

RICHARD DAWKINS
Az Ördög Káplánja
Válogatott tanulmányok
válogatást szerkesztette

LATHA MENON
VINCE KIADÓ

A mű eredeti címe:

A Devil's Chaplain. Selected Essays by Richard Dawkins.

2003 (Boston: Houghton Mifflin)

Edited by Latha Menon

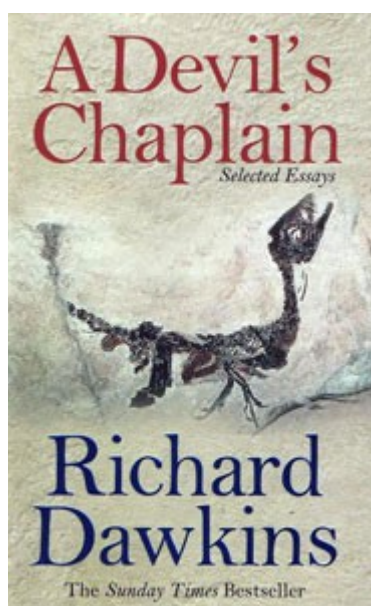
Copyright © 2003 by Richard Dawkins

A fordítás a Weidenfeld & Nicolson (London)

2003. évi kiadása alapján készült

Fordította: Angster László 2005

Kiadta 2005-ben a Vince Kiadó, az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja (1027 Budapest, Margit körút 64/b) A kiadásért a Vince Kiadó igazgatója felel Felelős szerkesztő: dr. Pesthy Gábor Nyomdai előkészítés: CAD Bt. A borítót Ghost eredeti tervének felhasználásával Kálmán Tünde készítette A borítón lévő kép © REX/Sipa (Photo:Olympia) A szerző fotója a hátsó borítón Lalla Ward felvétele Nyomta és kötötte: Kaloprint Nyomda Kft., Kalocsa
ISBN 963 9552 48 8



A győzedelmes Darwin¹
A darwinizmus mint univerzális igazság
1991

Ha felsőbbrendű teremtmények látogatnának meg minket egy másik csillagrendszerből – már csak azért is felsőbbrendűeknek kell lenniük, mert eljutottak ide –, milyen közös témát találnánk, amit megbeszélhetnénk? Áthághatnánk az akadályokat pusztán azzal, hogy megtanuljuk egymás nyelvét, vagy a két kultúra által fontosnak tartott témák annyira különbözőek lennének, hogy az kizárná a komoly eszmecsserét? Nem valószínű, hogy a csillagutazók kulturális javainkról, az irodalomkritikáról, a zenéről, a vallásról vagy a politikáról akarnának velünk beszélni. Shakespeare semmit sem jelent azoknak, akik nem ismerik, és nem tapasztalták meg az emberi érzelmeket, és ha van is irodalmuk vagy más művészetük, ezek valószínűleg túlságosan idegenek ahhoz, hogy felkeltsék érdeklődésünket. Abban is kételkedem, hogy a Darwinnal egyenrangú gondolkodóként emlegetett Marx és Freud különösebben izgatná a látogatókat, hacsak nem érdeklődnek az antropológiai furcsaságok iránt. Nincs okunk feltételezni, hogy e férfiak munkásságának jelentősége túlmutatna a helyi, egyházi, humán, gazdasági, posztpleisztocén (mások hozzátennék még, hogy európai és férfi) szempontokon. A matematika és a fizika már más dolog. Lehet, hogy vendégeink e téren szerzett tudásunkat alacsony szintűnek találnák, de legalább lenne egy közös terület, amiről beszélhetnénk. Egyetértenénk az univerzum megértése szempontjából fontos néhány kérdésben, és valószínűleg az e kérdésekre adott válaszokban is. A beszélgetés gyümölcsöző lenne, még akkor is, ha a legtöbbször mi tennénk fel a kérdéseket, ők pedig a válaszokat mondanák. Ha kultúránk történetéről tárgyalnánk, látogatóink bizonyára büszkén mutatnának rá Newton vagy Einstein, Planck vagy Heisenberg megfelelőire, valahol messze, a távoli időkben. De Marx vagy Freud megfelelőit keresve semmivel sem lennének könnyebb helyzetben, mint mi, ha egy távoli erdei

¹ M. H. Robinson and L. Tiger (eds.): *Man and Beast Revisited* könyvből (Washington, Smithsonian Institution Press, 1991).

tisztáson élő, frissen felfedezett törzs számára próbálnánk a helyi esőcsináló nálunk működő ellenpárját megtalálni. Nem jelenti Freud vagy Marx munkásságának lebecsülését, ha kijelentjük, hogy eredményeik korántsem univerzálisak.

És Darwiné? Vajon látogatóink is az egyik legnagyobb gondolkodójukként tartanák számon az ő megfelelőjét? Folytathatnánk-e velük komoly beszélgetést az evolúcióról? Azt gondolom, hogy a válasz igen (hacsak nem az egyik kolléganóm által vázolt helyzet áll fenn, miszerint az ő Darwinuk épp egy expedíción van, és mi vagyunk az ő Galápagosa). Darwin eredményei Einstein eredményeihez hasonlóan univerzálisak és időtlenek, míg Marx igazságai helyi és időleges jelentőségűek.

Az, hogy a Darwin által feltett kérdés mindenhol érvényes, ahol élet van, tagadhatatlan. Az élő anyag leginkább magyarázatra szoruló tulajdonsága az, hogy szinte elképzelhetetlenül bonyolult, és ez sokakat arra a feltételezésre csábít, hogy valahol ezt szándékosan megtervezték. Darwin kérdése – vagy jobban mondva Darwin kérdései közül a legalapvetőbb és legfontosabb – az, hogy miként jöhetett létre egy ilyen végtelenül komplikált „tervrajz”. E kérdés minden élőlényre érvényes, legyen az bárhol a világegyetemben, éljen bármilyen történelmi korban. Az azonban már kevésbé nyilvánvaló, hogy Darwin megfejtése e talányra – az öröklődés véletlenszerű változásai és a nem véletlenszerű túlélés révén létrejövő kumulatív evolúció – valóban univerzális. Annyi mindenképpen elképzelhető, hogy Darwin válasza legalább helyi értelemben érvényes, azokra az életformákra, amelyek az univerzum dzsungelének e kis tisztásán léteznek. Előzőleg már megmutattam, hogy ez nem így van,² hogy Darwin válaszában általános formulája nem pusztán a mi életformánkra érvényes, hanem majdnem teljes bizonyossággal, valamennyi életformára, legyen az a világegyetem bármely részén. Itt most legyen elég csak annyi, hogy Darwin esélye a halhatatlanságra közelebb áll Einstein esélyéhez, mint Marxéhoz. A darwinizmus valóban fontos dolog az univerzumban.

Mikor a hatvanas évek elején egyetemista voltam, azt tanultuk, hogy bár Darwin saját idejének fontos alakja volt, a modern neodarwinizmus már annyira meghaladta őt, hogy ezt már nem is szabadna darwinizmusnak nevezni. Apám nemzedékének biológushallgatói a mértékadó *Short History of Biology*³ (A biológia rövid története) lapjain azt olvashatták, hogy

² R. Dawkins: Universal Darwinism. In D. S. Bendall (ed.): *Evolution from Molecules to Men* (Cambridge, Cambridge University Press, 1983), 403-425. o. R. Dawkins: *The Blind Watchmaker [A vak órászmester]* (New York, WW. Norton, 1986), 11. fejezet.

³ C. Singer: *A Short History of Biology* (Oxford, Clarendon Press, 1931).

...az élő formák küzdelme a legéletképesebb túlélése révén természetes szelekcióhoz vezet, ám ezt ma már sokkal ritkábban említik a természettudósok, mint ahogyan Darwin könyvének megjelenése után tették. Abban az időben azonban ez rendkívül érdekes meglátásnak számított.

Az ezt megelőző generáció biológusai pedig azt olvashatták a kor talán legtekintélyesebb genetikusá, William Bateson tollából, hogy

Kivételes ténybeli tudása miatt sokszor fordulunk Darwinhoz, [de] ... számunkra már nem jelent többé filozófiai autoritást. Úgy tekintünk evolúciós rendszerére, mintha Lucretius vagy Lamarck munkáit olvasnánk... Ahogy ma már legtöbbször látjuk, a populációk tömegeinek szelekció által vezérelt, észrevehetetlen lépésekben történő átváltozása oly mértékben összeférhetetlen a tényekkel, hogy csak csodálkozni tudunk ... az éleselméjűség hiányán azoknál, akik osztják ezt a nézetet.⁴

E kötet szerkesztői most mégis megjelentetnek egy cikket, amelynek címe *A győzedelmes Darwin*. Általában nem szeretek olyan címeket adni munkáimnak, amit valaki más talált ki, de ezt minden fenntartás nélkül elfogadom. Úgy tűnik, hogy a huszadik század utolsó negyedében Darwin a biológusok szemében (ellentétben azokkal a nem biológusokkal, akiket vallási prekoncepciók vezérelnek) halála óta a legmagasabb rangot vívta ki magának. Az újkori rehabilitációját követő években Darwin „másik elméletének”, az ivari szelekciónak⁵ is hasonló, vagy talán még erőteljesebb reneszánszát követhetjük nyomon.

Arra természetesen számítani lehetett, hogy egy és egy negyed évszázad elteltével teóriájának mai verziója már más, mint az eredeti. A modern darwinizmus egyenlő darwinizmus plusz weis-mannizmus plusz fisherizmus plusz hamiltonizmus (vitatható vélemények szerint plusz kimuraizmus plusz egy néhány más *izmus*). De ha magát Darwint olvasom, mindig megdöbbenek, hogy milyen modern. Bár alaposan tévedett a genetikát illetően, valamilyen titokzatos erő vezérlésével szinte minden másban igaza volt. Lehet, hogy mi már neodarwinisták vagyunk, de írjuk ezt a neo-t igen apró n betűvel! Mai neodarwinizmusunk szinte teljes egészében Darwin szellemében fogant. A változások, amelyeket Darwin ma tapasztalhatna, olyanok, amelyekkel – meg merem kockáztatni – ő is azonnal egyetértene, és, mint az őt is zavarba ejtő talányokra adott elegáns és nyilvánvalóan korrekt válaszokat, üdvözölné. **Azzal, hogy megtudtuk, az evolúció a részenként öröklődő tulajdonságok halmazán belül az öröklés gyakoriságának változása,** akár T. H. Huxleyt is idézhetnénk, akinek a következő megjegyzést tulajdonítják, miután elolvasta *Az ember származását*. „De

⁴ W. Bateson-idézet E. Mayr. *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance* c. könyvéből (Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1982).

⁵ Lásd Fény derül majd (87-106 old.)

nagyon ostoba vagyok, hogy ez nekem nem jutott eszembe!"⁶

Már céloztam Darwinnak arra az érzékére, amelynek vezérlete alatt meglátásai mindig helyesnek bizonyultak, ám ezt csak a mai tudásunk alapján állíthatjuk. Nem kellene kissé alázatosabbnak lennünk, és beismernünk, hogy amit ma jónak tartunk, az talán teljesen rossznak számít majd a jövő tudományos generációinak szemében? Nem. Vannak olyan helyzetek, amikor a generációk szerénysége nem helyénvaló, mert túlságosan pedáns. Teljes bizonyossággal állíthatjuk, hogy a Föld kering a Nap körül, és ez nem csak mai tudásunk szerint van így, hanem így lesz a jövőben is, még akkor is, ha az emberiség történetének egy új sötét korszakában visszatér, és általánosan elfogadott lesz a laposföld-elmélet. Azt azonban nem mondhatjuk, hogy a darwinizmus is ilyen támadhatatlan. Megalapozott ellenvélemények ma is felmerülhetnek, és bárki joggal mondhatja, hogy a darwinizmus mai népszerűsége nem biztos, hogy a jövő tudományos társadalmában is töretlen marad. Lehet, hogy Darwin valóban győzedelmes a huszadik század végén, de el kell ismernünk annak lehetőségét, hogy új tények kerülnek napvilágra, amelyek arra készítetik huszonegyedik századi utódainkat, hogy elvessek vagy a felismerhetetlenségig módosítsák a darwinizmust. De vajon van-e a darwinizmusnak egy olyan magja, amelyet maga Darwin is elméletének kulcsfontosságú részeként jelölne meg, és amelyről már elmondhatjuk, hogy valószínűleg semmilyen újonnan felfedezett tény nem cáfolhatja meg?

Én azt mondanám, hogy a *darwinizmus magja* az a minimálteória, hogy az evolúciót az apró, véletlenszerű öröklődő változások nem véletlenszerű fennmaradása vezérli, adaptívan nem véletlenszerű irányba. Itt különösen fontos az *apró* és az *adaptív* szó. Az apró azt jelenti, hogy az adaptív evolúció fokozatos, és mindjárt meglátjuk, miért kell ennek így lennie. Az adaptív nem jelenti azt, hogy minden evolúció adaptív, csak azt, hogy a darwinizmus magja az ilyen evolúcióra vonatkozik. Nincs okunk azt feltételezni, hogy minden evolúciós változás adaptív.⁷ De még abban az esetben is, ha az evolúciós változások túlnyomó többsége nem lenne adaptív, tagadhatatlan, hogy épp elég adaptív evolúciós változás létezik ahhoz, hogy ez külön magyarázatot igényeljen. Épp ezek a változások azok, amelyeket Darwin olyan szépen kifejtett. Ezen kívül számtalan más elmélet is lehet, amelyek a nem adaptív változásokat magyarázzák. A nem adaptív evolúció bármely bolygón lehet valós vagy nem valós jelenség (a miénken valószínűleg valós, a nagy számban előforduló neutrális

⁶ A két közzájón forgó Huxley-történet közül nekem ez sokkal jobban tetszik, mint a másik, amelyet Oxford püspökével, Sam Wilberforce-szal folytatott vitájaként szoktak emlegetni. Van valami csodálatosan őszinte Huxley bosszankodásában, amiért nem gondolt egy ilyen egyszerű dologra. Én már régóta töröm rajta a fejem, hogy miért kellett várni egészen a tizenkilencedik századig ezzel a felfedezéssel. Arkhimédész és Newton felfedezései sokkal bonyolultabbnak tűnnek. Ám az a tény, hogy *senki* sem gondolt a természetes szelekcióra a tizenkilencedik század előtt, azt mutatja, nincs igazam. Mint ahogy az is erre utal, hogy oly sok ember még ma is képtelen elfogadni.

⁷ G. C. Williams: *Adaptation and Natural Selection* (Princeton, Princeton University Press, 1966).

mutációk beépülésének formájában), de ez nem olyan jelenség, amely rögtön magyarázatért kiált. Az adaptáció, és különösen a komplex adaptáció, azonban olyan erős tudásvágyat ébreszt, hogy hagyományosan ez az egyik legfőbb indítéka a hitnek egy természetfölötti Teremtőben. Az adaptáció problémája tehát valóban nagy probléma, amely olyan nagystílusú megoldást érdemel, mint amilyent Darwin szolgáltatott.

R. A. Fisher⁸ egy példán mutatta be, hogy a mendelizmust egy karosszékben ülve is le lehet vezetni, és ehhez nem szükségesek különleges tények.

Figyelemre méltó tény, hogy a tizenkilencedik század közepén bármely gondolkodó is vállalkozott arra a feladatra, hogy absztrakt és teoretikus analízis formájában kidolgozza az egységekben történő öröklődés elméletét, néhány egyszerű feltevés alapján végül is mindig a modern mendeli vagy faktoriális öröklődéssel azonos sémát hozott létre.

Vajon tudunk-e találni egy hasonló állítást, amely a darwinizmus központi elmélete, a természetes szelekció általi evolúció megkerülhetetlenségére vonatkozik? Habár Darwin és Wallace sokat dolgoztak terepen, és tényadatok sokaságát használták fel elméleteik igazolására, tudnánk-e most utólagos előrelátással olyan érveket találni, amelyek szükségtelenné tennék a kutatást, a galápagosi és a maláj szigetvilági utakat? Vajon képes lehetett-e egy gondolkodó arra, hogy a jól megfogalmazott problémával találkozva eljusson a megoldásig – a darwinizmus magjáig – anélkül, hogy fel kelljen állnia a karosszékéből?

A darwinizmus magjának egy része szinte automatikusan következik abból a problémából, amit megold, feltéve, ha ezt a problémát megfelelő módon fejtjük ki, vagyis matematikai vizsgálatnak vetjük alá. A probléma lényege az, hogy az összes lehetséges organizmus gigantikus matematikai terében hogyan találjuk meg az organizmusok azon aprócska halmazát, amelynek tagjai a rendelkezésre álló környezetben a túlélésre és a szaporodásra adaptálódtak. Ismét Fisher az, aki a rá jellemző hatásos egyértelműséggel beszél:

Akkor mondhatjuk, hogy egy organizmus alkalmazkodott egy adott helyzethez vagy a környezetét alkotó helyzetek összességéhez, ha helyzetek vagy környezetek egymástól alig különböző olyan összességét is el tudjuk képzelni, amelyekhez az állat egészében véve kevésbé jól alkalmazkodott; és ugyanígy, csak annyiban, amennyiben el tudunk képzelni egymástól alig különböző formájú szervezeteket is, amelyek kevésbé alkalmazkodtak az adott környezethez.

Képzeljünk el egy rémisztő matematikai állatseregletet, amelyben az összes

⁸ R. A. Fisher: *The Genetical Theory of Natural Selection* (Oxford, Clarendon Press, 1930).

elképzelhető állati formák végtelenül nagy összessége megtalálható, melyet az összes genom összes génjének minden lehetséges variációjával állítunk elő. A rövidség kedvéért – bár ez így nem lesz olyan precíz, mint ahogy azt a matematikai megközelítés sugallja – ezt az összes lehetséges állatnak fogom hívni (szerencsére az itt kifejtendő érvelés a nagyságrendeken alapul, és nem szükséges hozzá a pontos számszerűség). Ennek a visszatetsző állat-seregletnek a legtöbb tagja sohasem fog túljutni az egysejtű állapoton. Annak a kis résznek a többsége, amelynek sikerül megszületnie (vagy kikelnie stb.), borzasztóan torz szörnyeteg lesz, mely hamar elpusztul. Azok az állatok, amelyek ma is léteznek, vagy valaha léteztek, csupán az összes lehetséges állat igen apró szeletét adják. Mellékesen szólva, csakis a kényelem miatt használom az állat szót. Nyugodtan helyettesíthetném növénnel vagy organizmussal.

Könnyen el tudjuk képzelni az összes lehetséges állatot, ahogy egy sokdimenziós genetikai tájképben felsorakoznak.⁹ A távolság e tájképben genetikai távolságot jelent, azoknak a genetikai változásoknak a számát, amelyek ahhoz szükségesek, hogy az egyik állatból a másikba jussunk el. Az nem világos, valójában hogyan tudnánk kiszámítani bármely két állat közti genetikai távolságot (mivel nem minden állat rendelkezik azonos számú genetikai lokusszal); de az érvelés most sem a pontosságra alapul, és intuitíve mindenkinek világos, mit jelent az, hogy a patkány és a sün közti genetikai távolság nagyobb, mint a patkány és az egér közti. Itt most csak annyit teszünk, hogy ugyanebbe a multidimenzionális koordináta-rendszerbe helyezzük el azt a hatalmas mennyiségű állatot is, amelyek sohasem léteztek. Azokat is ide tesszük, amelyek sohasem lettek volna életképesek, akkor sem, ha sikerült volna létrejönniük, és azokat is, amelyek életben maradhattak volna, ha létrejönnek, de valójában sohasem jöttek létre.

A tájkép egyik pontjáról a másikra széles értelemben vett mutációval juthatunk el, amelybe beleértjük a genetikai rendszer nagymérvű változásait éppúgy, mint a meglévő genetikai rendszeren belül bekövetkező, egyes lokuszokra vonatkozó pontmutációkat. Elvben a megfelelően kigondolt genetikai beavatkozások sorozatával – mesterséges mutációkkal – a tájkép bármely pontjáról eljuthatunk bármely más pontra. Létezik recept arra, hogy miként lehet egy ember genomját egy víziló vagy bármely más állat genomjává alakítani, legyen az létező vagy elképzelt állat. Normál esetben ez nagyon hosszú recept lenne, nagyon sok gént érintene, és nagyon sok gént kellene kitörölni, sokat kéne megduplázni, és az egész genetikai rendszert radikálisan át kellene rendezni. Mindazonáltal ezt a receptet elvben elő lehetne állítani, és

⁹ Az evolúcióról való gondolkodás nagyon jól használható eszközünek tartom ezt a képet, amelyet egy igen tisztelt amerikai populációgenetikustól, Sewall Wrighttól vettem át némi módosítással. Először *A vak órásmesterben* alkalmaztam, a *A Valószínűtlenség Hegyének meghódítása* című munkámban pedig két fejezetet szenteltem ennek, ahol az összes lehetséges állat múzeumaként emlegettem. A múzeum látszólag jobb kifejezés, mint a tájkép, mert az háromdimenziós, bár tulajdonképpen általában háromnál jóval több dimenzióval dolgozunk. Dániel Dennett verziója a *Darwin veszélyes ideája* egy könyvtár, amelyet érzékletesen „Mendel könyvtárának” nevezett.

végigjárva ugyanott lennénk, mintha egyetlen hatalmas lépéssel jutottunk volna el a matematikai tér egyik pontjából a másikba. A gyakorlatban az életképes mutációk e tájképen viszonylag kis lépésekben történnek: az utódok csak kicsit mások, mint a szüleik, bár elvben olyan mértékben is különbözhetnének egymástól, mint az ember a vízilótól. Az evolúció lépésről lépésre történik a genetikai térben, és nem nagy ugrásokban. Más szóval, az evolúció fokozatos. Van egy általános oka annak, hogy miért van ez így, amit most mindjárt kifejtek.

Még formális matematikai levezetés nélkül is megkockáztathatunk néhány statisztikai állítást tájképünkről. Az első az, hogy az összes lehetséges genetikai kombináció, és az általuk generált „organizmusok” körében az életképes organizmusok aránya a nem életképesekhez viszonyítva nagyon kicsi. „Bármilyen sok módja is van annak, hogy valami életben maradjon, bizonyos, hogy mérhetetlenül több módja van annak, hogy ne éljen.”¹⁰ A második az, hogy bármilyen pontot is veszünk a tájképen, nagyon sok olyan pont van, amely valamelyest különböző, de mérhetetlenül több olyan, amely nagyon különböző. A közvetlen szomszédok száma lehet nagyon nagy, de ez eltörpül a távoli szomszédok számához képest. Ha a koncentrikus gömbök példáját vesszük, az egyre növekvő felületű gömbökön elhelyezkedő egyre távolabbi genetikai szomszédok száma hatványozódva emelkedik, és gyakorlati szempontból hamarosan végtelen lesz.

Az érvelés statisztikai jellege rámutat az állítás egy ironikus vonására, amit gyakran emlegetnek az evolúció nem hivatalos ellenzői, nevezetesen, hogy az evolúció tana megsérti a termodinamika második törvényét, amely szerint minden zárt rendszerben növekszik az entrópia vagy a káosz.¹¹ Az igazság ennek épp az ellenkezője. Ha lenne is valami, ami megsértené a törvényt (mint ahogy nincs), azok a *tények*¹² lennének, és nem ezek magyarázata!

A darwinista az egyetlen életképes magyarázat, amely helyrerakja ezeket a tényeket, és megmutatja, hogyan lehetséges mindez a fizikai törvények megsértése nélkül. A növekvő entrópia törvényét érdekes módon sokszor félreértik, ami megér egy kis kitérőt, mert ez mozdította elő annak a hibás állításnak a létrejöttét, hogy az evolúció megsérti a törvényt.

A második törvény a hőerőgépek elméletéből¹³ ered, de az a formája, amely releváns lehet az evolúciós vitában, általánosabb, statisztikai formába önthető. Az entrópiát Willard Gibbs fizikus a rendszer „felkevertségéként” jellemezte. A törvény szerint a rendszer és a rendszer környezetének teljes entrópiája nem csökken. Minden magára hagyott zárt rendszer, ha kívülről nem végzünk rajta munkát, egyre felkevertebb lesz, csökken a rendezettség (az élet viszont nem zárt rendszer). Szép számmal vannak

¹⁰ Dawkins: *The Blind Watchmaker* [A vak órászmester] 31. o.

¹¹ A káoszt itt az eredeti és társalgási, és nem a mostanában definiált technikai értelmében említik.

¹² Az élet funkcionális komplexitásáról, vagy „információs tartalmáról”.

¹³ Peter Atkins: *The Second Law* (New York, Scientific American Books, 1984) és *Galileo's Finger* (Oxford, Oxford University Press, 2003) könyvei jellemzően világosak.

erre egyszerű analógiák – vagy lehet, hogy több mint analógiák. Ha a könyvtáros nem dolgozik szakadatlanul a könyvtár rendezésén, a polcok katonás rendje óhatatlanul csorbát szenved, mivel a könyvtártagok kis valószínűséggel ugyan, de időnként elkerülhetetlenül rossz polcra rakják vissza a köteteket. A rendszerbe kívülről kell behoznunk egy szorgos könyvtárost, aki Maxwell démonjának mintájára metodikailag és energetikailag helyreállítja a polcokon a rendet.

Az általános hiba, amire céloztam, az, hogy megszemélyesítik a második törvényt: az univerzumnak egy benső késztetést tulajdonítanak, hogy a káosz felé haladjon; egy pozitív törekvést feltételeznek, amely a végső nirvána, a tökéletes rendetlenség felé irányul. Részben ez a hiba az oka annak, hogy az emberek elfogadják azt az eszetlen megjegyzést, hogy az evolúció az egyetlen titokzatos kivétel a törvény alól. A hibára igen egyszerűen rá lehet mutatni a könyvtáros analógiában is. Ha azt mondjuk, hogy egy magára hagyott könyvtár fokozatosan a káosz felé halad, ezzel nem azt állítjuk, hogy a polcok egy bizonyos állapot felé törekednek, hogy a könyvtár valahonnan kiindulva egy adott cél felé közelít. Inkább az ellenkezője igaz. Az n számú könyv polcokon való elhelyezkedésének variációi kiszámíthatók, és ez minden normális könyvtár esetében nagyon-nagyon nagy szám lenne. Az n számú elrendezés közül csak egy vagy nagyon kis számú lenne az, amit rendnek tekintenénk. És ez minden! Korántsem arról van szó, hogy valami misztikus erő a rendetlenség felé vezérel minket, csupán arról, hogy mérhetetlenül több állapot van, amit rendetlenségnek tekintünk, mint ahányat rendnek. Ha tehát egy rendszer valahol az összes lehetséges elrendeződésének egyikében van, majdnem bizonyos – hacsak nem teszünk speciális, könyvtárosi intézkedéseket –, hogy a bekövetkező változásokat a rendetlenség növekedésének fogjuk észlelni. Az evolúciós biológia itt tárgyalt kontextusában ez annyit tesz, hogy a releváns elrendeződés az adaptáció, az a létállapot, amely képes a túlélésre és a szaporodásra.

Visszatérve a fokozatosság szükségességét alátámasztó érvekhez, az összes lehetséges forma között megtalálni az életképes formákat olyan lenne, mintha néhány tűt keresnénk egy hihetetlenül nagy szalmakazalban. Arra, hogy sokdimenziós szalmakazalunkban nagy, véletlenszerű mutációs ugrásokkal ráakadjunk az egyik tűre, igen kicsi az esélyünk. Egy dolgot azonban mondhatunk: a mutációs lépések kiindulópontja mindig életképes szervezet kell hogy legyen – egy ritka és értékes tű a szénakazalban. Ennek oka, hogy csak a túlélésre és szaporodásra képes szervezeteknek lehet bármilyen leszármazottjuk, a mutáns leszármazottat is beleértve. Véletlenszerű mutációval megtalálni egy életképes testformát lehet, hogy olyan, mint egy tűt megtalálni egy szénakazalban, de ha egyszer már rábukkantunk egy életképes formára, sokkal nagyobb eséllyel kereshetünk egy másikat annak közvetlen környezetében, mint valahol távolabb.

Ugyanez vonatkozik a tökéletesített testformákra is. Ha egyre kisebb mutációs

lépéseket veszünk, az összes elérhető állapot száma abszolút értékben csökken, de növekszik azoknak az állapotoknak az aránya, amelyek az előző állapothoz képest fejlődést jelentenek. Fisher egy elegánsan egyszerű bizonyítékot hozott fel arra, hogy a nagyon kis mutációs lépések ötven százaléka már ilyen.¹⁴ Érvelése a variációk minden egyes dimenziójában önmagában véve kikezdhetetlen. Arról, hogy precíz konklúziója (50 százalék) a sokdimenziós esetekre is érvényes-e, nem beszélek, de az érvelés iránya mindenképpen vitathatatlan. Minél nagyobb a lépés a genetikai térben, annál kisebb az esélye annak, hogy az eredményként kapott forma életképes lesz, nem is szólva arról, hogy vajon jobb lesz-e. A már meglelt tütől kiindulva a közvetlen szomszédság fokozatos, lépésenkénti bejárása látszik az egyetlen megoldásnak, hogy egy még jobb tüt találjunk a szénakazalban. **Általánosan igaz, hogy az adaptív evolúció a genetikai térben történő kúszás kell hogy legyen, és nem ugrások sorozata.** De vajon akadnak-e olyan speciális esetek, amelyekben a makro-mutációk beépülnek az evolúcióba? A laboratóriumban mindenképpen előfordulnak makromutációk.¹⁵ Elméleti megfontolásaink azt mondják, hogy az életképes makromutációknak extrém módon ritkábbnak kell lenniük, mint az életképes mikromutációknak. De ha igaz is, hogy rendkívül ritkák az életképes szaltációk, amelyek beépültek az evolúcióba, és csak egyszer vagy kétszer fordultak elő az egész családta történetében a prekambriumtól napjainkig, ez elég ahhoz, hogy megváltoztassa az evolúció egész menetét. Én például könnyen elképzelhetőnek tartom, hogy a szegmentáció (szelvényekre oszlás) „feltalálása” egyetlen makromutációs lépésben történt, gerinces őseink fejlődése során egy alkalommal, és egy másik alkalommal az ízeltlábúak és a gyűrűsférgék kialakulása során. Amikor ez megtörtént, mindkét családfában, az teljesen megváltoztatta azt a környezetet, amelyben a mikromutációk szokásos kumulatív szelekciója végbement. Ez bizonyára emlékeztetett a klímában beálló katasztrófális változások hatására. Mint ahogy egy fejlődési vonal képes lehet arra, hogy valamely rettentő pusztulás után ismét magára találjon, és alkalmazkodjon a klímában beállott katasztrófális változásokhoz, egymást követő mikromutációs szelekció után arra is képes lehet, hogy alkalmazkodjon egy olyan nagymértékű makromutációs katasztrófiához, mint amilyen az első szegmentáció lehetett. Az összes lehetséges állat tájképén így festhet a szegmentációs példánk: egy tökéletesen életképes szülőttől kiindulva egyetlen vad makromutációs ugrással a szalmakazal egy távoli részére kerülünk, messze minden életképességet reprezentáló tütől. Megszületett az első szelvényes állat: furcsa szerzet, egy szörnyszülőtt és semmiképpen sem olyan lény, amelynek testi tagoltsága megengedné, hogy túlélje ezt

¹⁴ Ő egy mikroszkóp képének élesre állítását használta analógiaként. A tárgylencse igen kis elmozdulása esetén 50 százalék az esélye annak, hogy jó irányba mozdult (ami élesebbé teszi a képet). A nagy mozgás inkább csak ront a helyzeten, még akkor is, ha jó irányba történt, mert túlló a célon.)

¹⁵ A makromutációk vagy szaltációk nagymértékű mutációk. A gyümölcslegyek esetében híres példa erre az antennapédia, amikor a mutáns legyek lábat növesztenek ott, ahol a csápjuknak kellene lennie.

az új, szelvényes felépítést. Ám a genetikus térben tett ugrás véletlenszerűen egybeesik egy földrajzi ugrással. A szelvényes szörny a világ egyik szűz partszakaszán találja magát, ahol könnyű az élet és kevés a versenytárs. Bármely állattal megtörténhet, hogy ha új helyen, mondjuk egy új kontinensen találja magát, bár rosszul adaptálódott az új feltételekhez, keservesen, de azért mégis túléli az eseményt. Verseny hiányában leszármazottai elég sok generációt megérnek ahhoz, hogy alkalmazkodjanak az idegen környezethez, a mikromutációk normális, kumulatív természetes szelekciója révén. Így történhetett a szelvényekre osztott szörnyszülöttünkkel is. Kínkeservvel túlélte az új helyzetet, leszármazottai pedig a szokásos mikromutációs kumulatív szelekcióval alkalmazkodtak a makromutáció által létrehozott radikálisan új helyzethez. Bár a makromutációs ugrás messze vitte minden tütől, ami a szénakazalban volt, a verseny hiánya képessé tette a szörny leszármazottait, hogy lassan kúszva, vonszolódva, végül is megtalálják a legközelebbi tüt. Miután a többi genetikai hely összes kompenzációs evolúciója lezajlott, kiderült, hogy a legközelebbi tüvel reprezentált testi felépítés végül is felsőbbrendűnek bizonyult az ősi, nem szegmentált felépítéshez képest. Az új lokális optimum, amelynek szomszédságába az evolúciós leszármazási sor egy vad ugrással megérkezett, végül felsőbbrendűnek bizonyult ahhoz a lokális optimumhoz képest, amelyben előzőleg megrekedt.

Olyan spekuláció ez, amelyben csak a legvégső esetben szabad elmerülni. Az érvelés amellet szól, hogy a genetikai tájképen csak fokozatos, milliméterről milliméterre való haladás fér össze azzal a kumulatív evolúcióval, amely képes a komplex és részletes adaptációra. Még ha a példánkban szereplő szegmentációról később ki is derült, hogy felsőbbrendű testfelépítés, mindenképpen katasztrófaként kezdődött, amit valahogy át kellett vészelní, csakúgy, mint a külső környezet klimatikus vagy vulkanikus katasztrófáit. A fokozatos, kumulatív szelekció volt az, amely lehetővé tette a szegmentációs katasztrófából való fokozatos felépülést, éppúgy, mint ahogy az egy külső, klimatikus katasztrófa esetén történne. Az iménti spekulációt folytatva, a szegmentáció nem azért lehetett túlélő, mert a természetes szelekció előnyben részesítette, hanem azért, mert a természetes szelekció megtalálta a túlélés kiegyenlítő módozatait, a változás ellenére. Az, hogy a szelvényezett testfelépítés végül is megjelent, egy irreleváns bonusz. A szelvényezett testfelépítés beleilleszkedik az evolúcióba, de lehet, hogy a természetes szelekció sohasem hozta volna létre.

Mindenesetre a fokozatosság a darwinizmus magjának csak egy része. A fokozatos evolúció általános érvényessége nem jelenti azt, hogy a darwini természetes szelekció vezérelné a genetikus tér felfedezését is. **Motoo Kimurának igaza lehet abban, hogy a genetikus téren átvezető evolúciós lépések többsége irányítatlan lépés. Lehetséges, hogy a megtett apró, fokozatos lépések által leírt pályák többsége véletlenszerű, és**

nem a szelekció által vezérelt elmozdulást mutat. Ám a fentiek fényében mindez irreleváns, hiszen itt az adaptív evolúcióval foglalkozunk, és nem az evolúciós változással, magával. Kimura joggal ragaszkodik ahhoz,¹⁶ hogy „neutrális elmélete nem mond ellen annak a közkedvelt nézetnek, hogy az evolúció formáit és funkcióit a darwini szelekció irányítja”. Továbbá,

az elmélet nem tagadja a természetes szelekció azon szerepét, hogy meghatározza az adaptív evolúció irányát, de azt feltételezi, hogy az evolúcióban a DNS-változásoknak csak egészen apró töredéke adaptív természetű, miközben a fenotípusosan csendes molekuláris változások nincsenek észrevehető hatással a túlélésre és a szaporodásra, és véletlenszerűen pásztázva bukkannak fel minden fajnál.

Az adaptáció tényéből kiindulva azt a következtetést kell levonnunk, hogy az evolúciós pályák nem mind véletlenszerűek. Kell hogy legyen tehát valamilyen nem véletlenszerű irányítás, amely az adaptív megoldások felé mutat, hiszen az adaptív megoldás semmiképpen sem véletlenszerű. Sem a véletlenszerű apró elmozdulások, sem a véletlenszerű ugrások nem oldják meg a feladatot önmagukban. De a vezérlő mechanizmus vajon szükségképpen a darwini véletlenszerű, spontán variációk nem véletlenszerű túlélése? Az ennek ellentmondó, alternatív elméletek szükségképpen feltételeznek valamilyen nem véletlenszerű, tehát irányított variációt.

Ebben a kontextusban a nem véletlenszerű azt jelenti, hogy az adaptáció felé irányult. A mutációnak persze mindig van valamilyen oka, egy fizikai esemény, például a kozmikus sugárzás hatása. Mikor véletlenszerűnek nevezzük ezeket, csupán annyit állítunk, hogy az adaptív fejlődés szempontjából véletlenszerűek.¹⁷ Logikusan tehát azt lehet mondani, hogy az adaptáció magyarázataként a természetes szelekción kívül csak valamilyen irányított variáció jöhet szóba. Persze a két elmélet keveredése is lehetséges.

A manapság Lamarcknak tulajdonított teória az irányított variációk elméleteinek tipikus példája. Általában két fő elv formájában fejtik ki. Az első, hogy az organizmus az élete során a használat vagy nem használat elve alapján fejlődik; például azok az izmok, amelyeket az állat az élelem megszerzése során használ, erősebbek lesznek, ezért aztán a jövőben már könnyebben tudja megszerezni ugyanazt a fajta ételt. Másodsor, a szerzett tulajdonságok – ebben az esetben az elért

¹⁶ A „ragaszkodik” szó lehet, hogy egy kicsit túl erős. Most, hogy Kimura professzor már meghalt, idézhetek egy nagyon kedves történetet, amelyet John Maynard Smith-től hallottam. Való igaz, hogy Kimura könyvében benne van az az állítás is, hogy a természetes szelekció részt vesz az adaptív evolúcióban, de ahogy Maynard Smith mondja, Kimura képtelen volt leírni ezt a mondatot, ezért megkérte barátját, egy kiváló amerikai genetikus, James Crow-t, hogy írja le helyette. A szóban forgó könyv M. Kimura: *The Neutral Theory of Molecular Evolution* (Cambridge, Cambridge University Press, 1983).

¹⁷ R. Dawkins: *Climbing Mount Improbable* (London, Penguin, 1996). Magyarul: *A Valószínűtlenség Hegyének meghódítása* (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2001), 3. fejezet.

tökéletesedés a használat következménye – generációkon át úgy öröklődnek, hogy a származási vonal továbbfejlődjön. A lamarcki teória ellen szóló érvek általában tényeken alapulnak. **A szerzett tulajdonságok nem öröklődnek.** Ebből az következik, amit gyakran explicit módon is kimondanak, hogy a lamarckizmus csak akkor lehetne az evolúció elfogadható magyarázata, ha örökölni lehetne ezeket. Ernst Mayr¹⁸ például ezt írta:

Ha elfogadnánk Lamarck premisszáit, elmélete az adaptáció éppoly legitim magyarázata lenne, mint Darwiné. Sajnos azonban e premisszákról kiderült, hogy érvénytelenek.

Francis Crick¹⁹ arra a lehetőségre hívta fel a figyelmet, hogy általános *a priori* érveket is meg lehet adni, amikor ezt írta:

Amennyire én tudom, még senki sem adott általános elméleti indokokat arra vonatkozóan, hogy egy ilyen mechanizmus miért lenne kevésbé eredményes, mint a természetes szelekció.

Azóta két ilyen okot is tudok, és egy olyan érvet is, amely szerint a szerzett tulajdonságok öröklése *elvben* is ellentmond mai embriológiai tudásunknak.²⁰

Először is, a szerzett tulajdonságokat elvileg akkor lehetne örökölni, ha az embrionális fejlődés *preformációs* lenne, és nem *epigenetikus*. A preformációs embriológia tervrajzot követő embriológia. Ennek alternatívája a recept-, vagy számítógépprogram-embriológia. A tervrajz-embriológia fontos jellemzője, hogy reverzibilis. Ha van egy házunk, egyszerű szabályok követésével rekonstruálhatjuk a tervrajzot. De ha egy süteményt veszünk, nincsenek olyan egyszerű szabályok, amelyek segítségével rekonstruálhatnánk a receptjét. **A földön minden élőlény a receptembriológia, és nem a tervrajz-embriológia alapján fejlődik. A fejlődés szabályai csak előremutató irányban működnek, mint egy recept vagy egy komputerprogram szabályai. Bárhogyan is vizsgálunk egy állatot, nem tudunk visszakövetkeztetni a génjeire. A szerzett tulajdonságok az állat jellemzői. Ahhoz, hogy örökölni lehessen ezeket, az állatot előbb le kellene tapogatni, és tulajdonságait vissza kellene írni a génjeibe. Lehetnek olyan bolygók, amelyeken az állatok kifejlesztették ezt a tervrajz-embriológiát.** Ha ez így van, ott örökölhettek a szerzett tulajdonságok. De ez az okoskodás azt is kimondja, hogyha lamarcki életformát

¹⁸ E. Mayr: *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance* (Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1982).

¹⁹ F. H. C. Crick: *Life itself* (London, Macdonald, 1982). Magyarul: *Az élet mikéntje* (Gondolat Könyvkiadó, Budapest, 1987).

²⁰ R. Dawkins: *The Extended Phenotype* (San Francisco, W. H. Freeman, 1982. Oxford, Oxford University Press, 1999) 174-176. o. Magyarul: *A hódító gén* (Gondolat Könyvkiadó, Budapest, 1989). Lásd még a 36-os végjegyzetet és Dawkins: *The Blind Watchmaker [A vak órászmester]* 11. fejezetét.

akarunk találni, ne töltsük az időnket olyan bolygókon, ahol az élő formák epigenézissel és nem preformációval alakulnak ki. Van egy intuitív sejtésem arról, hogy létezik egy általános, *a priori* érv is a preformációs, tervrajz-embriológia ellen, de ezt még nem dolgoztam ki részletesen.

Másodszor, a legtöbb szerzett tulajdonság nem jelent fejlődést. Nincs semmilyen általános indok, hogy miért jelentene, és a használat vagy nem használat sem sokat segít ezen. A gépeknél tapasztalható elhasználódás analógiájára azt is mondhatnánk, hogy a használat és nem használat itt kifejezetten rossz irányba visz. Ha a szerzett tulajdonságok feltétel nélkül öröklődnének, az állatok őseik minden rozogását magukon viselő, sétáló múzeumok lennének. Himlős felmenőik szerencsétlenségét hirdetve a leszármazottak is mind ragyásan születnének. Honnan „tudhatná” egy organizmus, hogyan kell a környezet kihívásaira úgy válaszolnia, hogy azzal önmagát fejlessze? Ha van a szerzett tulajdonságoknak egy olyan kis része, amely valóban fejlődést jelent, az organizmusnak képesnek kellene lennie arra, hogy kiválassza ezeket, és átadja a következő generációnak, elkerülve azokat a sokkal nagyobb számban meglévő szerzett tulajdonságokat, amelyek károsak. A kiválasztás itt valójában azt jelenti, hogy valamilyen formában be kell csempészni a darwini folyamatokat. A lamarckizmus nem áll meg a lábán, hacsak nem támasztják alá darwini cölöpök.

Harmadszor, még ha lenne is valamilyen eszköz, amivel ki lehetne választani, hogy mely szerzett tulajdonságokat érdemes átörökíteni a következő generációra, és melyeket nem, a használat és nem használat elve akkor sem elég erőteljes ahhoz, hogy megfelelően alakítsa az adaptáció nehezen megfogható és bonyolult folyamatait, amilyenek ezeket ma ismerjük. Az emberi szem például a részletek számtalan aprólékos módosítása révén működik ilyen jól. A természetes szelekció azért képes e finom változások véghezvitelére, mivel minden fejlődés, legyen az bármilyen csekély, legyen bármilyen mélyen beágyazódva a belső felépítésbe, közvetlen hatással lehet a túlélésre és a reprodukcióra. A használat és nem használat elve azonban nem képes az ilyen finomhangolásra, mivel azon az egyszerű és durva elven működik, hogy minél többet használja az állat egy-egy részét, az annál nagyobb és erősebb lesz. Egy ilyen szabály hozzáigazíthatja a kovács karját a foglalkozásához vagy a zsiráf nyakát a magas fákhöz. De a szemlencsék átlátszóságáért, vagy a pupillamozgás reakcióidejének csökkenéséért ez aligha lehet felelős. A használat és a méret közti korreláció pontatlan ahhoz, hogy finom alkalmazkodást tegyen lehetővé.

E három érvelésre mint az „univerzális darwinizmus” melletti érvekre fogok hivatkozni. Biztos vagyok benne, hogy olyan érvek ezek, amelyeket Crick hiányolt, bár az már más kérdés, hogy ő vagy bárki más elfogadja-e ezeket, vagy sem. Ha ezek helyesek, az nagyon megerősíti a darwinizmus legáltalánosabb formájának pozícióit. Azt gyanítom, hogy az élet univerzális természetére vonatkozó további

karosszékelméletek várják még, hogy nálam jobban felkészült tudósok felfedezzék azokat, és ezek sokkal erőteljesebbek és kikezdhettelebbek lesznek, mint most az enyém. De arról sehogyan sem tudok megfeledkezni, hogy Darwin diadala, bár indulhatott volna a világegyetem bármely karosszékéből, valójában erről a bolygóról indult, egy ötéves föld körüli utazás melléktermékeként.