



KÉT ÉVSZÁZAD GENETIKA

Az öröklődés alapelvei és filozófiai fogalmai

1. RÉSZ Harminc évvel ezelőtt, a Természet Világa 121. évfolyamának elején megjelent egy tanulmány – *A magyar genetika születése: Festetics Imre elgondolásai a beltenyésztésről és a „természet genetikai törvényeiről” – 1819-ben (Brünn-Brno)* címmel. Szerzői Szabó T. Attila és Pozsik Lajos, a szombathelyi tanárképző főiskola akkor induló Biológia Tanszékének tanárai. Egyikük nem sokkal korábban érkezett oda Kolozsvárról, másikuk a Debreceni Egyetem friss végzettjeként írta a cikket Festetics Imre (1764–1847) 225. születésnapja alkalmából, *A magyar genetika első tudományos emléke* című tanulmányukkal együtt, mely a Scientific American – azóta megszűnt – magyar kiadásában, a *Tudományban* jelent meg. A két cikk új megvilágításba helyezte a sokakat foglalkoztató kérdést: mivel magyarázható az, hogy a genetikát nem egy természettudós, hanem egy „magányos szerzetes” alapozta meg? Így megfelelő tudománytörténeti és kronológiai helyére került a genetika történetében a kolostorban borsók keresztezésével foglalkozó Gregor Mendel (1822–1884), hiszen ő még meg sem született, amikor Festetics 1819-ben, Brünnben már közölte elgondolásait a biológiai öröklődés tudományáról.

A genomika szót harminchat éve Thomas H. Roderick (1930–2013) használta először, amelyben a szanszkrit „Om” intonációt kombinálta az 1920-ban Hans Winkler (1877–1945) által haploid kromoszómák megnevezésére használt genom fogalmával. Ezzel kezdetét vette a biológia azon interdiszciplináris tudománya, mely a szervezet teljes örökítő információjának (genom) funkcióját, felépítését, fejlődését és a tulajdonságok átadásáért felelős alapegységek (gének) kölcsönhatását vizsgálja. Mindez lehetetlen lett volna a XX. század elején kibontakozó genetika tudománya nélkül, amelyet Rédei P. György a *Genetika, genomika, proteomika és informatika enciklopédiája* című kötetében úgy határoz meg, mint „az öröklődés, a variáció, valamint a genetikai anyag fizikai természetének és működésének vizsgálata”. Tehát joggal vetődik fel a kérdés, hogy honnan ered a genetika szó, illetve kinek a nevéhez köthető ennek a fogalomnak az első biológiai értelemben vett alkalmazása?

A genetikai vizsgálódás előfeltétele az öröklődés, vagyis a tulajdonságok átadásának és diszpozíciójának ismerete az organikus reprodukcióban, vagy más szóval annak a jelenségnek a megértése, amely megmagyarázza, hogy a biológiai tulajdonságok hogyan adódnak át egyik nemzedékről a másikra. Ehhez először azt kell felismerni, hogy a jelenség – az öröklődés – egyáltalán létezik, másodsor pedig azt, hogy maga a jelenség megfelelő szabályokat követ, amely matematikailag értelmezhető és tudományos módszerekkel vizsgálható. Az eltérések (allélek vagy mutációk) pedig nem tetszőlegesen jelennek meg a nemzedékekben, hanem pontos – sokszor nagyon bonyolult – szabályok szerint. Így válik felismerhetővé a tulajdonságok átadásáért felelős alapegység – ami leggyakrabban egy fehérjét kódoló gén – és kémiai vizsgálatokkal meghatározhatóvá a minden földi életforma tulajdonságának öröklődéséért felelős információs egységet hordozó molekula, a cukorvázra épített foszfátcsoportokból és nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületekből álló DNS vagy RNS.

Az a perspektíva, mely az öröklődés biológiai fogalmának megalkotásához vezetett, sem szokványos eszmétörténeti, sem pedig pusztán (társadalom)történeti folyamatokkal nem magyarázható. Az alábbiakban szeretnék rávilágítani az öröklődésről alkotott gondolatokra, koncepciókra, melyek összekapcsolódásából létrejött az öröklődés, mint biológiai fogalom. Ebben Festetics Imre (1764–1847) megfigyeléseinek fontos szerep jut és gondolatai illeszkednek az öröklődésről alkotott XIX. századi elképzelések közé, de azon jóval túlmutatnak, bár ennek 1822 utáni vizsgálatában jelenlegi tudásunk szerint Festetics Imre már nem vett részt.



1. ábra. Az alkímisták az emberi élet teremtő szubsztanciája után is kutattak. Úgy vélték, hogy a homunculus – a kisméretű, emberszerű lény a lombikban – vegyi úton előállítható. Ezt az elképzelést később összekapcsolták az öröklődéssel és úgy vélték, hogy az ivarsejtekben egy preformált homunculus található. (Forrás: XIX. századi metszet Goethe *Faustjából* (2. rész); Az alkímista és a homunculus)

Az öröklődést körülölelő tudás nem egy, hanem több tudományterületen oszlott meg. Ez azt mutatja, hogy az öröklődés jelenségei nem maradtak teljesen észrevétlenek sem az ókor, sem pedig a későbbi századok kutató elméi előtt. Éppen ellenkezőleg, ezek a gondolatok elszórtan ugyan, de megjelentek különböző diszciplínákban, viszont nem kapcsolódtak össze egyetlen halmazzá (tudománnyá). Ez a fragmentáltság lassította az általános tulajdonságok átadásával kapcsolatos biológiai fogalom kialakulását, amelyet az örökléstan huszárvágással egyesített. Ezt megelőzően az emberek különbséget tettek specifikus és egyéni, apai és anyai, leszármazási és szülői, normális és kóros (örökletes) hasonlóságok között, sőt még a test jobb és bal felét érintő változások között is. E megfigyelések tartalmazták az öröklődés általános fogalmát, amelyek a tulajdonságok biológiai diszpozíciója körül forogtak, függetlenül attól, hogy milyen életformára, kóros vagy egészséges, anyai, apai vagy egyéni állapotokra vonatkoztak.

Ebben a tudáshalmazban következett be jelentős eltolódás 1819-ben, amely strukturált jelentéskészletet hozott létre és egyesítette a kialakulóban lévő fogalmakat, amely a biológiai öröklődés modern koncepciójának tekinthető és egyben a genetika (genetika sensu stricto) tudományának prekurzora is, ez az örökléstan (genetika sensu lato), ami nem teljesen azonos a genetikával, de a kettő szorosan összekapcsolható, mivel a genetika az örökléstanból alakult ki. Írásomban a kettő közötti különbségre is szeretnék kitérni és röviden bemutatni az ehhez vezető folyamat főbb állomásait. Az időrendi felsorolásban elsősorban a keszthelyi Festetics-kastély könyvtárában megtalálható könyvekre támaszkodok, amely az öröklődés kérdésköréhez kapcsolódó gondosan szelektált és széleskörű ismeretanyagot tartalmaz az ókortól egészen a XIX. századig.

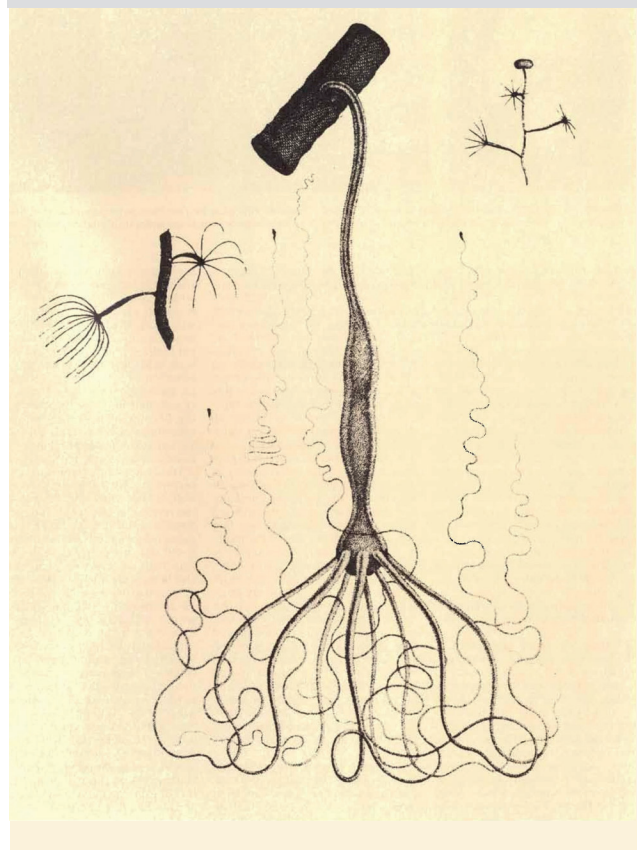
Az antikvitás és az öröklődés

A XXI. században számunkra az öröklődés egyértelmű biológiai fogalom és a középiskolai vagy az egyetemi tananyag szerves részét képezi. Viszont az ókorban erősen vitatott kérdésként merült fel még az öröklődés jelensége is, habár ennek ténye az idők kezdete óta foglalkoztatta az emberiséget. Ehhez először össze kellett kapcsolni a reprodukció és a nemzés folyamatát, amely magához az öröklődéshez vezet. Ez határozta meg a mag és az anyag kapcsolatáról kialakuló vélekedéseket, amely az élettelen dolgokat is élő generatív képességekkel ruházta fel. Az ókori görög gondolkodók, mint Arisztotelész (Kr. e. 394–322) vagy Kósi Hippokratész (Kr. e. 460–377) ugyan felismerték a biológiai nemek szerepét a reprodukció folyamatában, de nem írtak le mélyebb összefüggéseket az öröklődéssel kapcsolatban. Egyszerűen azért, mert nem találtak konzisztens összefüggést a szülők és utódok tulajdonságainak átadása között. Noha Arisztotelész tudott az életformákat körülvevő környezet komplexitásáról, írásaiból nyilvánvalóan úgy gondolta, a természet és az anyag nem képes a változásra [1]. Pontosabban, az általa leírt kozmológiai keretek között az égitestek mozgása határozza meg a szublnáris állapotok természetét. Ezeket pedig Arisztotelész állandó és örök formáknak tartotta.

Az antikvitás számára a generáció fogalma tisztázatlan volt és vitatták a különböző nemek hozzájárulásának mértékét a tulajdonságok átadásának és diszpozíciójának folyamatában. Arisztotelész például a születendő gyermek nemét az időjárás alakulásától, az apát és anyát ért hőhatásoktól és más bonyolult környezeti tényezőktől tette függővé. Később Galénosz (Kr. u. 129–216) *De semine* című munkájában ugyan egyesítette a pángenezis elméletét az úgynevezett szexuális bipotenciállal, amely szerint „magfolyadékával” mindkét szülő hozzájárul az

utódok tulajdonságainak kialakításához. Az ókori gondolkodók tehát foglalkoztak az öröklődéssel, felismerték annak létezését, de szabályszerűséget a tulajdonságok átadásában nem tudtak felfedezni. Az értelmetlen jelenségeket pedig összefüggő, biológiai értelemben távoleső magyarázatokkal próbálták pótolni. Erre a legjobb példa, hogy Arisztotelész, Hippokratész és Galénosz is hitt a spontán generáció vagy abiogenezis folyamatában, amely szerint élettelen tárgyak képesek élő szervezetek kialakítására. Ezt azzal indokolták, hogy az állott húsban bizonyos idő elteltével nyüvek jelennek meg, vagy a korhadó fán gombák keletkeznek és a sáros pocsoljából békák bukkannak elő. Ezek a megfigyelések alapvetően helytállóak; a hiba a két esemény együttes megfigyeléséből levont következtetés, amelyből hiányzik az okozati összefüggés. Hiszen az állott húsba a legyek valóban petét raknak, amiből nyú típusú lárvák, majd legyek fejlődnek, de ez nem jelenti azt, hogy a hús képes lenne legyek létrehozására a semmiből. E kauzalitás hiánya pedig az öröklődés mechanizmusának téves hipotéziséhez vezet. Mégis, ezek az elméletek domináltak az öröklődésről alkotott elképzeléseinket majdnem kétezer éven át.

2. ábra. Pierre Lyonnet (1706–1789) természettudós rajzai Abraham Trembley hidráiról 1744-ben megjelent *Mémoires* című könyvéből. Az állatokat Carl von Linné (1707–1778) nevezte el 1746-ban. Trembley eredetileg a jobb oldalon látható zöld fajt, a *Hyrda viridissima*-t tanulmányozta. Későbbi munkája során két másik barnás színű fajt, a középen látható *Hydra oligactis*-t és a baloldali *Hydra vulgaris*-t is tanulmányozta.



Theoria generationis

A XVI. és XVII. században a preformáció vagy preegzisztencia elmélete azt feltételezte, hogy az öröklődés és az élet kibontakozása (evolutio) egy Isten által (ab Origine Mundi) elrendelt folyamat szerint zajlik. Eszerint a semmiből anyag csak isteni teremtés által (creatio ex nihilo) jöhet létre és az anyag természetéből fakadóan magában hordozza a teremtés essenciáját, amely folyamat megkérdőjelezhetetlen, vitathatatlan, ezért nem is vizsgálható. Ezzel szemben az epigenezis más alternatívát kínált az anyag szerveződésével kapcsolatban, amelyet természetes folyamatok irányítanak az akkoriban felfedezett gravitációhoz, elektromossághoz és más fontos kémiai kölcsönhatásokhoz hasonlóan. Így alakult ki a generáció kérdése (theoria generationis), amely megpróbálta összekapcsolni a természeti erőket az élő anyaggal azt feltételezve, hogy az öröklődés (fejlődés) folyamata empirikus és objektív vizsgálatokkal tanulmányozható (1. ábra). Az öröklődés epigenezis általi magyarázata viszont továbbra is lehetetlennek tűnt a természettudósok számára. Sőt, a mikroszkopikus világ feltárulásával további érthetetlen jelenségeket fedeztek fel, melyek ahelyett, hogy megerősítették volna az öröklődés szabályszerűségeit, inkább cáfolták azokat vagy további parázsvitát és fokozódó bizonytalanságot váltottak ki.

Zavarónak bizonyult a generáció és regeneráció közötti kapcsolat, vagyis egyes állatok azon képessége, mely során elvesztett végtagjaikat képesek újra felépíteni. A francia Melchisédech Thévenot (1620–1692) és Claude Perrault (1613–1688) fejében a gyík farkának vagy szalamandrák végtagjainak regenerációja láttán felmerült a kérdés: hogyan alakulhat ki újra a differenciáltan anyagból egy olyan összetett szerv, mint egy láb központi irányító erő nélkül? Ha a szalamandrák képesek erre, mi emberek miért nem? Mi a különbség a szalamandrák és az emberek regeneratív képessége között? A szintén francia René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683–1757) erre azt a választ

3. ábra. A homunculusok felkutatása a magfolyadékbán. Az ábrán balról jobbra: ismeretlen alak, Louis-Jean-Marie Daubenton (1716–1800), John Turberville Needham (1713–1781) és Buffon látható. (Forrás: *Histoire naturelle*, vol. 2., 1749)



adta, hogy az eredeti szervezet láthatatlan részecskéi, a testben szétszórva korlátozott mennyiségben megtalálhatóak. Tehát az amputált végtag nem regenerálódhat végtelenül újra meg újra [2]. De a genfi Abraham Trembley (1710–1784) által 1741-ben felfedezett egyszerű testfelépítéssel rendelkező csalánozó, az édesvízi hidra (2. ábra) további kérdéseket vetett fel Réaumur elméletével kapcsolatban. Trembley először úgy gondolta, hogy egy növényt fedezett fel, míg a szintén genfi Charles Bonnet (1720–1793) szerint egy rovar, ezért félbevágta a hidrát és azt várta, hogy az majd ugyanúgy fog reagálni, mint a növények: gyökeret ereszt és tovább folytatja életciklusát. Arra viszont, hogy a hidra mindkét félbevágott darabból teljes mértékben regenerálja magát, egyáltalán nem számított. Ez sok fejtörést okozott Réaumur és kortársa, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698–1759) számára is, aki anonim módon 1745-ben megjelent *Vénus physique* című könyvében azon töprengett, hogy ha a hidra két fejjel rendelkezik, akkor vajon azzal a lelke is megsokszorozódik-e a regeneráció során? Esetleg a hidrának nincs lelke, és a regeneráció során új lelkek születnek a semmiből? [3]

A hidra megmozgatta Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707–1788) fantáziáját is, aki bizonyos értelemben egyetértett Réaumurral, de úgy gondolta, a részecskéket egy belső rend, a moule interieur formálja élőlényekké [4]. Ezt a misztikus rendet fordította később Erasmus Darwin (1731–1802) az angol penetrating power (átható erő) szóra, amit német természettudósok Buffon kihagyásával az angol power szóból Kraft-ként kezdtek emlegetni. A német embriológus, Caspar Friedrich Wolff (1733–1794) ezt felhasználva alkotta meg az esszenciális erő (vis essentialis vagy essentielle Kraft) fogalmát, ami átjárja a vegetatív testet és hatással bír az élet szerveződésének egészére a fejlődéstörténet (Entwicklungsgeschichte) folyamata által [5]. Szintén feltételezte, hogy az átörökített entitás változatos formában jelenik meg, amelyre elsősorban a környezet és a táplálás bír nagy hatással. Elméletének bizonyításához az 1750-es években több ezer különböző földrészről és országból származó ember koponyáját mérte le és hasonlította össze. Méréseire alapozva rasszokra osztotta az embereket azt gyanítva, hogy a táplálék, a környezet és hőmérséklet az, ami meghatározza a különböző rasszok közötti fizikai eltéréseket és átmeneteket. Elmélete szerint a természetes Ádami kiindulópontnak tartott kaukázusi rassz nem megfelelő táplálék hatására degenerálódhat. Erre példaként az etiópiaiak sötét bőrszínét hozta fel, amely szerinte a környezet hatására jött létre és természetes környezetükből eltávolítva kevésbé napsütötte országokban a generációk váltakozásával utódaikban újra kialakulhat a hipotetikus kaukázusi alaprassz. Nem is tévedhetett volna nagyobb!

Míg Wolff nem nevezte meg a vis essentialis-t reprodukciós erőként, addig utódja, a göttingeni Johann Friedrich Blumenbach (1752–1840) a formáló erőt (nisus formativus vagy Bildungsrieb) tette felelőssé a biológiai nemzés, táplálás és szaporodás alakításáért, de azt is hangoztatta, hogy ez az erő megjelenik az egyed szerveződési szintjén is, ahol ön- és kultúrafejlesztő szerepet is ellát [6]. Blumenbach egyik kortársa, Samuel Hahnemann (1755–1843) például azt tanulmányozta, hogy a Kraft generatív, reprodukív és kreatív erőit hogyan befolyásolják a környezeti tényezők, és negatív hatásokra hogyan alakulnak ki a betegségek. E változások kialakításáért Hahnemann a generáló erő (Erzeugungskraft) és az életerő (Lebenskraft) folyamatait tette felelőssé [7]. A XVIII. század tudósai számára az öröklődés nemcsak a tulajdonságok szülőkről utódokra történő átadását foglalta magába, hanem egyaránt jelentett szocio-kulturális kapcsolatot is. Blumenbach serényen munkálkodott elmélete továbbfejlesztésén, amit először a *De nisu formativo et generationis negotio nuperae observations* (1787) című munkájában, majd a második kiadásban, a *Handbuch der Naturgeschichte* 3. (1788) című könyvében tett közzé. Utóbbiban azt írja, hogy a Bildungsrieb „az egyetlen fellelhető erő, amely tagadhatatlanul átjárja a természet egészét és jelenléte tapasztalati megfigyelésekkel igazolható”. Blumenbach erői viszont továbbra is szorosan kapcsolódtak az epigenezishez, amelyet az ovista–spermista vitában próbált érvényesíteni. Blumenbach kezdetben azt az álláspontot képviselte, hogy a fejlődő embrió esszenciális elemei már eleve elrendelten megtalálhatók például a tojásban. Később Wolffhoz hasonlóan úgy gondolta, hogy a Bildungsrieb tényleges magyarázatot ad a változásokra és élesen különbözik a többi hasonló Krafttól. Ezt pedig elmélete átfogó architektúráis jellegére alapozta, amely részletesen irányította, szervezte és alakította az élettani folyamatok működését, a különböző szervekben kialakítva a fejlődés végtermékét, a fajokat.

A genetikai erő

Blumenbach elmélete kiválóan illeszkedett a tudomány és orvoslás dinamikusan fejlődő gondolatai közé és megtestesítette a fizioológiai alapú funkcionális identitást, amit a filozófusok és a társadalmi folyamatokkal foglalkozó elméleti szakemberek aspirációnak neveztek. A Bildungsrieb tehát gyorsan utat talált a német természetfilozófusok (Naturphilosophie) körében és a filozófiai gondolkodás központi témájává vált. A Naturphilosophie a természet egységét és összekapcsolódásának lehetőségeit vizsgálta (3. ábra). Ebben a felfogásban a természet objektív összessége és az intelligencia, mint minden öntudatossgot megalkotó tevékenység rendszere egyformán



4. ábra. Az arisztokrácia „örökletes betegségeinek” karikatúrája.

A XVIII. században az egyszerű emberek és földnélküli szegények úgy gondolták, hogy a köszvény, a kólika vagy bélbaj, valamint a tisztika vagy tuberkolózis a nemesi címmel együtt öröklődik. Ezt mutatja be James Gillray nyomómester 1799-ből származó „Köszvény” című karikatúrája. A képen három nemesi származású alak ül körbe egy puncsostálat; a puncs „örökletesnek” hitt betegségeik elleni gyógyító hatását magasztalva. (Forrás: A londoni British Museum gyűjteménye)

reálisan létezett. Tehát a természetfilozófia és a transzcendentális idealizmus ebben a felfogásban két egymást kiegészítő elmélet. A felvilágosodás eszméjét és a Sapere aude elvét hirdető königsbergi német filozófus, Immanuel Kant (1724–1804) is a Blumenbach-féle Bildungsriebről támaszkodott filozófiai elméletei kidolgozása során. Kant 1790-ben levelet is írt Blumenbachnak amelyben méltatta a formáló erő koncepcióját annak ellenére, hogy Kant inkább heurisztikus alapon magyarázta a fejlődést, míg Blumenbach kizárólag természeti eredetű erőben gondolkodott.

A környezet és a fizikai determinizmus mellett, a környezet élőlényekre gyakorolt hatása és annak továbbadása a generáció folyamatán keresztül blumenbach-i hatásra megjelentek Johann Gottfried von Herder (1744–1803) filozófiájában is. Herder elképzelései ellentétben álltak a külső tényezőktől mentes ideológiákkal, mint például az epigenezis teológiai preadaptációja, amely azt az irányelvet követte, hogy az élőlények és a környezetük eleve elrendeltség alapján egyezőnek teremtettek. Ez volt a Herder-féle genetikai erő (genetische Kraft), amely szintén az öröklődéshez kapcsolódó elmélet, de nem teljesen ellentétes a környezeti determinizmussal és csak csekély mértékben módosítja azt. Herder azt feltételezte, hogy az embriókat szintén a Kraft egy típusa formálja meg, majd táplálja is azt egyben egészen addig, míg a

kor felül nem emelkedik a folyamaton és az élőlény el nem pusztul. Mivel Herder elméletét minden élőlényre egyaránt érvényesnek tartotta, ezért alkalmazta a „genetikai” kifejezést, amely a görög *γενετικός* keletkezés, formálódás szóból származik, és ebben az esetben a kapcsoltságot jeleníti meg. A genetikai erő az élőlények permanens átöröklített tulajdonságainak összességét jelenti, mielőtt azt külső környezeti tényezők módosítanák. Mielőtt a tulajdonságok megváltoznának, magának a genetikai erőnek is változnia kell, így Herder a Kraftot teszi az embriológiai, fiziológiai és genetikai funkciók alapegységévé. Herder 1767-ben arról ír, hogy a generáció a klímánál fontosabb szereppel bír az emberi szépség kialakításában, majd 1781-ben továbbmegy és azt állítja, hogy a születendő gyermekek elméje több egy tiszta lapnál, mert bizonyos pszichológiai tulajdonságok átadódhatnak az utódgenerációkban.

Előremutató gondolatok az öröklődéssel kapcsolatban és elsőként jelenik meg benne a „genetikai” melléknévi fogalom. Viszont Herder elméletével a legnagyobb probléma az, hogy amolyan lamarcki módon feltételezi a szerzett tulajdonságok öröklődését. Jean-Baptiste Lamarck (1744–1829) volt az, aki azt állította, hogy a zsiráfok nyaka azért nyúlt meg, mert fokozatosan magasabbra kellett nyújtóznuk a lomblevelek elfogyasztásához. Az így kialakult, szerzett tulajdonságok pedig az utódgenerációkban tovább öröklődtek [8]. Lamarckot a származástan megalapítójának tartjuk és emiatt gyakran a „francia Darwinként” is emlegetik, habár a szerzett tulajdonságok öröklődése komoly zsákutcának tekinthető, ha a biológiai öröklődés folyamatának elméleti alapjait szeretnénk lefektetni. Ehhez az irányhoz szolgál tökéletes alapként a Herder-féle genetikai erő.

Theoria cum praxi

Az öröklődéssel kapcsolatos hiedelmek, gondolatok, fogalmak, gyakorlatok és módszerek évszázados jelenléte a korai modernitástól kezdve olyan területekhez kapcsolódtak, mint az orvostudomány, a kertészet, állattenyésztés és jogi praktikumok. Függetlenül attól, hogy a nemesekre vagy az átlagemberekre vonatkoztak, ezekben közös, hogy Európa etnocentrikus történelmi és identitást erősítő narratíváját segítették elő, melyben egy széleskörű és erősen heterogén eloszlással rendelkező tudományos rendszernek, mint az örökléstan, nagyon nehéz volt egy halmazzá összeállnia. Mire gondolok itt pontosan? Az édesvízi hidra és a szalamandra regeneratív képességei mellett az állattenyésztés és az orvoslás volt az a terület, ami további megmagyarázhatatlan példákkal szolgált az öröklődéssel kapcsolatban.

Az orvoslás területén a XIX. század elejére Európa a leszarmazás, genealógia megszállottjává vált. Az 1820-as évekre az európai és nem európai egyének (rasszok) házasságából származó fiúkat és lányokat a tudósok általában hibrideknek nevezték, és olyan lényként tekintettek rájuk, amelyek fenyegetik a fehér és nem fehér emberiség közötti határvonalat [9]. Az illegitimitással kapcsolatos jól megalapozott keresztény erkölcsi diskurzusból kiindulva többnyire a szegény előjelének tekintették őket, melyek ambivalens módon megkérdőjelezték a különböző kultúrák iránti hűséget és fenyegetést jelentettek az uralkodó rend számára. Erre alapozva a XIX. századi francia orvosok például különleges tanácsokat adtak a nemesi családok számára, hogy elkerüljék a generációkon átívelő betegségek terjedését. Ez volt a francia hérérdité, amely a latin *haereditari morbi* (örökletes be-



5. ábra. Állattenyésztő gazdák tanácskoznak Robert Bakewell, Dishley (New Leicester) birkájának jellegzetes hordó formájával kapcsolatban. (Forrás: Ismeretlen szerző metszete, 1822)

tegség) szóból származott (4. ábra) [10]. Ennek célja az úgynevezett vérfertőzés, német szóval *Blutsverwandtschaft* elkerülése volt, amely degeneráltsághoz és debilitáshoz vezethetett.

Míg az uralkodó házak és nemesek ennek elkerülésére törekedtek, addig a mezőgazdaság és az állattenyésztés területén munkálkodók más utat választottak. Maupertuis, Réaumur és Buffon is próbálkoztak kutyák, kecskék és más háziállatok keresztezésével azt vizsgálva, hogy emberi beavatkozással hogyan alakíthatók az életformák. Viszont ezzel kapcsolatban komolyabb összefüggéseket

nem fogalmaztak meg. Maupertuis ugyan értette a természetben előforduló variációt, de nem tudott párhuzamot vonni a szelekcióra alapozott tenyésztési gyakorlat és a természetes folyamatok között. Míg a természettudósok zsákutcában toporogtak, addig egy angol juhtenyésztő, Robert Bakewell (1725–1795) nagy sikert ért el Dishley birkájával (5. ábra). Saját szavaival élve a „takarmányt pénzzé” alakító fajtát hozott létre, hiszen állatai egységnyi takarmány elfogyasztásával nagyobb mennyiségű hús előállítására voltak képesek, amit a piacon értékesített. Egyesek úgy tartották, hogy Bakewellnek sikerült megszelídíteni a természet erőit és meglovagolnia az örökletes erőket. A tudományos közönség köztük a botanikus és állattenyésztéssel is foglalkozó Sir Joseph Banks (1743–1820) kétkedve fogadta Bakewell eredményeit. Bakewell ugyan egyetlen betűt se vetett papírra és meglehetősen szófukar volt módszereit illetően, de valójában sikerének titka a beltenyésztés vagy angolul a breeding in-and-in módszere volt. A tenyésztés során apa–lánya és anya–fia keresztezéseket hajtott végre több generáción át, majd a nem kívánatos formákat körültekintően szelektálta, így létrehozva a Dishley fajtát. Világhíres tenyésztébe pedig Európa szinte minden országából érkeztek tanulni vágyó tenyésztők, akiket Bakewell fogadott is. Így volt ez a moráviai Ferdinand Geisslernnel (1751–1824) is, aki Brno (németül Brünn; magyarul Berén) melletti hošticei birtokán juhtenyésztéssel foglalkozott.

Brno 1780 és 1820 között egy virágzó iparvárossá alakult, amit elsősorban a juhtenyésztés meghonosodásának és a posztógyártásnak köszönhetett, ami hatalmas vagyont beáramlását tette lehetővé a napóleoni háborúk idején, hiszen a katonáknak ruhára volt szükségük, aminek alapja a posztó volt. A gazdaság mellett a városban fejlődésnek indult a kulturális és tudományos élet is, méghozzá meglehetősen egyedi módon. A XVIII. és XIX. században a Habsburg monarchia területén az oktatási rendszer átalakítása heves vitákat váltott ki. Jellemzően az oktatás (Lehren) és kutatás (Forschung) intézménye élesen elkülönült egymástól. A kutatás elsősorban az úgynevezett privát tudóstársaságokban (Gesellschaft) zajlott. Ezek a társaságok a helyi nemesek támogatását élvezték és megpróbálták összefogni a kísérletezni vágyó érdeklődőket. Monarchia-szerte alakultak ilyen társaságok és aktív működésüket példázza, hogy Ignaz von Born (1742–1791) vagy a paleobotanika alapítójának tekintett Kaspar Maria von Sternberg (1761–1838) is ilyen tudóstársaságban végezte munkáját. E társaságok egymással szoros kapcsolatban álltak és alapító okirataikban rögzítették a kísérletezés, a tudományos megfigyelés, leírás és közlés folyamatát, amelyet a tagoknak be kellett tartaniuk. Később e társaságok intézményesülése során egyetemek vagy más oktatási intézmények alakultak ki.

Ilyen intézmény volt Brnóban a német származású Christian Carl André (1763–1831) által szervezett Mezőgazdasági Társaság (Ackerbaugesellschaft) is. Ez a társaság az olyan természettudományok mellett, mint az ásványtan, meteorológia, térképészet és asztrológia, gyakorlati feladatokat is ellátott. Az állat- és növénynevelés és diszciplínák közé tartozott és a tagok részletesen kezdték vizsgálni Ferdinand Geisslern, a „moráviai Bakewell” módszereit és éveken át egy speciálisan erre a célra létrehozott szervezet, a Juhos Társaság (Schafzüchtervereinigung) keretein belül arról vitáztak 1816 és 1819 között, hogy a juhok állománya hogyan javítható. E viták során a nemesítők egyre inkább a generáció (Zeugung) mibenlétére kezdtek koncentrálni és a gyakorlatból fakadóan két sarkalatos elméleti kérdést (theoria cum praxi) fogalmaztak meg: 1) Mi vált ki állandóságot a rasszok belső rendező szubsztanciájában? 2) A változásokat a kedvező környezeti tényezők váltják ki, stabilizálva a belső organikus szubsztanciát vagy megfelelő szelekcióval ez az organikus felépítés módosítható? E kérdésekben is fellelhető a XIX. században oly fontosnak tekintett rassz fogalma, amely a degenerációval is kapcsolatos.

POCZAI PÉTER

A cikk folytatása következő számunkban olvasható.

Nyitókép: „Kiköpött Apja” J. L. Marks (London, 1832) karikatúrája a szerzett tulajdonságok öröklődéséről. (Forrás: *Orvostudományi Nemzeti Könyvtár, Egyesült Államok*)

IRODALOM

- [1] Aristotle (1942) *Generation of Animals*. Translated by AL Peck, Cambridge, Harvard University Press
- [2] Réamur, R-A. de F. 1712. *Histoire de l'Académie royale des sciences*. Paris, France
- [3] Maupertuis PLM De (2012) *Venus Physique*. Nabu Press, Paris, France
- [4] Buffon G-LL de (1830) *Oeuvres complètes de Buffon, suivies de ses continuateurs Daubenton, Lacépède, Cuvier, Duméril, Poiret, Lesson et Geoffroy-St-Hilaire*. A Bruxelles
- [5] Wolff CF (1759) *Theoria generationis*. Halle
- [6] Blumenbach JF (1781) *Über den Bildungstrieb und das Zeugungsgeschäft*. Göttingen.
- [7] Hahnemann S (1810) *Organon der rationellen Heilkunde*. WF Wakeman, Germany
- [8] Lamarck J-BPA de M C de la (1809) *Philosophie zoologique ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux*. Musée d'Histoire Naturelle (Jardin des Plantes), France
- [9] De Renzi S (2008) *Resemblance, paternity, and imagination in early modern courts*. In: Müller-Wille, Rheinberger H-J (ed) *Heredity produced. At the crossroads of biology, politics, and culture 1500–1870*.
- [10] López-Beltrán C (1994) *Forging heredity: from metaphor to cause, a reification story*. *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 25:211–235