

Konvergens fejlődés és versengés – kagylók és pörgekarúak

Segesdi Martin

A törzsfejlődés rejtélye

A földi élet évszázmilliói során számos életforma jelent meg, majd tűnt el örökre az élet színpadáról. A természetes kiválasztódásnak köszönhetően a környezethez való alkalmazkodás különleges és egyben lenyűgöző formái jellemzik mind a mai, mind az ősmaradványok által élénk táruló élővilágot.

A földtörténeti múltba visszatekintve megfigyelhetjük azoknak az eseményeknek a láncolatát, melyek végső soron elvezettek jelen korunk életközösségeinek kialakulásához.

A törzsfejlődés egyik különleges jelensége a konvergencia¹. Ennek során a hasonló élőhelyen azonos kihívásoknak megfelelő, de egymással nem rokon élőlények felépítésükben és életmódjukban meglehetősen hasonlóvá válnak egymáshoz.

Munkám során két ily módon kifejlődött állatcsoport, a pörgekarúak (Brachiopoda) és a kagylók (Bivalvia) fejlődéstörténetét, felépítését és mai helyzetét elemeztem. Mindeközben arra kerestem a választ, miként válhatott az egyik csoport dominánssá, míg a másiknak virágkora utáni hanyatlás, majd alárendelt szerep jutott².

A pörgekarúak és a kagylók nagyjából egy időben, az alsó-kambrium időszakban jelentek meg. Közel 500 millió éve kezdődött tehát el az az „evolúciós fegyverkezési verseny”, mely egészen napjainkig tart. Több- kevesebb sikerrel, de mindig átvészelték az ez idő alatt lezajlott hatalmas fajkihalásokat, sőt akadnak köztük olyan fajok is, melyek az utóbbi 450 millió év során szinte semmit sem változtak. Egyaránt kettős teknővel rendelkeznek, a bentosz, vagyis az aljzat élővilágához tartoznak, ahol szuszpenzió-szűrő életmódot folytatnak.

Megjelenésük után a pörgekarúak váltak a tengerek uralkodó bentonikus szuszpenzióval táplálkozó csoportjává. Egyes források, mint a „paleozoikum kagylói” említik őket. Azonban többszöri felvirágzásuk, majd hanyatlásuk után helyüket átvették a ma virágkorukat élő kagylók.

Minek következtében veszíthette el versenyképességét egy több millió évig virágzó törzs? Miként dőlt el két ilyen hasonló életforma között, hogy ki uralhassa azt az ökológiai fülkét, melynek betöltésére kifejlődtek?

A versengés kimenetelét eldöntő okokat az élőlények életmódja és felépítése között találhatjuk!

1 ÉBNER, 2005, 11.

2 GÉCZY, 1993, 434.

A kagylók törzsfejlődéséről, avagy Utolsókból lesznek az elsők...

A kagylók közel 500 millió éve, az alsó-kambriumban jelentek meg³. Egészen napjainkig tartó fejlődésük fő irányait, teknőik zárszerkezetének fejlesztése mellett vázuk ellenálló képességének fokozásaként és a hatásosabb táplálékszerzéseként határozhatjuk meg.

Legősibb alakjaikra jellemző, hogy teknőikről hiányzik a ligamentum- szerkezet, a fog, de erős záróizmokkal rendelkeztek. (pl. *Fordilla* sp.)

A maradványcsigáktól (*Monoplachopora*) származtatjuk őket, tőlük eltérően azonban egy háti elmeszesedési központ helyett a köpeny a záróizmok miatt összecsucodik, így az elmeszesedés már két központból indul ki.

Adaptív radiációjuk, melynek során a kezdeti inbentoszba tartozó formák mellett megjelentek a fűrőkagylók, és az epibentoszban élő alakok, az ordoviciumban történt. Ekkor még a kagylók közel 40%-a az üledékben lévő nagyobb törmelékhez horgonyozta magát bisszuszfonalai segítségével.

Törzsfejlődésük következő nagy lépése az édesvízi élettér meghódítása volt. Édesvízi fajok maradványai már egészen a devontól kezdve kerültek elő, igazi jelentőségről és változatosságról azonban csak a karbontól kezdve beszélhetünk. Az édesvízi környezetben a kagylók nagy előnyre tettek szert, a normális sótartalmat igénylő pörgekarúakkal szemben.



1. kép: Egy szifós kagyló (forrás: www.ryanphotographic.com)

A mezozoikumban jelent meg a ma is ismert kagylócsoporthoz nagy része. Ekkortól kezdve előtérbe kerülnek a Brachiopodákhoz képest. A triász során jellemzőek a lapos, vékony teknőjű, sugarasan bordázott formák (*Halobia*, *Daonella*), a *Myophoria* és a *Megalodon* félék. A jura során jellemzőek a speciális, pelágikus életmódot folytató Bositrák. A kréta időszakban elterjedtek a zátonyépítő *Rudista* félék (pl. *Hippurites*). A földtörténeti középkor során egyre inkább megnőtt a szifós kagylók száma. (1.kép)

A kainozoikumban a kagylók már csupán 15%-a rögzítette magát bisszuszával az aljzathoz. Tovább folytatták előretörésüket a szifóval rendelkező csoportok. Számuk folyamatosan nőtt, ma virágkorukat élik.

Pörgekarúak evolúciója

Kőbe zárt életek – élő kővületek

A legősibb pörgekarúaktól származó maradványok az alsó-kambrium időszakból maradtak ránk. Egyaránt jellemző volt rájuk a kis méret, a szerves vázanyag (kitinfoszfát) és teknőiken a zárszerkezet hiánya. Ez a kezdetekben sikeres csoport (Intarculaták) az ordovicium során háttérbe szorult az Articulatákkal szemben, melyeknél már fellelhető a fogazott zárszerkezet. Az ősi alakoktól eltérően teknőiket kalcit építette fel.



2. kép: A Lingula egy élő kővület (forrás: www.aquarium.co.jp)

Az Intarculatáknál fellelhető izmos nyéllel (2.kép) szemben az Articulaták nyele rövid, izmok nélküli (7.kép). Érdekes módon, míg az Intarculaták teljes, addig az Articulaták vakon végződő bélcsatornával rendelkeznek.

A devon során felvirágzó pörgekarúak előmenetelét visszavetette ugyan egy tömeges fajkihalás, de hamar magukhoz tértek, és a karbon során újabb virágkorukat élték. Az alsó-permben megkezdődött újabb felvirágzást derékba törte az a katasztrofális kihalási hullám, melyet a Brachiopodák sosem heverték ki.

Míg a paleozoikum során a kagylók végig alárendelt szerepben maradtak, addig a perm-triász krízis után fordult a kocka. A mezozoikumtól egészen napjainkig a pörgekarúak kiszorultak a legtöbb élőhelyről, nemzetségeik száma lecsökkent. (lásd: diagram)

A kagylókkal ellentétben nem tudták (néhány apró kivétellel) meghódítani inbentosz és az édesvízi életteret.

A mezozoikum alatt még sorozatos fellendülések és fajkihalások következtek be, de érdekes módon, a kréta-tercier határon történt tömeges fajkihalás nem viselte meg őket, nagyjából ugyanannyi család van jelen ma is mint a földtörténeti középkorban⁴.

Fajszaunk és életterük csökkenése mellett azonban fontos megjegyezni, hogy a pörgekarúak között találjuk meg a „legkitartóbb” élő kővületeket. Akad közöttük olyan faj, mint például a *Lingula* sp., mely az utóbbi 450 millió év során alig változott valamit. (2. kép)

4 GÉCZY, 1993, 434.

Életmód – Bivalvia

Élet két teknő között

A kagylók nagy része váltivarú, ritkán de előfordulhat önmegtermékenyítés is. A megtermékenyülés a köpenyüregben, esetleg az állatok közelében megy végbe. Lárvaállapotuk viszonylag sokáig tart⁵, ennek következtében a lárvák messzire elsodródhatnak az áramlatok segítségével.

Mind az édesvízi, mind a sekélytengeri fajoknál megfigyelhető egy évenkénti nyugalmi periódus, mely alatt nem épülnek tovább a teknők, ekkor növedékgyűrűk képződnek.

Táplálkozásuk szinte passzív, többségük szuszpenzió-szűrő (mikroszkopikus növények, kovamoszatok, moszatok) vagy üledékevő (szemcsetörmelék, kovamoszatok). A kopoltyú egyszerre funkcionál légző és táplálkozó szervként, ugyanis az azt borító csillós hám áramoltatja a vizet a köpenyüregben. Ugyancsak kettős szerv a szifó, mely be, illetve kivezető csőként szolgál a köpenyüregbe. Meglétének köszönhetően a teknőket nem kell olyan mértékben szétnyitni, hogy az veszélyeztesse az állat lágy részeit.

Bár előfordulnak olyan alakok, melyek teknőkkel „csapkodva” képesek rövidebb távon úszásra, mégis valamennyi fajuk a bentosz (aljzat) élővilágának tagja. Többségben vannak az epibentoszba tartozók (aljazaton) az inbentoszba (üledékbe merülve) tartozókkal szemben.

Az aljzathoz rögzülésnek több módja is előfordul a kagylóknál. Sok faj cementációval rögzül, de gyakori a bisszusz általi kötöttség. A földtörténet során gyakori volt az a jelenség, amikor az egyedet saját súlya tartotta az aljazaton (Megalodon félek). Egy részük szabadon fekszik, de akad tömegesen padokat és zátonyokat építő csoport is (Rudista félek). Szintén rögzítetlenek a fúrókagylók, melyek sziklába, törmelékbe vájják be magukat.

A különböző élőhelyhez alkalmazkodott kagylók elterjedése nagyban függ az aljzat tulajdonságaitól, éppen ezért jelentős környezetjelző szerepük a Bivalvia ősmaradványoknak. (pl.: a fúrókagylók szilárd aljzatot, míg a cementálók kis üledékképződésű életteret valószínűsítenek.)

Életmód – Brachiopoda

Mire jó egy pörge kar?

A pörgekarúak a kagylókhoz hasonlóan váltivarúak. Életük kezdeti szakaszán a lárvaállapot igen rövid, ez még inkább fokozza életmódjuk kötöttségét, mivel az aljzaton megtelepedő lárva, később már nem fog helyt változtatni⁶.

A kagylókhoz hasonlóan vízben lebegő szerves anyagokkal táplálkoznak. A víz áramoltatása a köpenyüregben a lofóforon (ez az állatok névadó szerve, más néven brachia) található csillók segítségével valósul meg. A légzés szintén ezeken a tapogatókon keresztül történik. Táplálkozásuk fejletlenebb a kagylókhoz képest, mivel nem rendelkeznek szifóhoz hasonló szervvel és nem képesek osztályozni a köpenyüregbe került szemcséket. A lofófor mindig a teknőkön belül marad.

A teknőt a köpeny választja el. Gyakran növedékvonalakkal, csomókkal és tüskékkel díszítettek. Az ősi alakok feltételezhetően tüskéik mozgatására is képesek lehettek, a tüskék azonban nem csak védekező, hanem érzékelő szereppel is bírnak.

5 GÉCZY, 1984, 231.

6 GÉCZY, 1993, 430.

Táplálkozás közben, amennyiben a teknők csak résnyire nyitottak, a nyílás elé belógó függelékek meggátolják a nagyobb szemcsék beáramlását a köpenyüregbe.

Tűrőképességük nagyon nagy, egyes fajok elterjedése 5-től egészen 1900m-es mélységig változhat. Hőmérsékletbírási rekordjuk pedig a 12 és 30°C közötti ingás. Ma nagyobb számban vannak jelen a mérsékelt övben, mint a trópusokon vagy a sarkokonál.

Elterjedésüket nagyban befolyásolja az aljzat minősége és az áramlatok erőssége. Előnyben részesítik a szilárd, kavicsos vagy törmelékes aljzatot és a lassú vízmozgást.

Egyaránt az epibentoszba tartoznak. Többségében nyéllel rögzülnek, de találunk köztük cementáló, illetve félig az iszapba temetett alakokat is. A földtörténet során előfordultak zátonyépítő és szabadon fekvő fajok is.

Konvergencia a testfelépítésben

Mindkét csoport az aljzat (bentosz) élővilágának tagja, ahol egyformán a vízből kiszűrt mikroszkopikus növényekkel, kovamoszatokkal, moszatokkal táplálkoznak. Lágy részeik védelmét egyaránt két meszes teknő alkotja, melyeket a köpeny választja el, teknőiken zárszerkezet található. (3.; 4. kép)

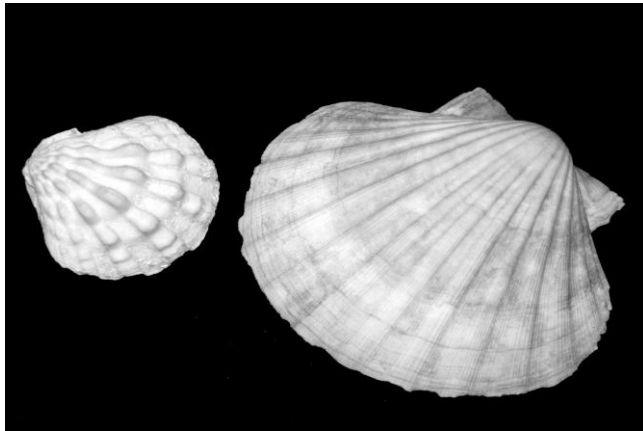
Nem csak külső, de belső felépítésük is idomult egyforma életmódjukhoz, a táplálék kiszűrését és az oxigén felvételt mindkét csoport egy köpenyüregbe nyúló szervvel, a pörgekarúak a karkészülékkel (lofofór), a kagylók a kopoltyúval oldják meg.



3. kép: *Waldheimia globosa* pörgekarú teknői, melyek alulról és felülről fedik a lágy részeket.
(a szerző felvétele: Naturhistorisches Museum, Bécs)



4. kép: Kagylók, testet oldalról borító teknője (a szerző felvétele)



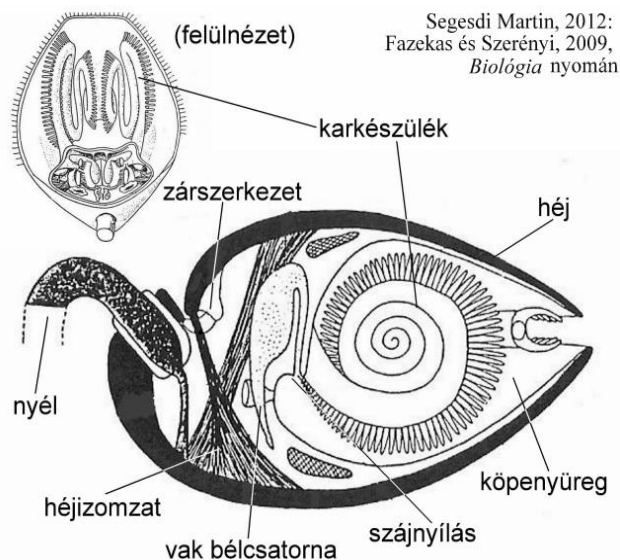
5. kép: A fésűkagylók teknőit a felületükön végighúzóódó bordák teszik erősebbé, ellenállóvá (a szerző felvétele)



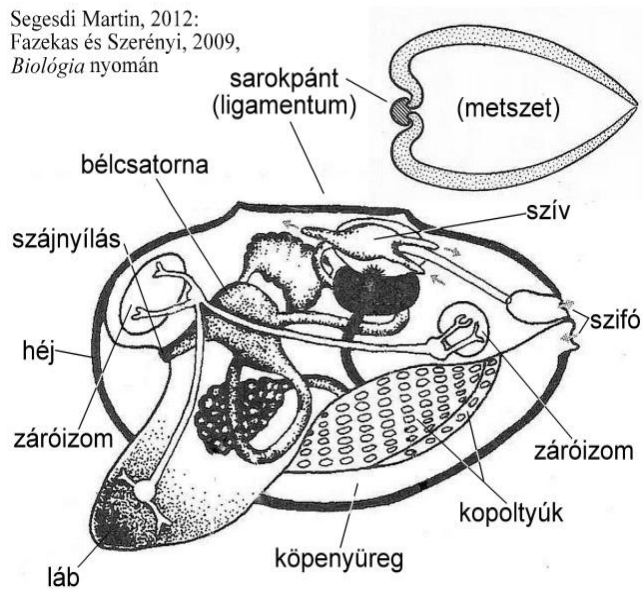
6. kép: A sárgás mécskagyló ugyancsak bordázott teknőit. Kagylónak nevezik, de a mécskagyló valójában pörgekarú (a szerző felvétele: Naturhistorisches Museum, Bécs)



7. kép: Egy ma is élő Articulata pörgekarú (forrás: www.ryanphotographic.com)



A pörgekarúak testfelépítése
(metszet)



A kagylók testfelépítése
(oldalnézet)

Mitől jobb az egyik megoldás, mint a másik?

Amellett, hogy hasonlóak egymáshoz, akadnak köztük lényeges különbségek. A pörgekarúak teknői vékonyabbak versenytársaiknál, emellett emésztőrendszerük is fejletlenebb. Nem rendelkeznek a kagylóknál meglévő ligamentummal⁷, melynek segítségével a teknők nyitása sokkal könnyebb és energiatakarékosabb folyamat. A kagylók szifójához hasonló szervük, mely a teknők kisebb mértékű nyitása esetén is bevezető csőként szolgál, szintén nem fejlődött ki.

Míg az idő előrehaladtával a kagylók egyre inkább „szabadabbá” váltak, addig a pörgekarúakat továbbra is helyhez kötött életmódot folytattak. Ennek folytán nem tudták meghódítani a kagylók által elért élőhelyeket, mint például az édesvizet, vagy az inbentoszt (iszapba merülve).

A Brachiopodák lassabb evolúciós tempója szaporodásukból következhet. Bár mindkét csoport egyedfejlődése kezdetén egy lebegő lárvaalakban fejlődik, a kagylók lárvaalapota sokkal hosszabb ideig tart, így az egyes egyedek messzebbre sodródnak az áramlatok segítségével. A lárvaalapot rövidsége csak tetézi a kötött életmódból származó hátrányokat.

Mivel a pörgekarú lárvá nem sodródnak messze szüleiktől, megnő az esélye annak, hogy egy tengeri hátságot, vagy selfet kevesebb faj népesítsen be tömegesen. Egy ilyen homogén környezetben azonban lecsökken az egyedekre ható evolúciós nyomás, a fejlődési tempó lelassulhat. Emellett a kisebb diverzitás kevesebb ellenállóbb genetikai variáció meglétét is jelenti.

Hanyatlásuk összefügghet a perm időszakra összeálló Pangea szuperkontinenssel⁸, az egységes szárazföldet övező összefüggő sekély tengerek kialakulása még inkább beszűkíthette életközösségeik lehetőségeit.

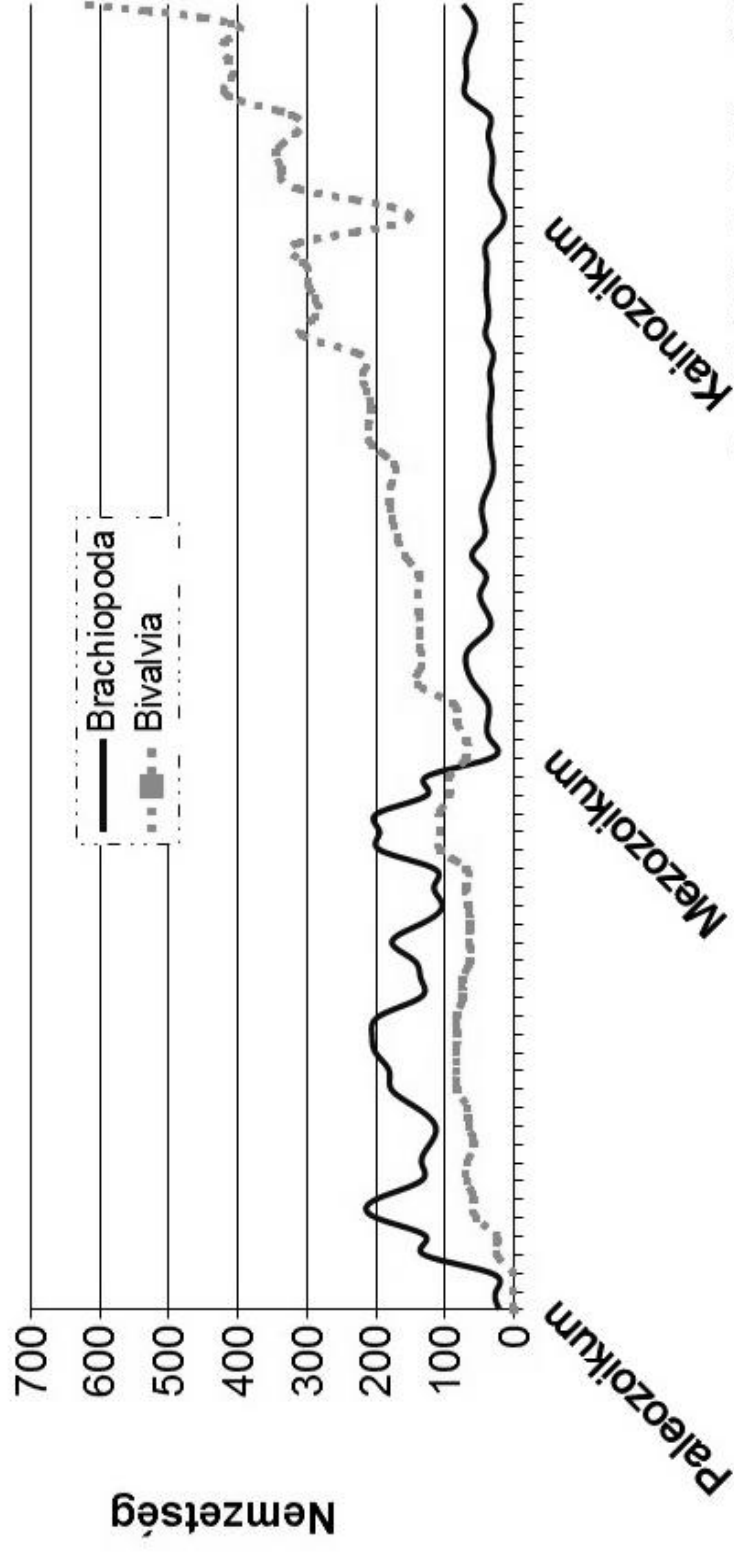
Újabb, megrendítő csapásként érte a Brachiopodákat a paleozoikum és mezozoikum határán bekövetkező perm – triász krízis, mely a földtörténet legnagyobb fajkihalása⁹ volt.

7 GÉCZY, 1984, 283.

8 FÖZY & SZENTE, 2012, 20.

9 GÉCZY, 1984, 404.

Brachiopoda és Bivalvia nemzetségek számának alakulása a földtörténet során, napjainkig



Bibliográfia

- ÉBNER Irén, 2005, *A konvergencia és a madarak rendszerezése*, In: *Kaleidoszkop Antológia 2004/2005*, Lánosz Kornél Reálqimnázium, Székesfehérvár, 11–18. o.
- FAZEKAS György & SZERÉNYI Gábor, 2009, *Biológia*, Sclar kiadó, Budapest
- FÖZY István & SZENTE István, 2012, *Ősmaradványok – A Kárpát-Pannon térség kövületei*, GeoLitera, Szeged, 17–20. o.
- GALÁCZ András & MONOSTORI Miklós, 1992, *Ősállattani praktikum*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- GÉCZY Barnabás, 1984, *Őslénytan*, Tankönyvkiadó, Budapest, 227–236. o. ; 281–290. o.
- GÉCZY Barnabás, 1993, *Ősállattan – Invertebrata Paleontologia*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 272–297. o. ; 422–442. o.
- GOULD, Stephen Jay & CALLOWAY, C. Bradford, 1980, *Clams and Brachiopods-Ships that Pass in the Night*. In: *Paleobiology*
- www.ryanphotographic.com
- www.aquarium.co.jp