“, amelyek egy másik szintjába tartoznak.

A geográfusok egyre inkább elállnak attól, hogy a folyókkal kapcsolatban alsó, középső és felső szakaszcsoportokról beszéljenek. Ez a beosztás csak olyan ideális vízfolyásra volna érvényes, amelynek normális, kiegyenlített esésgörbéje van. Ez azt jelentené, hogy az esés sehol sem lehet nagyobb, mint bárhol a feljebb fekvő pontokon. Ezért ma inkább azt a megjelölési módot használják, hogy a folyó itt és itt „alsószakasz-jellegű“, illetve „középszakasz-jellegű“, vagy pedig „felsőszakasz-jellegű“.

Azt hiszem, hogy mindennek valamilyen módon ki kell fejeződnie a halszintjének megjelölésében is.

Nem szabad azonban elmellőznünk azt a szempontot sem, hogy ezek a folyószakaszok hogyan illeszkednek be az élőhelyek fokozatosan emelkedő sorrendjébe és élőviláguk az élőlény-együttesek rendszerébe. Sajnos, ebben a tekintetben is bizonytalanul mozgunk, mert sem a biotópok, sem pedig a biocoenózisok rendszere ma még egységesen és egyezményesen kidolgozva nincs. Az általam adott terminológia (1, p. 186) értelmében *felsőrendű élőhelynek* (= biochor) tekinthetjük (9, p. 166) azt a folyót, amelyben a rheospektrumnak megfelelően több *élőhely-összletet* (= biosynoecium) lehet megkülönböztetni. Ilyen élőhely-összletek volnának a különböző jellegű folyószakaszok, tekintet nélkül a régi hármas beosztásra. Élőviláguk tehát ú. n. *consociatio* volna. A biosynoeciumot a folyószakasz fizikai, kémiai és vegetációs viszonyaival, a consociatiót pedig a fauna és a flóra rheobiont és rheophil tagjaival kellene jellemeznünk. Amennyiben az igényességen kívül az élőhelyhez való hűséget és állandóságot is ki akarjuk fejezni, a fenti hármas csoportosításon felül erre a célra alkalmazható volna az általam ajánlott (7, p. 211—213) négyes beosztás, erre az esetre módosítva (eurheobiont, hemirheobiont, pseudorheobiont, tychorheobiont).

Bármennyire csábító is ennek az így tagolt és részletezett felosztásnak megalkotása, mégis meg kell várnunk vele azt az időt, amikor az egyes halfajok autökológiája és elterjedése éppen a rheospektrum szempontjából behatóbban ismeretes lesz.

I. TÁBLÁZAT

q	F a j	T y p u s		
		oligo-t.	meso-t.	poly-t.
0,30	ezüstös balin (<i>Blicca björkna</i>)	██████████		
0,34	dévérkeszeg (<i>Abramis brama</i>)	██████████		
0,36	fürge cselle (<i>Phoxinus phoxinus</i>) cf. Hesse (0.81)	██████████		██████████
0,37	pirosszemű kele (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)	██████████	██████████	
0,38	szivárványos ökle (<i>Rhodeus sericeus</i>)	██████████	██████████	
0,38	garda (<i>Pelecus cultratus</i>)	██████████	██████████	
0,38	évakeszeg (<i>Vimba vimba</i>) cf. Bade (0.43)		██████████	
0,39	lapos keszeg (<i>Abramis ballerus</i>)	██████████	██████████	
0,39	folyami sügér (<i>Perca fluviatilis</i>) cf. Blochs (0.59)	██████████	██████████	
0,40	sujtásos küsz (<i>Alburnoides bipunctatus</i>)		██████████	██████████
0,40	kövi kárász (<i>Crassius auratus gibelio</i>)			
0,41	széles kárász (<i>Crassius carassius</i>)	██████████	██████████	
0,42	pirosszárnyú koncér (<i>Rutilus rutilus</i>)	██████████	██████████	
0,42	vésettajkú paduc (<i>Chondrostoma nasus</i>)	██████████	██████████	██████████
0,43	évakeszeg (<i>Vimba vimba</i>) cf. Blochs (0.39)		██████████	
0,44	ónos jász (<i>Leuciscus idus</i>)	██████████	██████████	
0,44	szélhajtó küsz (<i>Alburnus alburnus</i>)	██████████	██████████	
0,45	pénzes pér (<i>Thymallus thymallus</i>)		██████████	██████████
0,48	nyáklás compó (<i>Tinca tinca</i>) (0.58)	██████████	██████████	
0,50	sebes pisztráng (<i>Salmo trutta fario</i>) cf. Bade (0.53)			██████████
0,53	sebes pisztráng (<i>Salmo trutta fario</i>) cf. Blochs			██████████
0,53	tőponty (<i>Cyprinus carpio</i>)	██████████	██████████	
0,53	szivárványos pisztráng (<i>Salmo irideus</i>)		██████████	██████████
0,53	pisztrángsügér (<i>Micropterus salmoides</i>)		██████████	
0,54	selymes durbincs (<i>Acerina schraetser</i>)		██████████	

I. TÁBLÁZAT

q	F a j	T y p u s		
		oligo-t.	meso-t.	poly-t.
0,54	fejes domolykó (<i>Leuciscus cephalus</i>)	████████████████████		
0,55	ragadozó őn (<i>Aspius aspius</i>)	████████████████████		
0,55	csuka (<i>Esox lucius</i>)	████████████████████		
0,56	vágó durbincs (<i>Acerina cernua</i>)	████████████████████		
0,58	nyálkás compó (<i>Tinca tinca</i>) cf. Blochs (0.41)	████████████████		
0,59	folyami sügér (<i>Perca fluviatilis</i>) cf. Bade (0.39)	████████████████████		
0,62	nyúldomolykó (<i>Leuciscus leuciscus</i>) cf. Bade (0.69)		████████████████	
0,64	leső harcsa (<i>Silurus glanis</i>) cf. Bade (0.87)	████████████████████		
0,66	rózsás márna (<i>Barbus barbuis</i>)		████████████████	
0,67	fogas süllő (<i>Lucioperca lucioperca</i>) cf. Bade (0.72)	████████████████████		
0,69	nyúldomolykó (<i>Leuciscus leuciscus</i>) (0.62)		████████████████	
0,71	vágó csík (<i>Cobitis taenia</i>)	████████████████████		
0,72	fogas süllő (<i>Lucioperca lucioperca</i>) cf. Blochs (0.67)	████████████████████		
0,77	réti csík (<i>Misgurnus fossilis</i>)	████████████████████		
0,78	fenékjáró goboly (<i>Gobio gobio</i>)	██		
0,80	dunai galóca (<i>Hucho hucho</i>)		████████████████	
0,81	fürge csebbe (<i>Phoxinus phoxinus</i>) cf. Hesse (0.36)	████████████		████████████
0,82	tarka menyhal (<i>Lota lota</i>)	██		
0,85	kövi csík (<i>Nemachilus barbatulum</i>)		████████████████	
0,87	leső harcsa (<i>Silurus glanis</i>) cf. Blochs (0.64)	████████████████████		
0,88	nagy bucó (<i>Aspro zingel</i>) cf. Blochs		████████████	
0,97	nagy bucó (<i>Aspro zingel</i>) cf. Bade		████████████	
1,00	kis bucó (<i>Aspro streber</i>)		████████████	
1,30	botos kölönte (<i>Cottus gobio</i>) cf. Hesse		████████████████	
1,33	botos kölönte (<i>Cottus gobio</i>) cf. Blochs		████████████████	

IRODALOM

1. *Ahlborn*: Über den Mechanismus des hydrodynamischen Widerstandes (Abh. Geb. Naturwiss. Hamburg, XVII, 1902, pp. 59).
2. *Bade*: Die mitteleuropäischen Süßwasserfische (Stuttgart, évszám nélkül, I, pp. 182, II, pp. 176).
3. *Berg*: Übersicht der Verbreitung der Süßwasserfische Europas (Zoogeographica, I, 1933, p. 107—208).
4. *Blochs*: Oeconomische Naturgeschichte der Fische Deutschlands (Berlin, I, 1782, pp. 258, II, 1783, pp. 192, III, 1784, pp. 234).
5. *Bolk & Cie*: Handbuch der vergl. Anatomie der Wirbeltiere (Berlin & Wien, V, 1938, pp. 1106).
6. *Dinulesco*: Proposition d'une nomenclature biométrique chez les poissons (CR. Acad. Sci. Roum., II, 1938, p. 296—299).
7. *Dudich*: Biologie der Aggteleker Tröpfsteinhöhle Baradla in Ungarn (Wien, Speläologische Monographien, XIII, 1932, pp. XII+246).
8. *Dudich*: Az élettudomány belső tagozódása (Állattani Közlemények, XXXV, 1938, p. 83—90).
9. *Dudich*: „Élettér“, élőhely, életközösség (Pótfüzetek a Természettud. Közlönyhöz, LXXI, 1939, p. 49—64).
10. *Dudich*: A Duna állatvilága (Természettudomány, III, 1948, p. 166—180).
11. *Fischer*: Die Äschenregion der Diemel (Inaug. Diss. Münster, 1920, pp. 64).
12. *Gelei*: Zum physiologischen Formproblem der Organismen (Archivum Balatonicum, II, 1928, p. 24—35).
13. *Gregory*: Studies on the body-form of fishes (Zoologica, NewYork, VIII, 1928, p. 325—341).
14. *Grote, Vogt & Hofer*: Die Süßwasserfische von Mittel-Europa (Leipzig, 1989, pp. XXIV+558).
15. *Haempel*: Leitfaden der Biologie der Fische (Stuttgart, 1912, pp. VIII+180).
16. *Harnisch*: Zur Kenntnis der Chironomidenfauna der Brassenregion schlesischer Flüsse (Arch. f. Hydrobiologie, XIV, 1924, p. 125—143).
17. *Hesse*: Tiergeographie auf ökologischer Grundlage (Jena, 1924, pp. XII+613).
18. *Hora*: Ecology, bionomics and evolution of the torrential fauna, with special reference to the organs of attachment (Philos. Transact., London, 218 B, 1930, p. 171—282).
19. *Ihle, Kampen, Nierstrasz & Versluys*: Vergl. Anatomie der Wirbeltiere (Berlin, 1927, pp. 906).
20. *Kempf & Neu*: Schlepversuche mit Hechten zur Messung des Wasserwiderstandes (Zft. f. vergl. Physiologie, XVII, 1932, p. 353—364).
21. *Magnan*: Le caractéristique géométrique et physique des poissons (Ann. Sci. Natur., Ser. Zool., Paris, XII, 1929, p. 5—133, XIII, 1931, p. 355—489).
22. *Magnan & Saint-Lague*: Sur une méthode de morphométrie des poissons (CR. Acad. Sci. Paris, 187, 1928, p. 316—318).
23. *Mitis*: Die Ybbs als Typus eines ostalpinen Kalkappenflusses. Eine vorläufige Mitteilung (Internat. Revue d. ges. Hydrobiol., XXXVII, 1938, p. 425—444).
24. *Motas & Angheliescu*: Cercafări hidrobiologice în basinul riului Bistrita (Carpatii orientali). (Inst. cerc. pisc. Rom., Monogr., 2, 1944, Bucuresti, pp. 319).

25. *Neu*: Hydrodynamische Untersuchungen an Fischen zur Lösung des Formproblems (Internat. Revue d. ges. Hydrobiol., XXXII, 1935, p. 295—315).
26. *Nietzke*: Die Kossau. Hydrobiologisch-faunistische Untersuchungen an schleswig-holsteinischen Flussgewässern (Arch. f. Hydrobiol., XXXII, 1937, p. 1—74).
27. *Polimanti*: Influenza della forma sulla locomozione dei pesci. (Zft. f. allg. Physiologie, XII, 1911, p. 407—438).
28. *Roll*: Die Pflanzengesellschaften ostholsteinischer Fließgewässer. (Arch. f. Hydrobiol., XXXIV, 1939, p. 159—305).
29. *Rotarides*: A halak testalakja és helyváltoztatása. (Természettudomány, I, 1946, p. 142—146).
30. *Samter*: Das Messen toter und lebender Fische für systematische und biologische Untersuchungen. (Arch. f. Hydrobiol., II, 1907, p. 143—185).
31. *Schlesinger*: Die sagittiforme Anpassungstypus nektonischer Fische. [Verh. zool.-bot. Ges. Wien, LIX, 1909, p. (140)—(156)].
32. *Schlesinger*: Die Lokomotion der taenioformen Fische. (Zool. Jahrb. Syst., XXXI, 1911, p. 469—490).
33. *Schmassmann*: Messungen über den Formwiderstand der Fische bei verschiedenen Wassergeschwindigkeiten und seine Berücksichtigung beim Bau der Fischpässe. (Schweizer. Fischerei-Ztg., XXXVI, 1926, p. 337—346).
34. *Steinmann*: Praktikum der Süßwasserbiologie. I. Die Organismen des fließenden Wassers. (Samml. naturwiss. Praktika, VII, Berlin, 1915, pp. 184).
35. *Steinmann*: Wie es der Fisch anstellt, um sich vor dem Weggeschwemmtwerden zu schützen? (Schweizer. Fischerei-Ztg., XXXVI, 1928, p. 45—50, 102—106).
36. *Thienemann*: Der Bergbach des Sauerlandes. (Internat. Revue d. ges. Hydrobiol., Biolog. Suppl., IV, 1912, pp. 125).
37. *Thienemann*: Alpine Chironomiden. (Arch. f. Hydrobiol., XXX, 1936, p. 167—262).
38. *Unger*: A hazai pontyok testarányai. (Halászat, XVIII, 1917, p. 13—16).
39. *Unger*: A pontymérések történetéről és újabb haladásáról. Zur Geschichte der Karpfenmessung und die neueren Fortschritte derselben. (Kísérletügyi Közlem., XXXIX, 1936, p. 1—16).
40. *Vonnegut*: Die Barbenregion des Ems. (Arch. f. Hydrobiol., XXXII, 1938, p. 345—408).
41. *Vutskits*: Pisces. (in: Fauna Regni Hungariae, I, 1918, pp. 42).
42. *Wunder*: Physiologie der Süßwasserfische Mitteleuropas. (Handb. d. Binnenfischerei Mitteleuropas, Stuttgart, IIB, 1936, pp. 340).

Др. Э. Дудич

К БИОНОМИИ ФОРМЫ ТЕЛА РЫБ

Р е з ю м е.

Автор имел целью выяснять связь между внешностью отечественных рыб и реоспектром, исходя из того предположения, что внешность рыб прежде всего является функцией условий среды.

Характеристикой формы тела считается поперечное сечение, сделанное непосредственно перед спинным плавником. Этот поперечный разрез определяется следующим частным:

$$q = \frac{\text{максимальная ширина}}{\text{высота}}$$

поперечного сечения.

Определяя частные различных видов рыб, на основании поверхности поперечного сечения по литературным данным, получается возрастающий ряд чисел, исходящий из *Blicca björkna* ($q = 0,30$) и достигающий *Cottus gobio* ($q = 1,30$). Промежуточные числовые величины представлены различными видами рыб, как это видно из таблицы No I.

Относя эти частные к известной экологии видов рыб, можно установить, что

1. рыбы с низким частным являются жителями стоящих и медленно текущих вод, то есть они предпочитают олиготип реоспектра;

2. с возрастающим частным предпочтение переходит к водам более сильного течения, так как эти виды обитают в мезо- и политипе реоспектра

3. рыбы с высоким частным могут являться и еврирео, так как их приблизительно веретенообразная или торпедообразная форма, в гидродинамическом отношении, благоприятна для плавания как в поли- так и в олиготипе.

4. Кажется, что в морфогенезе кроме реофилии играет роль и этология т. е. обстоятельства нектического или бентического образа жизни рыб. У рыб обитающих на дне с сильно возрастающим частным (около 0,80—1,00) происходит вентральная сплюснутость тела. Благодаря этому рыбе и дается возможность налегания на дно без риска опрокидываться в сторону.

5. У *Cottus gobio*, известной бентической рыбы, наивысшее частное $q = 1,30$. Это говорит за то, что у нее тело сплюснено в дорсо-вентральном

направлении. Эта дорсовентральная сплюсненность тела, как это известно из гидробиологии, является очень распространенным явлением среди реофильных животных.

Относительно генетической стороны морфогенеза, в настоящее время имеются мало сведений. Морфологические, этологические и экологические данные пока весьма скудны и единичны. Все-таки имеется один случай *Rhoxinus rhoxinus*-а, которому в этом отношении можно придавать известную важность. В литературе относительно этого вида встречаются две формы поперечного сечения (рисунок). Одно из поперечных сечений относит я к *Rhoxinus*-у, живущем в стоячей воде. Частное его составляет 0,36, значит очень низкую олиготипную величину. Другой разрез получен от животного, происходящего из текущей воды. Частное его равно 0,81, т. е. представляет высокую политипную величину. Тут уже нельзя отрицать зависимости сложения тела (поперечного сечения) от реотипа мест обитаний. Здесь нет речи ни об экологизме обусловленном средой, ни о наследственном экономорфозе. Из поперечных сечений явствует и тот факт, что экземпляр, взятый из текущей воды, обладает дважды большей мышечной массой, чем животное из стоячей воды.

Однако подчеркиваем, что уместно остерегаться преждевременного обобщения, так как сведения имеющиеся в нашем распоряжении, слишком незначительны для вывода общих заключений.

В заключении дается краткий критический обзор об областях распространения рыб, учитывая упомянутые точки зрения.

Zusammenfassung

ZUR BIONOMIE DER KÖRPERGESTALT DER FISCHÉ

Von Dr. E. DUDICH

Der Verfasser versucht, zwischen der Körpergestalt heimischer Fische und dem Rheospektrum einen Zusammenhang festzustellen, unter der Annahme, dass die Körpergestalt der Fische in erster Linie eine Funktion der Milieubedingungen ist.

Als Charakteristik der Körpergestalt wird der Querschnitt angesehen, welcher unmittelbar vor der Rückenflosse gelegt wurde. Dieser Querschnitt lässt sich durch einen Quotient definieren, nämlich

$$q = \frac{\text{maximale Breite}}{\text{Höhe}}$$

des Querschnittes.

Wenn man auf Grund der Querschnittsbilder der Literatur die Quotienten der verschiedenen Fischarten ermittelt, erhält man eine zunehmende Zahlenreihe, welche von *Blicca björkna* ($q = 0,30$) bis *Cottus gobio* ($q = 1,30$) reicht. Die intermediären Zahlenwerte werden durch die verschiedenen Fischarten representiert, wie es aus der Tabelle I. ersichtlich ist.

Wenn man nun diese Quotienten auf die bekannte Ökologie der Fischarten bezieht, lässt sich feststellen, dass

1) die Fische mit niedrigen Quotienten sind Bewohner der stehenden und langsam fließenden Gewässer, also sie bevorzugen den Oligotypus des Rheospektrums;

2) mit der Zunahme des Quotienten fällt eine Vorliebe für immer stärker fließender Gewässer zusammen, indem die Arten den Meso- und Polytypus des Rheospektrums bewohnen. Es drückt sich also die Rheophilie aus;

3) Fische mit hohen Quotienten können auch euryrheo sein, weil ihre annähernd spindel- oder torpedoförmige Gestalt hydrodynamisch so in dem Poly-, wie in dem Oligotypus für das Schwimmen günstig ist.

4) Ausser der Rheophilie scheint noch auch die Ethologie in der Morphogenese eine Rolle zu spielen, nämlich der Umstand, ob die Fische nektisch oder benthisch leben. Bei den Grundfischen tritt mit der starken Zunahme des Quotienten (gegen 0,80—1,00) eine ventrale Abplattung des Körpers auf. Dies ermöglicht für den Fisch das Drauflegen auf den Untergrund, ohne sich seitwärts umzustürzen.

5) Bei *Cottus gobio*, ein bekannter benthischer Fisch, ergibt sich der höchste Quotient, $q = 1,30$. Dies bedeutet, dass sein Körper schon dorsoventral abgeplattet ist. Die dorsoventrale Abplattung des Körpers ist, wie es in der Hydrobiologie allgemein bekannt ist, eine sehr verbreitete Erscheinung bei rheophilen Tieren.

Betreffs der genetischer Seite der Morphogenese ist zurzeit kaum etwas bekannt. Die morphologischen, ethologischen und ökologischen Angaben sind noch sehr dürftig und disparat. Es gibt doch ein Fall, der von *Phoxinus phoxinus*, welcher in dieser Beziehung von Wichtigkeit sein kann.

Über dieser Art finden wir zweierlei Querschnitte in der Literatur abgebildet (Fig. 2.). Der eine Querschnitt wurde von einem *Phoxinus* gezeichnet, welcher in stehenden Wasser lebte. Sein Quotient beträgt 0,36, also einen sehr niedrigen, oligotypischen Wert. Der andere Querschnitt wurde von einem Tier erhalten, welches aus fließendem Wasser stammte. Sein Quotient ist 0,81, also ein hoher, polytypischer Wert. Die Abhängigkeit der Körpergestalt (Körperquerschnittes) vom Rheotypus der Lebensstätten ist hier nicht von der Hand zu weisen. Es handelt sich also hier um einen milieubedingten Ökologismus und nicht um eine erbliche Ökomorphose. Aus den Querschnitten ergibt sich noch, dass das Exemplar aus fließendem Wasser mehr als zweimal so viel Muskelmasse besitzt, als das Tier aus stehendem Wasser.

Es ist doch zu betonen, dass man sich vor einer verfrühten Verallgemeinerung verhüten soll, weil die zur Verfügung stehenden Tatsachen und Angaben noch zu wenig sind, weitere, allgemeine Schlüsse zu ziehen.

Abschliessend wurden einige kritisierende Worte über die Fischregionen unter den obigen Gesichtspunkten gefallen.