

A zárszó szépen koronázza a művet, mert betekintést enged a szerző emberi értékeibe, egyéniségébe, szimpatikus gondolkodásába, hozzáértésébe, olyannyira, hogy akik a tartalomjegyzéket, a bevezetést és zárszót olvassák, utóbbitól biztosan kedvet kapnak a tartalommal való részletesebb megismerkedésre is.

A recenzió írójának könnyű a dolga, ha egy ilyen kitűnő munkát vesz górcső alá, hiszen a szerző hangvászorgalommal összegyűjtött, értékelt, s sajátos tehetségével szintézisalkotó képességével olyan közgazdász-szemléleten átszűrt művet hozott létre, amely bátran ajánlható az érdeklődő, tájékozódó olvasók, a leírtak nyomán kutató, megvalósító és továbbfejlesztő szakemberek figyelmébe. Szlávik János professzor nemcsak azzal büszkél-

kedhetne méltán, hogy egyik alapítója a hazai környezet-gazdaságtannak, hanem jeles úttörője a fenntarthatóság közjót szolgáló megvalósításának is! (*Szlávik János: Fenntartható gazdálkodás. Budapest: Wolters Kluwer CompLex Kiadó, 2013*)

Csete Mária

egyetemi docens, tanszékvezető  
BME Környezetgazdaságtan Tanszék

#### HIVATKOZÁSOK

Csete László – Láng István (2005): *A fenntartható agrárgazdaság és vidékfejlesztés*. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest

Csete László – Láng István (2009): *A vidék fenntartható fejlődése. A vidék fejlődésének fenntarthatósága – hétköznapi megközelítésben*. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest

### *Elveszett genomok nyomában*

Korunk tudományában igen ritka eset, hogy egyetlen személyt egy tudományterület vitathatatlan vezéregyéniségének, ha úgy tetszik, pápájának lehet tekinteni. Nos, Svante Pääbo az archaikus DNS-elemzés szakterületének ilyen uralkodó tekintélye, ezért várták világszerte nagy érdeklődéssel új, a szélesebb nagyközönségnek szánt könyvének megjelenését. Ez a mű izgalmas olvasmány, mind a szakember, mind az érdeklődő laikus számára.

Svante Pääbo 1955-ben született Stockholmban, a szovjet uralom elől menekült észtranya (Karin Pääbo) és az orvosi Nobel-díjas Sune Bergström törvénytelen gyermekeként. Uppsalában végezte el az orvosi egyetemet, és szerzett PhD-t 1986-ban. 1997 óta a lipcsei Max Planck Evolúciós Antropológiai intézet igazgatója.

A könyv nem önéletrajz, bár számos érdekes önéletrajzi momentumra is kitér. Így megvesztegető őszinteséggel vall olyan ma-

gánéleti motívumokról is, amelyeket sokan inkább eltitkolnának, például törvénytelen származásáról (Nobel-díjas édesapját gyakorlatilag egyáltalán nem ismerte), homoerotikus hajlamairól, vagy arról, hogy későbbi feleségét legkedvesebb munkatársától csábította el, de természetesen nem ezek adják a könyv érdekességét.

Teljes tudományos pályaképnek sem tekinthető, noha foglalkozik korábbi munkásságával is. Inkább beszélhetünk egy nagy és sikeres tudományos project (ha úgy tetszik, felfedezés) történetéről. Ennyiben műfajilag hasonlít James Watson híres „kettős spiráljára”, minthogy – ahhoz hasonlóan – ez a könyv is elsősorban arról szól, hogyan „csinálják” ma a tudományt, pontosabban, annak egy egészen speciális területét.

A felfedezés, mint a cím is mondja, a neandervölgyi ősember teljes DNS-szekvenciájának megfejtése.

Pääbo serdülőkorától kezdve érdeklődött az egyiptológia iránt, sokáig habozott, hogy

egyiptológus legyen-e vagy orvos, végül – praktikus okból – az utóbbit választotta, és pályája kezdetén az uppsalai egyetemen kiváló munkát végzett a molekuláris immunológia területén Per A. Peterson intézetében. Az ősi DNS-ről ekkoriban megjelent első közlemények keltették fel érdeklődését e terület iránt, és főnöke tudta nélkül, titokban, szabad idejében kezdett ilyen típusú kísérletek elvégzéséhez, visszatérve az ifjúkora óta csodált egyiptomi múmiákhoz. Első – e tárgyban írott – mintegy illegális közleményét félve mutatta meg főnökének, Petersonnak, aki azonban megértőnek bizonyult, és további ilyen irányú munkára biztatta. 1984–85-ben jelentek meg a múmia DNS-ről írott dolgozatai, és ezeknek köszönhette meghívását a müncheni egyetem zoológia tanszékére, ahol már teljes energiáját az ősi DNS kutatásának szentelhette. Elemezte a szibériai mamut, az ausztráliai erszényes farkas és más kihalt állatok DNS-ét, de a legtöbbit a módszertan fejlesztésével és kritikájával foglalkozott. Az ezen a területen szerzett tekintélyének köszönhette, hogy a német újraegyesítés után megújuló Max Planck-intézethálózat Lipcsében létrehozott emberszármazástani intézetének igazgatójává nevezték ki. Itt fogott hozzá a könyv fő témáját adó nagy vállalkozáshoz, a neandervölgyi ősember teljes DNS-szekvenciájának meghatározásához.

A könyv elsősorban azért izgalmas olvasmány, mert plasztikus képet ad – elsősorban a nem szakember olvasó számára – arról, hogyan „csinálják” a tudományt. Hogyan lehet pénzt (igen sok pénzt), támogatást szerezni egy szinte lehetetlenül nehéz vállalkozásra? Hogyan kell megszervezni és elindítani egy új kutatóintézetet? Hogyan kell együttartani, motiválni és vezetni egy igen nagy, heterogén csapatot? Hogyan osztható meg a

felfedezés dicsősége a projektben részt vevő kutatók között, akik egy-egy részfeladat megoldásában döntő, sőt esetleg egyedi szerepet játszottak? Mit jelent a nemzetközi kooperáció, és hogyan kezelhető az ebből fakadó konkurencia? Szabad-e az alapkutatónak felfedezései hasznosításával, szabadalmaztatással törődnie?

Mindezek többé-kevésbé a tudományos kutatás általános problémái, Pääbonak azonban a tudományterület sajátjaiból adódóan más, speciális gondokkal is meg kellett küzdenie, és ezek teszik a szakember számára is fontossá a könyvet. Elsősorban azzal, hogy „hozott anyagból” kellett dolgoznia, azaz mások által feltárt, birtokolt és féltékenyen őrzött paleontológiai leletekből. Így igen érdekes azoknak a küzdelmeknek a leírása, amelyeket az akkor keletnémet Bode Múzeum kurátorával folytatott múmiákból szerezhető mintákért, vagy a horvát tudományos akadémiával az ottani neandervölgyi leletek vizsgálhatóságáért. Az is különlegesnek tekinthető, hogy a neandervölgyi emberről szóló új eredmények milyen széles körű médiavisszhangot keltettek, azzal a mellékhatással, hogy Pääbo a fundamentalista kreacionisták célkeresztjébe került. Olyannyira, hogy egy amerikai előadása során a kapott fenyegető telefonok miatt védőőrizetet kellett biztosítani számára. Továbbá: Pääbo munkásságának igen jelentős részét tették ki azok a vizsgálatok, amelyek célja elsősorban az volt, hogy tisztázza, milyen körülmények között, milyen metodikák felhasználásával biztosítható az ősi DNS-elemzések megbízhatósága, hitelessége. Ez azt jelenti, hogy publikációinak jelentős része mások eredményeinek kétségbe vonása, cáfolata volt. Az ezredforduló táján ugyanis a legnagyobb tekintélyű tudományos folyóiratokban is megjelentek közlemények sokmillió éves le-

letekből származó DNS-szekvenciákról, és elsősorban Pääbo volt az, aki kimutatta ezeknek az állítólagos eredményeknek az abszurditását, vagyis azt, hogy ilyen korú DNS-ekből lehetetlen korrekt információt nyerni. Ma már ismerjük – elsősorban Pääbonak köszönhetően – ennek három legfontosabb okát. Először is: az ősi DNS még optimális körülmények között is (ilyen például a szibériai permafrostból izolált mamutlelet) károsodik, bomlik, így csak rövid darabok vizsgálhatók. Másodsor: a károsodás nemcsak a láncok töredezésével jár, hanem egyes bázisok szelektív, specifikus bomlásával, ez pedig szisztematikusan torzítja a kinyert szekvencia-adatokat. A legnagyobb probléma azonban az átszennyezés, baktériumokkal, gombákkal, illetve a leleteket kezelő, feldolgozó emberek DNS-ével. Amikor Pääboék a polimeráz-láncreakció technikájával felszaporították a csontleletekből származó DNS-t, minden esetben kiderült, hogy a vizsgált mintának alig néhány százaléka származik valóban a kérdéses fossziliából. Az általa cáfolt korábbi eredmények gyakorlatilag mindig átszennyezésnek voltak tulajdoníthatók. Ennek további elkerülésére az ő intézetében a DNS-vizsgálatok csak a legszigorúbb sterilítási óvórendszabályok betartása mellett folyhattak.

Pääbo saját munkásságát is elsősorban az önkritika fontossága, hangsúlyozása jellemezte, minden érdekes új eredményét alapvető kétkedéssel regisztrálta, és rendkívüli energiát és időt fordított a lehetséges alternatív interpretációk megvizsgálására és kiküszöbölésére.

Az első lényeges eredményt 2004-ben érték el a mitochondriális DNS szekvencia megfejlesztésével (a mitochondriális DNS példányszáma a magi DNS sok százszorosa, és mérete nagyságrendekkel kisebb, ezért archaikus mintákban többnyire csak ez hozzáférhető).

Ebből már le lehetett vonni a következtetést, hogy a neandervölgyi ember „sem rokona, sem boldog őse” a mai embernek. Pontosabban: nyilván csak távoli rokona, minthogy DNS-szekvenciája jóval nagyobb mértékben különbözik a mai emberétől, mint bármely ma élő egyedé egymásától. Még azt az állítást is megkockáztatták, hogy semmiféle keveredés nem történhetett a neandervölgyiek és a *Homo sapiens* között, noha év tízezredekig egymás mellett éltek Európában.

A jóval nehezebb feladat elvégzését, a magi DNS szekvenciájának meghatározását két jelentős fejlemény tette lehetővé. Az egyik: hozzáférés a jobb minőségű horvátországi leletekhez, a másik: a DNS-szekvenálás új módszereinek megszületése. Pääboék az új technika fejlesztésében úttörő szerepet játszó 454 Life Sciences céggel ötmillió dolláros szerződést kötöttek a feladat elvégzéséhez megkívánt mintegy egymilliárdnyi DNS-lánc-töredék szekvenálására, és 2010-ben publikálták a szenzációs eredményt, a teljes magi DNS-szekvenciát. A *Science*-ben megjelent közleményhez 174 oldalnyi kiegészítő információt mellékeltek. Eredményeikből az is következett, hogy korábbi megállapításukat, miszerint őseink nem keveredtek a neandervölgyiekkel, revideálniuk kellett. Bizony történetek félrelépések mindkét részről, tehát (az afrikaiakat kivéve) valamennyi mai ember hordoz a neandervölgyiektől származó genetikai elemeket.

Feltehetően ekkor kezdett Pääbo foglalkozni a könyvírás gondolatával, még nem tudván, hogy ezután következik a „hab a tortán”. Orosz paleontológus barátjától kapott felkérést, hogy vizsgálja meg a szibériai Gyeniszova-barlangban talált neandervölgyinek vélt csontszilánkot (egy kisujj egyetlen percének két rizsszemnyi töredékét, majd

később egy zápfogat). Legnagyobb meglepetésükre kiderült, hogy ismét új emberfajta találtak, amelyik éppúgy eltér a neandervölgyitől, mint a *Homo sapienstől*. Ez a felfedezés újjólag átalakította az emberfajta származásáról, rokonsági viszonyairól, vándorlásaik történetéről kialakított képet, és ez ismét elsősorban Pääbonak és munkatársainak köszönhető.

A könyvrecenziók szokásos befejező mondata: kinek ajánlja a recenzens a könyvet. Válasz: mindenkinek, akit az Ember érdekel. (*Svante Pääbo: Neanderthal Man. In Search of lost genomes. New York: Basic Books, 2014.*)

Venetianer Pál  
az MTA rendes tagja



---

Helyreigazítás Woynarovich Ferenc: HÍRESTUDÓSOK VÉLEMÉNYE A TUDOMÁNYRÓL – VAGY MÉGSEM? A SHAPIN-MONDATOK ELEMZÉSE c. cikkével (*Magyar Tudomány*, 2014/12, pp. 1451-1457.) kapcsolatban.

A 10. Shapin-mondathoz fűzött kommentár utolsó mondata (1455. old. bal hasáb alsó harmada) értelemzavaró hibával jelent meg. A mondat helyesen: „Erre vonatkozóan James Clerk Maxwell mechanikus hipotézisére szoktak hivatkozni, de ez éppen ellenpélda, hisz az elképzelést már maga Maxwell elvetette, és a fizikába nem épültek bele ilyen igazolhatatlan mechanikus modellek: ma senki nem képzel forgó kerekeket meg vaktengelyeket a Maxwell-egyenletek mögé; a legtöbb villamosmérnök hallgató pedig nem is tudja, hogy Maxwell eredetileg ilyesmivel próbálkozott.” A Szerző és Olvasóink szíves elnézését kéri – a Szerkesztőség

---