



A 2009-es év a Magyar Tudomány számára is a **Darwin Év**et jelenti, az elkövetkezendő hónapok folyamán számos közleményünk fog az evolúció-elmélettel és annak gyakorlati alkalmazásával foglalkozni. A főszerkesztő úgy gondolja, talán nem vét az illem ellen, ha szerkesztőként adott első interjúját ennek a kérdésnek szenteli.

## Sipos Júlia kérdéseire Csányi Vilmos válaszol

*Miért került ismét a tudományos diskurzus középpontjába Darwin, vagy ahogyan egy népszerű magazin fogalmazza: miért van Darwin „újrátöltve”?*

Ebben az évben, február 12-én volt Charles Darwin születésének kétszázadik, és november 24-én lesz a fajok eredetéről szóló műve kiadásának százötvenedik évfordulója. Ezek a kerek fordulókat adják a keretét a *Darwin Év*-nek, nálunk is és szerte a világon is.

Ez természetesen csak a keret; ami a tartalmat illeti, sokszor tekintik a XXI. századot a biológia évszázadának, mert a biológiai tudományok rendkívül gyors fejlődése már a mindennapi életünket is befolyásolja, és könnyen lehet, hogy ma a biológia az emberiség fennmaradásának is záloga. Az elterjedt új állat- és növényfajták, a rendkívül megnövekedett mezőgazdasági termelékenység, az élelmiszeripar a biológiai ismeretek alkalmazásán alapszik, az orvostudományok elképesztő fejlődése szintén. A molekuláris biológia, az immunológia, neurobiológia és az etoló-

gia gyors kialakulása és felfutása alapjaiban változtatta meg a modern ember életét.

A biológiai tudományok mindennapi gyakorlatának értelmezése pedig az evolúcióelmélet segítségével történik. Az evolúcióelmélet nélkül nemcsak a legkorszerűbb megoldások hiányoznának a biológiából; még az értelmes kérdések nagy részét sem lennének képesek feltenni. Az egyik vezető orvosi szakfolyóirat, az angol *The Lancet* jutott erre a következtetésre, amely egy cikkorozattal emlékezett meg Darwinról – nem hallgatva el azt sem, hogy annak idején a folyóirat szerzői nem különösebben támogatták Darwin elméletét.

A tudományokban mindig a gyakorlat az elméletek bírója. A tudósok nagy élvezettel konstruálnak elméleteket munkájuk során, legyenek bár fizikusok, kémikusok, biológusok. Saját elméletével kapcsolatban mindenki elnéző, de a kollégák figyelnek, és vehemensen gondoskodnak arról, hogy ha egy mód van rá, megjelenjen a megfelelő cáfolat. A döntő mindig a gyakorlat. Lehet-e

az adott elmélet alapján valamilyen gyakorlatban is megfigyelhető jelenséget létrehozni vagy értelmezni. Ha igen, az elméletet ideiglenesen elfogadjuk, amíg nem születik jobb. Az evolúció elméleténél jobbat százötven éve nem találtunk, és segítségével elképesztően meggyőző, gyakorlati bizonyítékokat fedezünk fel nap mint nap. Csak egyetlen példa: az influenza igen kellemetlen betegség, gyógyítani még nem tudjuk, védőoltásokkal ugyan jelentősen csökkenthetjük kellemetlen hatásait; de csak a vírusok evolúciós változásainak ismeretében folytathatjuk azokat a kutatásokat, amelyek végleges eltüntetéséhez szükségesek.

Darwin idejében még nem létezett a Nobel-díj, de később nagyon sok Nobel-díjat kaptak azok a kutatók, akiknek munkáját az evolúcióelmélet tette lehetővé. A DNS szerkezetének és funkciójának felderítéséért például hárman kapták meg ezt a díjat, és ugye a DNS az az anyag, amely a darwini elméletben szereplő öröklődést és az öröklődés során megjelenő változatokat szolgáltatja a természetes szelekció számára. Darwin idejében még a *gén* szót sem használták, de az evolúcióelmélet pontosan körülírta, ezért tartjuk Darwint korszakalkotó zseninek.

*Milyen volt az evolúcióelmélet hazai fogadtatása annak idején?*

A *fajok eredete* megjelenése után alig egy évvel már beszámolt róla egy folyóirat, a *Budapesti Szemle*. Darwint 1872-ben választotta tiszteleti tagjává a Királyi Magyar Természettudományi Társulat, és 1873-ban a könyv magyar fordítása is megjelent. Az iskolai tankönyvekben az ezernyolcszázhetvenes évek során tűnt fel. A természettudományok iránt érdeklődők között nagyon gyorsan elfogadottá váltak Darwin tanai.

Ezzel a kérdéssel a *Magyar Tudomány* még az idén egy részletesebb tanulmányban is kíván foglalkozni.

*Hogyan támasztotta alá az evolúcióelméletet a modern genetika, milyen bizonyítékokkal szolgál?*

Darwin lényegében használható genetikai fogalmak nélkül konstruálta az evolúció elméletét. Gregor Mendel, aki Darwin kortársa volt, de sokáig nem törődtek a felfedezéseivel, megtalálta az öröklődés egységeit – a „faktorokat” –, melyek segítségével, jó sokára, kialakult a genetika. A genetika hosszú ideig úgy operált a génfogalommal, hogy még elfogadott definíciója sem volt róla, de az 1930-as években kiderült: a génelmélet alkalmazni lehet a populációk genetikai változásainak statisztikai leírására, és ez éppen az evolúcióelmélet keretein belül vált lehetségessé. Az előbb említett – a DNS szerkezete és funkciója közötti kapcsolatról szóló – felfedezés pedig a második nagy evolúciós forradalmat hozta, a molekuláris biológiát, amely teljesen átalakította biológiai világpunktet, éppen az evolúcióelmélet alapján. Napjainkban az egyik legizgalmasabb eredménye a mikro RNS-ek és funkcióik feltárása. Ez a rendszer a génfunkció szabályozásának evolúciós értelemben is újabb szintjét jelenti. Az utóbbi néhány évben pedig az egyedfejlődéssel foglalkozó tudományok és az evolúcióelmélet integrációja révén zajlik a harmadik nagy „forradalom”. Várunk még egy negyediket is, amely az agyról, a tudatról és az ember világának evolúciós értelmezéséről fog szólni.

*Darwin egyik, nagy hatású szemléltető fogalma volt az „evolúciós fá”, ami valamennyi ma élő lényt egy közös ősről vezetett*

*vissza; az új fajok mindig egyetlen meglévőből keletkeztek öröklődő változások révén, és ezek az elágazások alkották az evolúció fáját. Ma is él még ez a felfogás?*

Az evolúciós fa nagyon leegyszerűsített koncepció volt, noha igen sok esetben helyesen írja le a fajok közötti kapcsolatokat, de éppen genetikai ismereteink fejlődése mutatta ki, hogy a valós helyzet ennél sokkal, sokkal bonyolultabb. Ismerjük a horizontális géntranszfer jelenségét, ami géneket, egész géncsoportokat képes egymástól távol álló fajokba eljuttatni, és ezért sokan azt gondolják, hogy az elágazó fa képe helyett egy hálózat jobban jellemezné az élőlények kapcsolatát – persze ez sem tekinthető át könnyen, nem egyszerű a kapcsolatok leírása. Tovább bonyolítja ezt a képet az életképes hibridfajok kialakulása. Hangsúlyozni szeretném, hogy ezek az újabb mechanizmusok az elmélet alapjain semmit sem változtattak, de segítenek a roppant bonyolult valóságot értelmezni.

*Sok kérdőjel is maradt az evolúcióval kapcsolatosan. A mai tudósok eljuthatnak az evolúció mechanizmusának teljes megfajlásához?*

Minden tudományos elmélet értékmérője az, hogy mennyi megválaszolatlan kérdést tud felvetni, és milyen lehetőségeket kínál a válaszok megkeresésére. Az evolúcióelmélet, amelyben az evolúció nemcsak egy metafora, hanem részletesen kidolgozott modellje is a biológiai változásoknak, amely képes predikciókra, amelyet folyamatosan lehet kísérletekkel, megfigyelésekkel ellenőrizni és javítani, igen értékes elmélet, amelyben sok megválaszolatlan kérdés van. Máig vitatják az evolúció kutatói, hogy valójában mi az evolúciós változások valódi hajtóereje. Két

egymással látszólag ellentétes nézet alakult ki: egyesek szerint egy-egy adott faj változásának az az oka, hogy a körülötte lévőkké lassan, véletlenszerűen megváltoznak, és ha nem kíván a fajok versengésében alulmaradni, neki is változnia kell. A másik elképzelés szerint a fajok nagy ökológiai hálózatai eljutnak egy stabilis állapotba, és ott már nem változnak, csak akkor, ha az élettelen környezet, a klíma például megváltozik. Mindkét mechanizmusra utaló jeleket meg lehet találni a fajok történetében. A legkorszerűbb vizsgálatok ezt a két mechanizmust együtt látják kielégítőnek, a fajok véletlenszerű változása rövidebb távon hoz létre evolúciót, míg az élettelen környezet nagy változásai hosszú távon, évmilliókban mérve. Az evolúció tehát az anyag inherens tulajdonsága, amely megfelelő körülmények között önszerveződő, önmaguk stabilitására törekvő rendszereket hoz létre, amelynek konkrét megjelenési formáit természetesen a külső adottságok is befolyásolják. A bioszféra egyike ezeknek a rendszereknek. Adósunk az elmélet még az élet keletkezésének pontos leírásával és kísérleti reprodukciójával. De minden biológus tudja, hogy ennek a megoldása is sokkal közelebbinek látszik, mint mondjuk, akár harminc évvel ezelőtt.

*Megtalálhatjuk-e más tudományokban is az evolúció gondolatát?*

Minden, a biológiával akár csak egészen lazán kapcsolódó tudományterületen alkalmazni lehet az evolúció elméletét. Nagyon komoly tudományterületté fejlődött a kultúrák evolúciójának problémája. Evolúciónak tekintjük azokat a változásokat, amelyek egy olyan rendszerben jönnek létre, amelynek önmásoló egységei vannak, és az önmásolásuk folyamán változatok is megjelennek. Ezen definí-

ció alapján több ilyen rendszerről beszélhetünk, az élőlényeké az egyik. Az emberi kultúrákban a tárgyak, szokások, gondolatok azok az egységek, amelyek képesek arra, hogy másolódjanak, de a másolás a legritkább esetben tökéletes, tehát változatok keletkeznek, és miután minden hasonló rendszer véges méretű, a másolás szelekcióval is jár, vagyis, megjelenik az evolúció. Ez ugye a társadalomtudományok területe. A kulturális evolúcióról szóló ismeretek ma már könyvtárakat töltöttek meg.

De beszélünk például neurális evolúcióról is, amelyben a gondolatok a másolásra képes egységek. A különböző rendszerek hasonlóságainak tanulmányozása alapján az evolúció általános elméletének kérdései is felmerülnek.

Az evolúcióelmélet nagyon fontos szerepet töltött be például a pszichológia fejlődésében. A viselkedéstudományokban sok évtizedig a behaviorizmus irányzata volt uralkodó, amely az állatok viselkedésvizsgálatát egy-két fajra és szigorúan ellenőrzött

laboratóriumi környezetre korlátozta. Vizsgálódásai központjában a tanulással módosítható viselkedés állt. A sovány eredmények azt mutatták, hogy az állatoknál a tanulás mindig fontos tényezője a viselkedésnek, némelyeknél kisebb, másoknál nagyobb mértékben. Az a kérdés, hogy természetes környezetükben mire használják tanulási képességeiket, és vajon ezen kívül milyen viselkedési mechanizmusai vannak, a behaviorista elmélet korlátoltsága miatt fel sem merült. Az evolúcióelméletre alapozott etológia mozdította ki ebből a sötét sarokból a viselkedéstudományokat. Ma sokkal világosabban látjuk a génhálózatok szerepét a viselkedés kialakításában, és már azt is tudjuk, hogy a tanulási folyamat is kulcsingerek hatására aktiválódik. A természetes viselkedési mechanizmusok és a tanulási képességek pontosan tükrözik egy-egy faj életkörülményeit. Már ott tartunk, hogy evolúciós pszichológia néven egy valóban evolúciós alapokon nyugvó ember-pszichológia alakul ki, sok érdekes, új felfedezéssel.

