

FESTETICS IMRE ÉS A TERMÉSZET GENETIKAI TÖRVÉNYEI

A VÉREN KERESZTÜLI ÖRÖKLŐDÉS KORABELI URALKODÓ ELKÉPZELÉSÉNEK FÉNYÉBEN¹

Roger J. Wood

Centre for the History of Science, Technology and Medicine,
University of Manchester, Egyesült Királyság

Bevezető

1814 májusában a Morvaországi és Sziléziai Mezőgazdasági Társaság (Brünn, Brno) megalapította a Juhtenyésztők Társaságát² (André, R., 1812; Wood – Orel, 2001, 229–233.). A társaság nyitva állt a juhtenyésztők és támogatóik, a gazdák, agrárszakemberek, de a textilgyárosok és textilkereskedők előtt is, mindenki előtt, aki gyapjúból élt.

Az első találkozóra 150 tag gyűlt össze, és úgy tervezték, hogy a társaság minden év májusában találkozni fog, hogy áttekintse az előző tizenkét hónap eredményeit. A fő cél a nyílt tájékoztatás és vita volt a legjobb minőségű gyapjú előállításáért, különös tekintettel a jellegek követésére, az utódnemzedékek elbírálására, a legjobb kosok és anyajuhok párosítására és az angol Robert Bakewell által javasolt *in-and-in* (bel)tenyésztésre.

Az elhatározás egyik első fejleményeként a társaság titkára, Christian Carl André elküldte fiát, Rudolfot báró Ferdinand Geisslern birtokára, a Brünnből északkeletre fekvő Hősticébe. Geisslern, akit a Morva Bakewellnek is neveztek, híres volt kiváló merinói juhairól.³ Rudolf elsajátította Geisslern tenyésztési módszereit, és ezekről írt egy nagyon jó, gyakorlatias könyvet is (André, R. 1816). 1817-ben, a társaság 4. ülésén ezt a könyvet részletesen ismertették és értékelték. Rudolf André ajánlásai között szerepelt, hogy kevesebb figyelmet kellene fordítani a közeli vérrokonok keresztesztésére a juhtenyésztésben. Ez a javaslat élénk vitát váltott ki a gyapjú finomságát célzó nemesítésben. Ezen a ponton – a beltenyésztés gyakorlatának kérdésében – keveredett vitába Festetics Imre (1764–1847) egy ausztriai szakemberrel, báró J. M. Ehrenfelszel

¹ Az angol változat 2009-ben a Pannon Egyetem kesztelyi Georgikon karán tartott *Festetics Imre (1819) és Charles Darwin (1859) Emlékelőadások*, a jelen szerkesztett fordítás a *Magyar Tudomány* számára készült.

² Festetics Imre saját szóhasználatával élve: a *Juhos Társaságot* (lásd később; Sz. T. A.).

³ A magyar helyesírás szabályai szerint a merinó, merinói (juh, gyapjú stb.) hosszú ó-val írandó, annak ellenére, hogy az eredetileg hivatali funkciót (merino = felügyelő) vagy kasztíliai népvét (Benimerines, Marini) jelentő spanyol alapszóban nyilván nincs hosszú hangjelzés. A magyar kiberírásbeliségben ez a kettőség jól tükröződik: a *merinóli* és a *merinoli* forma egyaránt gyakori (Sz. T. A.).

(1752–1843) (a részletekről lásd Wood – Orel, 2001, 234–236). Ehrenfels azt vallotta, hogy a beltenyésztés megtöri az öröklődés folytonosságát. Festetics viszont – megfelelő feltételek mellett – hasznosnak tartotta a beltenyésztést, és azt állította, hogy ennek pontosan ellenkező hatása van: stabilizálja az öröklődést. A vitában a társaság titkára Christian Carl André azt a meggyőződését hangoztatta, hogy a közeli rokonok feltétel nélküli hosszan tartó beltenyésztésének szükségszerű következménye az „organikus gyengeség” (André, C. C., 1818; Orel – Wood, 1998; Wood – Orel, 2005).

A társaság 1818. évi találkozására André felkérte Festeticset, hogy fejtsse ki bővebben véleményét a kérdésben. Festetics Imrét sikeres juhtenyésztőként ismerték; a Festetics-birtokon akkoriban már sok tekintetben korszerű gazdálkodás folyt. Azt is tudjuk, hogy testvére, György által a Balaton partján, Keszthelyen gondozott családi könyvtár gazdag volt a kor mezőgazdasági szakirodalmában: hozzáférhetőek voltak itt Arthur Young, Sir John Sinclair, William Marshall és George Culley munkái, akik dicshimnuszokat zengtek Bakewellről (Kurucz, 1990).

A vitában Festetics Imre mindenk előtt megköszönte André szerepét és hatását, melytől őt „az igazság keresése” felé vezette (Festetics, 1819a, b; André, R., 1819). Utalt Andrénak a „szerves gyengeségre” vonatkozó gondolatára, és ezt emberi vonatkozásban is tárgyalta. Abból indult ki, hogy a különböző nemzetségektől lakott magyarországi falvakban a vérrokonok házassága gyakori. Bizonyos családokban ez káros volt, másokban viszont fizikai és szellemi előnyökkel járt. Festetics ezt a tényt párhuzamba állította Bakewell *breeding in-and-in* gyakorlatával, melyet néhány német szarvasmarha-tenyésztő már sikeresen alkalmazott. Rámutatott, hogy a

beltenyésztés a nemzedékenként továbbszaporításra kiválasztott egyedektől függően előnyös vagy hátrányos, és ezt az állítását saját merinói juhainak bakewelli keresztezésével igazolta. Ő az első merinói tenyészállományt 1803-ban szerezte be: egy kost és kilenc anyajuhot (Nestler, 1839), és 1819-ig ezekből alakított ki egy beltenyésztett, zárt állományt („saját fajtát”) olyan sikeresen, hogy végül biztosan állíthatta: a saját kosainál jobbakat nem talál a piacon.

André a cikke egy lábjegyzetben válaszolt. Úgy vélte, ha a fajta javítása a kívánt cél, akkor a keresztezés lényegi kérdés: „nem az egyöntetűség, hanem a kölcsönhatás eredményez új, jelentékenyen erősebb formákat és testfelépítést” (Festetics, 1819; André, R., 1819; Wood – Orel, 2001, 236.). Ugyanis kiderült: az egymástól független állományok keresztezése utáni első nemzedék a szülői típusok egyöntetű keveréke lesz ugyan, de a második és a következő nemzedékekben a formák gazdag változatossága várható, melyben a szülői jellegek különböző kombinációkban bukkannak majd fel, és ezek közül bármelyik új, még értékesebb fajta kiindulási alapja lehet.

A vita jól példázza a beltenyésztés és a keresztezés szerepének megítélését a különböző helyzetekben: a beltenyésztés megőrzi a *status quo*-t, a keresztezés viszont meghaladja azt. A siker kulcsa mindkét esetben a tenyészállatok kiválasztása.

A természet genetikai törvényei

Ezen a ponton kérte fel André Festeticset, hogy fogalmazza meg saját szabályait arra vonatkozóan, hogy mikor és hol kell alkalmazni a beltenyésztést. Festetics a felhívásra saját tizenöt éves „zárt fajtatenyésztői” (*closed race breeding*) tapasztalatainak összegzésével válaszolt. Tapasztalatait négy pontba foglalta, és

ebben a bekezdésben kifejtett nézeteinek *A természet genetikai törvényei (Die genetischen Gesetze der Natur)* nevet adta. Ezek a következők:

a.) „Az egészséges és erőteljes alkati állatok továbbadják és örökítik jellegzetes tulajdonságaikat.” (Azaz Festetics az öröklődést, a tisztavérű tenyésztés alapfeltételeként az erőteljes egészséggel kapcsolta össze.)

b.) „A nagyszülők azon tulajdonságai, melyek különböznek utódaik tulajdonságaitól, ismét megjelennek a következő nemzedékekben.” (Azaz felismerte, hogy az örökletes tulajdonságok legalább az első nemzedékben receszívek lehetnek, lappanghatnak.)

c.) „Azok közé az állatok közé, amelyek több nemzedéken keresztül birtokában voltak a nekik megfelelő tulajdonságoknak, olyan utódok is kerülhetnek, melyeknek eltérő tulajdonságaik vannak. Ezek változatok, variánsok, a természet játéka, melyek továbbszaporításra alkalmatlanok akkor, ha a cél (adott) tulajdonságok átörökítése.” (Azaz felismerte az ellenörizhetetlen veleszületett változások fellépésének lehetőségét [mai szóval: a mutációkat, Sz. T. A.] a tiszta tenyészetekben is)

d.) „Feltétel marad a beltenyésztésnél a törzsállatok lehető leggondosabb kiválasztása. Csak azok az állatok bizonyulnak hatékonyak a nemesítés során, melyek jelentős túlsúllyal vannak a kívánt tulajdonságok birtokában.” [(A jelentős túlsúly kifejezés egyaránt vonatkozhat a jellegek kombinációjára és az egyedi jellegek legerőteljesebb kifejeződésére is. Az is lehetséges, hogy Festetics itt az utódok tesztalapos vizsgálatára utalt, azaz elfogadta Bartenstein nézetét, mi szerint egy tenyészállat eddig született utódainak vizsgálata a jövőbeli utódaira vonatkozólag is fontos szempontokat adhat. (vö. Festetics 1819b; Szabó – Pozsik, 1989)]

Christian Carl André lábjegyzetet fűzött Festetics szigorú szelekcióra vonatkozó tételéhez: „Véleményem szerint egyértelműen ez a fő kérdés”. Ez volt Geisslern és előtte Bakewell véleménye is... (André, R, 1818).

Amikor Festetics a természet genetikai törvényeit megfogalmazta, ezt az öröklődés élettani alapjaira való utalások nélkül tette, bár rámutatott, hogy ez kapcsolatban van az egészséggel, a robusztus testfelépítéssel, melyet részben egy veleszületett (*angeboren*) komponens révén külső komponens (*Erziehung*) is befolyásol. Tökéletesen tisztában volt azzal, hogy a gyapjú minőségének öröklődésében különböző jellegek vesznek részt (ahogy ezeket Rudolf André 1816-ban már felsorolta), de hangsúlyozta, hogy a jellegeket egészséges egészé kell integrálni. Mivel munkáját széles körű gyakorlati tapasztalat alapján írta, törvényeit tapasztalati törvényeknek kell tekintenünk. Ezek a beltenyésztés máig ellentmondásos témájában felvetődő gyakorlati kérdésekre adott válaszok.

Festetics Imre új szóhasználata – azaz, hogy a *genetikai* kifejezést a beltenyésztéssel kapcsolatban használta – semmilyen visszhangot nem keltett a korabeli szakirodalomban, annak ellenére, hogy az érdeklődés akkoriban széles körű volt a „természeti törvények” felismerése és megértése iránt. Így például Albrecht Thaer is előadott a kérdékről hallgatóinak Berlinben, 1812-ben. Ezek az előadások 1816-ban jelentek meg a következő címmel: *Über die Gesetze der Natur, welche der Landmann bei der Veredlung seiner Haustiere und Hervorbringung neuer Rassen beobachtet hat und befolgen muß*. Berlin, 1816, azaz magyarul *Azokról a természeti törvényekről, melyeket a gazdának háziállatai nemesítésénél és új fajtaik létrehozásánál meg kell figyelnie és be kell tartania*. Ami a szülői tulajdonságok utódokban

való megjelenését illeti, Thaer elismerte, hogy ezekhez mindkét szülő hozzájárul, de ennél tovább nem lépett későbbi írásaiban sem (Steiner, 1978).

Festetics beltenyésztésre vonatkozó megállapításainak érvényességét egy évvel később Rudolf André is igazolta (1819). A Geisslern gazdaságában szerzett személyes tapasztalatok meggyőzték őt a beltenyésztés – mint a „szerves gyengeség” megelőzésének legfőbb eszköze – értékéről. Jelezte, hogy az arab telivérek nemesítői is erre a következtetésre jutottak, és nem tapasztalták a beltenyésztés semmilyen hátrányát. A lovak esetében a nemesítés legfőbb célja a szervezet erejének (*organic robustness*) fenntartása és növelése. Az ilyen állatokat ő „fajállatoknak” nevezte (*Racethiere*), melyek mind a beltenyésztés eredményei voltak, és jó tulajdonságaikat meggyőző szabályossággal örökítették.

1819-ben Rudolf André saját juhelbíróló rendszert ajánlott a kiállított állatok értékelésére: gyapjúmintát kért a tenyésztőktől, és bemutatta mikrométerét, mellyel a gyapjú finomságát egy 7-es – korábbinál pontosabb – skálán értékelte (André, R., 1816). Az erről a találkozóról írott beszámolójában André könyvét Festetics Imre korszakalkotó, klaszszikus munkának nevezte, és külön kiemelte André matematikai minőségértékelő módszerét. Festetics értékelése a következő: [a matematikai módszer bevezetését] „*úgy fogják majd megítélni, mint egy új korszak kezdetét a nemesítés tudományában, mivel 1819-ben a gyapjú minőségének fokozatait matematikai pontossággal határozták és állapították meg*” (vö. Wood, 2011 kéziratban).⁴ Ez a dicséret nemes

⁴ Az angol eredetiben: „*It will be judged as marking the beginning of an epoch in the science of breeding, that in 1819 the grades of wool fineness were established and defined with mathematical precision*” (Festetics 1820, 33.).

gestus egy olyan embertől, aki maga is jelentősen hozzájárult a nemesítés művészetéhez.⁵

Igaz, hogy Festetics Imre elmélete a vérrokonságra összpontosít, de Festetics egyetlen utalást sem tesz arra, hogy a vér volna az öröklődő tényezők valódi hordozója. Körültekintően vigyázott, hogy a „természet genetikai törvényei” általa felismerni vélt négy tételét szigorúan csak a tapasztalatból vezesse le. Eredetiségét értékelve tanulságos áttekinteni a „vérrokonságra” vonatkozó (és ezekben az években változásnak induló) vélekedéseket.

A „vér” és mag

Az élet lényegének gondolt vérnek az öröklődésben játszott szerepéről elsőként az ókori görögök számoltak be. Ők a *magot* (*csírárt*) úgy tekintették, mint a felhevült és megzavarodott vérből keletkező habot (Brown, 1987, 84.; vö. Apollóniai Diogenész, Kr. e. 499–428). Galénosz (Kr. u. 129–201k) szerint a női egyedek is termelnek vérükben csírafolyadékot. A vér-hab fogalom párnak évszázadokig nem akadt versenytársa az európai gondolkodásban. Jacques Roger mutatott rá, hogy Nathaniel Highmore (1613–1685) és a 17. század „atomistái” azt feltételezték, hogy „*a vér hordoz magában részecskéket, melyek a szervezet minden részéből származnak, és ezeket gyűjtik össze a herék*” (Roger, 1997, 42–43.). René Descartes (1596–1650) úgy vélte, hogy az embrió a méhben a hím és női vér által termelt csírák fermentációja révén formálódik (Pinto-Correia, 1997, 86.). A vér által a test minden részében termelt csírafolyadékkal kapcsolatos

⁵ Ne feledjük: Festetics Imre a társadalmi ranglétrán magasan Rudolf André felett állt, és a Wood professzor által említett két cikk – megítélésünk szerint – az első volt abban a folyamatban, mely az „átöröklés tényeinek felismerését” (*heredité*) az „örökléstan tudományává” (*genetics*) emelte. [Sz. T. A.]

elgondolást nevezte később Charles Darwin (1868) pángenézisnek. Hogy ennek a téveszmének miért lehetett ilyen hosszú élete, arra Ernst Mayr (1982, 636.) a következő magyarázatot adta: „*Ha valaki úgy hitt a használat és nemhasználat jellegformáló hatásában vagy a szerzett tulajdonságok bármely formában való öröklődésében, ahogyan Hippokratész korától egészen a 19. századig majdnem mindenki, akkor [...] el kellett fogadnia ezt a nézetet is.*” Hogy a vér csírákká változhat, az kapcsolódott a közösülés során képződő hőhöz, amit általában belső vagy vitális hőnek neveztek és hasonlónak képelték a csillagok vagy a nap sugárzásához (Roger, 1997, 43.). A habra mint a csírák minőségére való utalás még a 18. századi európai irodalomban is társult Aphrodité, a habokból születő istennő irodalmi előképével (Roger 1997, 41.).

Egy 19. századi gazda számára a vér és a mag (csíra) kapcsolata kétségtelen volt, csak el kellett olvasnia a bibliai szövegeket. „*Hajtson a föld [...] maghozó fűvet, [...] az ő neme szerint, a melyben legyen néki magva e földön.*” (1 Móz. 1,11) A Biblia is leírja, hogy a mag a méhben fog meg (Lukács 1,31), az új nemzedékek esetében „*az Úr, teremtőd és alkotód anyád méhétől fogva, a ki megsegít*” (Ésaiás 44,2), és a terméketlentől azt kérdi a férje: „*avagy Isten vagyok-é én, ki megtagadta tőled a méhnek gyümölcsét*” (1 Móz 30,2), és hogy „*Isten néki esküvővel megesküdünt, hogy majd az ő ágyékának gyümölcséből támasztja a Krisztust*” (Apcsel 2,30). A Bibliában a „mag” hím (1 Móz 38,8) és női értelemben is szerepel („*ellenségeskedést szerzek közötted és az asszony között, a te magod között, és az ő magva között*”) (1 Móz 3,15).

A „vér” és nem

Bár a hím szerepe, mint a mag termelője, nyilvánvaló volt, egyetlen tenyésztő sem ké-

telkedett abban, hogy mindkét nem örökít. Ezt a kettős hatást olyan természettudósok is hangoztatták, mint Carl von Linné és Buffon gróf (Wood – Orel, 2001, 47.). Közhely volt a megfigyelés is, hogy „*az utódok bizonyos része az apára, más része az anyára hasonlít*” (Sinclair, 1832[1817], 97.). Kevésbé voltak biztosak abban, hogy a két szülő mennyivel járul hozzá az öröklődéshez. A jó apa értékebb volt, mint a jó anya, mivel sokkal több utódot hagyhatott. Ezen alapulhatott az az általános nézet, hogy „*az utódok sokkal többet kapnak az apától, mint az anyától*” (Sinclair, 1832[1817], 97). Ez valóban igaz lehetett akkor, ha egy igen nemes apa egy kevésbé nemes anyával került párosításra (Marshall, 1790, 1/326–327.; Wood – Orel, 2001, 91–92.), de nem volt igaz az egyenrangú szülők esetén.

Arisztotelész elgondolása, hogy „az apa adja a formát és a mozgást, az anya adja a testet, az anyagot” (Roger, 1997, 47.), nem állta ki a gyakorlat próbáját. John Sinclair (1832 [1817], 87.) Henry Cline-t idézi (1806), aki szerint „*a külső forma csak utal a belső szerkezetre*”. Ennek ellenére az arisztotelészi elvek makacsul éltek még a kora 19. századi angol szakirodalomban is (Dallas, 1829).

A „vér” és hely

„*Minden földnek megvan a maga nyája*”, írta William Pearce Berkshire megye mezőgazdaságáról szóló munkájában (Pearce, 1794), és ezt a megállapítását William Marshall, minden idők bizonyára legjelentősebb gazdasági szakírója pontosnak és megalapozottnak tartotta (Marshall, 1818, 5/58.). Hasonlóan írt Arthur Young is: „*minden fajtának körülhatárolható területe van*” (Young, 1811, 6.). Az erős kötődés a vér és hely között kulcskérdés volt Festetics korában a szelekciós nemesítésben, és ez lassan elvezetett az öröklődés és

alkalmazkodás jobb megértése felé. Hiányzott még a magyarázat arra, hogy a külső természet [környezet] és a belső természet [öröklődés] hogyan hat egymásra, és miként képes természetes módon vagy emberi segítséggel új fajtákat létrehozni. Pierre-Louis Maupertuis (1745) nyomán, szabadon: „*Mindezen változatosság forrása a természet, de a véletlen és a művelés segíti...*”. Nagyhatású volt Európában a Buffon által képviselt francia vélekedés az elkorcsosulásról (degeneráció). Buffon szerint a degeneráció az a folyamat, melyben egy nemes fajta a környezet megváltozása miatt elveszti a rá jellemző önfenntartás képességét, és alkalmazkodik új környezetéhez. (Buffon *Histoire naturelle*, ebben a *De la dégénération des animaux* 1766, német kiadása 1795-ben; Roger 1997, 129–131; 466–467.). A gazda csökkentheti ezeket a hatásokat, ha megpróbálja elszigetelni állatait az új környezettől, de a környezetváltozás hatását nem tudja teljesen kiküszöbölni. Buffon úgy gondolta, hogy a „hasonlóból hasonló” keletkezésének folyamatában van egy belső „öntőforma” (*moule intérieur*), melyben a kémiai alkotórészeket felszívják a behatoló erők. Első lépésben itt keverednek ezek a részecskék a hím magnedvvel. Ezután további részecskék keverednek be a felvett táplálékból, és attól függően keletkeznek hasonló vagy eltérő utódok, hogy a körülmények állandóak vagy megváltoztak-e (Roger, 1997, 129–131.). Az eredeti formák elkorcsosulását tehát a természetes körülmények változása okozza. Ehhez járulhat az emberi beavatkozás: „... *elődeink szorgalmából sok fajtánk van; ezek jól, bár nem tökéletesen alkalmazkodtak a talajhoz, melyen élnek, és alkalmasak a célra, melyre szolgálnak...*” (Marshall, 1790, I/463.)

Hogy a kiválogatást hatékonyabbá tegyék – azaz még a gazda életében jobbak legyenek

az utódok komolyabb leromlás (degeneráció) nélkül – ismerni kellett (volna) a természetes környezet hatását az öröklődésre. Minden olyan alkalom, amikor egy állományt (keresztelés vagy elkülönítés céljából) egyik vidékről egy másikra vittek, alkalmat adott annak a megfigyelésére is, hogy mennyire stabil a „vér/vonal” más éghajlat vagy táplálás mellett.

Ami a Habsburg Birodalomba behozott merinói juhok gyapjának romló minőségét illeti, Ehrenfels és Festetics eltérő következtésekre jutott. Ehrenfels a gondot a „természetes éghajlati leromlásban” (*die natürliche klimatische Rückbildung*) látta, és úgy gondolta, hogy ez újabb és újabb állományok behozásával (a fajta frissítésével) oldható meg. Festetics az állomány gondos kiválogatását javasolta: csak a legertermékenyebb, legéleterősebb, legjobb gyapjat adó egyedeket szaporította tovább (Anon, 1818, 298).

A „vér” örökítő hatásának a változása

Amikor a tenyésztő értékelte munkájának eredményét, tekintetbe kellett vennie azokat a feltételezett hatásokat, melyek – hite szerint – a vért és ezen keresztül az öröklődést befolyásolták. Egy – bibliai gyökerű – ősi és általános hit szerint az anya által a fogamzás pillanatában látott kép (az anyai benyomás) befolyásolhatja a leendő utód küllemét: „*És a vesszőket, melyeket meghántott vala, felállítá [...] az itató váluukba, melyekre a juhok inni járnak vala, szembe a juhokkal, hogy foganjanak, mikor inni jönnek. És a juhok a vesszők előtt foganának és ellenek vala csíkos lábiúkat, pettyetetteket és tarkákat*” (1 Mózes 30,38–39).

Az anyai benyomás alaktani következményeinek hite (v. ö. anyajegy!) egészen a 19. századig tetten érhető a tenyésztői gyakorlatban. Például a fekete, szarvnélküli Aberdeen

Angus marhafajta révén híressé vált William McCombie (1866) szerint, úgy sikerült megakadályoznia, hogy „a fekete Angus tehenek vörös bikáktól vörös borjakat foganjanak, hogy magas fekete kerítést épített a háगतóhely köré.” (Wallace, 1893, 8.)

Az anyai benyomást még a képzelőerőre is kiterjesztették: „Amikor egy jó fajtában a »hasonló hasonlót szüül« elv nem érvényesül, ez ezért van, mert egy másik erő, a képzelőerő felülkerekedik az organikus erőn”. William Youatt (1834, 523.) például egy publikált esetre hivatkozott: egy tehenet egy ökör megkönyékezett, s ennek hatására a tehen egy bikától az ökörhöz hasonlító borjat ellet! Megjegyzendő, hogy Youatt még Darwin szerint is az egyik leghitelesebb szaktekintély volt (Wood, 1973).

A másik tévhit a telegónia (csírafertőzés, *infection of the germ*) volt. Ez alatt egy előző közösetülését értették egy későbbi párosodásból származó utódokra. Darwin (1868, 403–404.) is tudományosan elfogadhatónak tartotta ezt egy 1821-es lótenyésztési példára hivatkozva. A telegónia hite még 1908-ban is általános volt; J. Arthur Thompson (1908, 144–149.) áttekintette a telegónia gazdag irodalmát, és képtelennek bizonyult a tévhit meggyőző cáfolatára.

Az utódok nemének meghatározásánál általános volt az asztrális hatásokban való hit (Roger, 1997, 52.). A gazdák az időjárásnak is komoly szerepet tulajdonítottak ebben. Az ókori görög és római szerzők szerint a tehenet akkor vigyék bika alá, „amikor északi szél fúj, ha bikabornyúra van szükség, de déli szél alá, ha üszőt akarnak” (Fussell, 1972, 72. vö. *Geoponika*). Ugyanezt ismétli a 17. században William Winstanley is juhok esetében: „Ha nőstény bárányt akarsz, akkor száraz időben, északi szélben vidd az anyajuhot a kos alá” (Winstanley, 1679, 118.).

A termékenység tekintetében mindkét nemmel kapcsolatosan voltak elméletek. A betegségek elsősorban az anya termékenységét okozhatták: a méh „elhalhat”, elveszítheti fogadóerejét, amint a bibliai átok is írja („Adj nekik meddő méhet és kiszáradt emlőket”, Hoseás 9,14). A hímek legtermékenyebb kora viták tárgya volt.

A „vér” és a belső tulajdonságok

Abban az időben ennyi megválaszolatlan kérdés mellett a tenyésztő figyelmének mindenre ki kellett terjednie. A központi kérdés azonban az volt, hogy a „természet” „táplálással” változtatható-e?⁶ Miben áll az ember ereje? Mi igazán hatékony?

A jó gazda figyelve mindenre kiterjedt, kerülte a szélsőséges helyzeteket, igyekezett a lehető legszigorúbb rendet tartani a kiválogatásban. Abban az időben a „nevelés/táplálás” (*nurture*) mindenre kiterjedt, ami eltért a természetes rendtől, ideértve a szülők gondos megválogatását is. A munka leírásakor a „vér” (mai értelemben: fenotípus) kényelmes szakkifejezés volt az adott fajta belső tulajdonságainak, konstitúciójának gyűjtőneveként (Marshall, 1790 I/297–299., 419; Wood – Orel, 2001, 65.). Ez a szóhasználat a 19. századig érvényben volt: a „vérvonal” kötötte össze a nemzedékeket (Sinclair, 1832[1817], 93, 109. sz. jegyzet; Wood – Orel, 2001, 73.), keresztezéskor pedig „vérkeveredés” történt (Marshall, 1790, I/305., 417.). John Lawrence – állatorvos – írta: „A »vér« kifejezés átkerült a lóversenyérről a legelőre is [...] [a fajtának] mindazon belső, természetes tulajdonságait jelenti, amely bizonyos külső, látható sajátosságokban nyilvánul meg.” (Lawrence, 1800, 522.)

⁶ Ezt nevezte később Galton a „*Nature vs. nurture*” vitának [Sz. T. A.].

A legértékesebb tenyészállatokat a németek telivérnek (*Vollblüt*), az angolok *thoroughbred*-nek nevezték. A telivér állományok ki-tenyésztésében a kiválogatás szerepe nem hangsúlyozható eléggé. A legtöbb ilyen állomány eredeti „génállománya” (*gene pool*) ugyanis kevert volt, mielőtt az állományt szelektálni és beltenyészteni kezdték volna. Rudolf André így írja le a folyamatot a finomgyapjas morva merinó esetében (André, R., 1816, 9.): „*Gonddal és figyelemmel egy nemes nyájából tiszta fajta nevelhető ki, ha elkerüljük az idegen vérkeveredést, és megfelelő párosítással a legjobb gyapjat adó, legjobb testi tulajdonságokat hozzuk össze, amelyek aztán öröklődnek az utódokban, és hasonló mértékben őrződnek meg. Ezáltal valami egészen új, egyedi keletkezik, valami, ami rögzül ezeknek az állatoknak a szervezetében, valami, ami csak és teljesen a tisztavérű rokonokból vezethető le (aus lauter Blutsverwandten hergeleitet), és ami a [vér] vonal jellemzője.*”

A titok tehát a szülők „illesztése” volt. A szigorú kiválogatás, a beltenyészítés rögzítő hatása, az egyedileg ellenőrzött párosítás (*Sprung aus der Hand*). A kiválogatás a tiszta, nemes vonalak esetében is követelmény maradt, mert a gyakorlat azt mutatta, hogy a fajta stabilitása soha nem tökéletes.

A „vér” és feljavítása

A jó állatállomány kialakításának legegyszerűbb módja az volt a gazda számára, ha kizárólag és tisztán a beszerezhető legjobb vérvonalat tenyészti. Ezt a gyakorlatot csak két ok gátolhatta: a) a költségek és b) a kockázat: annak a veszélye, hogy a beszerzett állomány képtelen alkalmazkodni az új környezethez.

Kisegítő megoldás lehetett a nemesvérű hímek keresztezése bennszülött nőtényekkel, majd ezek utódainak az egymás közötti ke-

resztezése néhány nemzedéken át. Egy ilyen folyamat során minden nemzedékében nő a „nemes vér” aránya az utódokban: fele rész az elsőben, háromnegyed a másodikban, hétnyolcad a harmadikban, tizenöt tizenhatod (93,75%) a negyedikben, és több mint 99% a hetedikben. Ez a *feljavításnak* nevezett technika az „arányos öröklődés” elképzelésén alapult, és a római kor óta ismert volt (Anon, 1811). Amikor a spanyol merinó végül a Pireneusoktól északra is elterjedt, a technika új alkalmazást kapott. A legjobb könyv a témában először svédül jelent meg (Hastfer, 1752), ezt még abban az évben lefordították németre (1752), majd franciára is (1756). Friedrich W. Hastfer a helyi fajták merinói kosokkal való feljavítását ajánlotta, annak megjegyzésével, hogy egy kos három nemzedékig használható. Hastfernek ezt a tanácsát az elkövetkező években sok nyelven megismételték a különböző fordítók, közben a használható nemzedékszám előbb négyre, majd ötre nőtt.

A „vér” mint hasonlat (metafora)

A „vérokonzágon” alapuló „vérkeveredés” felfogása⁷ nem adott magyarázatot arra a kérdésre, hogy mi a jelenség élettani alapja. Ez két angol orvost (mindkettőt érdekelte a nemesítés is) arra ösztönzött, hogy megkérdőjelezze a vér jelentőségét az öröklődésben. A sebész John Hunt, aki a „Dishley System” híve volt, tagadta, hogy a vér volna az öröklődés hordozója, hiszen ez „*messze túlmutatna a természet törvényein*” (Hunt, 1812). Egyetértett a bath-i Dr. Caleb Hillier Parry merinó nemesítővel abban, hogy „*a »vér« már csak egy elvont fogalom bizonyos látható jellegek megnevezésére, melyeket kísérleteinkben azokkal a tulajdonságokkal szeretnénk összekapcsolni,*

⁷ Keveredő öröklődés (*blending inheritance*) [Sz. T. A.]

melyek felelősítésére törekszünk” (Parry, 1806). Hasonló volt korábban Lawrence (1800, 44.) megérzése, mely szerint annyi állítható csak biztosan, hogy a „vér” az átöröklést tekintve arányosan oszlik meg az utódok között. Ezért, ha egy anyát saját utódjával párosítunk, a születő bárányok hatodrészen öröklik az anyai és csak két részben az apai jellegeket.

A „vér” elfajzása és feljavulása

Akár hordozója a vér az öröklődésnek, akár nem, a vele kapcsolatos szakszavak egyetemes kifejezői lettek a genetikai tisztaságnak, illetve az ezzel kapcsolatos leromlásveszélynek. A leromlás ugyanis állandó veszélyt jelentett a legjobb nemesítők számára is, és a sikeres esetek csak növelték a meggyőződést, hogy a leromlás megfelelő kiválogatással megelőzhető. A gondolat, hogy az állat belső természete („vére”) folyamatosan emberi ellenőrzés alatt tartható, és ezáltal függetleníthető a külső környezettől, gyökeresen újnak számított, és folyamatosan nyert teret a 18-19. sz. fordulóján. Közép-Európában a gazdák merinói nyájait a spanyol vándorpásztoroktól igencsak eltérő körülmények között nevelték. Az egymást követő nemzedékek a szelekciós nemesítés révén illeszkedtek a helyi körülményekhez (André, R., 1816). Hogy őrizhető meg e nyájak állandóan jó minőségű gyapjútermelő képessége? Ez állandó vita tárgya volt a gazdák között. A német juh merinóval történő feljavítása arról győzte meg Johann Heinrich Finket (1730–1807), a porosz király fővégrehajóját, hogy a gyapjú minőségét inkább a nemesítés, mint a tartás határozza meg (Fink, 1799, 54.). E megállapítást az angol George Culley is helyeselte az *Observations on Livestock* 6. kiadásában (Culley, 1807, 260.).

A brünni Juhos Társaság korai találkozóin a tagok is igazolták, hogy adott jellegek sze-

lekciós nemesítéssel javíthatók. Fontos volt az a felismerésük is, hogy a néhány nemzedéken át tartó feljavító keresztezés utódai (ezeket ők nemes juhoknak [*edles Schafvieh*] nevezték), nem maradtak olyan tiszták, mint az eredeti vérvonal (*pure noble race stock, reines edles Racevieh*). Ha külsőre hasonlóak voltak is a tiszta vonalhoz, minőségileg rosszabbnak bizonyultak. A nemes jelleg elérése tehát feljavítással nem volt olyan eredményes, mint remélték. Rudolf André (1816) arról írt, hogy a „nemes” jelleg viszonylagos, és az eredettől függ. *„Csak az eredeti spanyol, tiszta vonal jellegei maradtak állandóak akkor, ha a külső körülmények kedvezőtlenek voltak is...”* (André, R. 1816, 6–7.). André, mint a kor nemesítői mind, az öröklődést mint az állat belső természetének („vérenek”) erejét emlegette. Ő és mások is abban reménykedtek, hogy a „tiszta, nemes fajta” vére elég erős ahhoz, hogy ellenálljon a külső környezet sorvasztó hatásainak. Ez volt a mérce, amellyel megítélték a „fajtat”, ideértve a merinószertű juhokat is, melyeket a „nemes” és a „közönséges” párok keresztezéses feljavítása során nyertek, és amelyek „vére” nyilvánvalóan „gyengébb” volt.

A fő kérdés immár az volt, hogy a „nemesebb”, feljavított állomány átváltoztatható e „tiszta nemes” állománnyá? Azt hitték, hogy a válasz az állatok megfelelő tartásában rejlik (táplálás-nevelés = *nurture*). De mit kellene tenni? A „természet” és a „tartás” (*nature and nurture*) kölcsönhatása igencsak aggasztotta a 19. század nemesítőit. A kor szóhasználatában a „tartás”, azaz a táplálás és nevelés fogalmába tartozott minden, amivel a gazda eltért a természet rendjétől, ideértve az ellenőrzött párosítást is (Wood – Orel, 2001, 50.).

A behozott állományok „vérenek” négy területen ismerték el a hatását abban az időben: kettő ebből a „természet” és kettő a „tar-

tás” körébe tartozott. Természetes volt (1) a hagyományos környezet („eredeti klíma”), melyből a fajta származott, és (2) az új környezet („idegen klíma”), melyben a fajta újonnan szaporításra került. Természetellenesnek számítottak (1) az „idegen klíma” elleni védekezés, a tartás és táplálás, illetőleg a (2) szelektív tenyésztés a nemes jellegek legjobb kombinációinak elérése érdekében. Ha közben kereszteztek – mint a feljavításkor –, akkor a „természet” egy újabb tényezőjét, a „véркеveredést” is számításba vették. A tenyésztőnek a kiválogatással mindenképpen akadályoznia kellett a leromlást, és ez idővel egyre fontosabbá vált.

A „vér” és az egyedi jellegek

A kiválogató fajnemesítés angol hagyományának képviselője és ihletője Robert Bakewell (1725–1795) gazdasága volt Dishleyben (Leicestershire). Az 1770–80-as években Bakewell tehetsége pénzben is mérhető volt juhainak és szarvasmarháinak kiemelkedően magas árában (Wood – Orel, 2001). A Dishleyben tenyésztett állatok gyors fejlődésűek és egyedi testalkatúak voltak, aránylag gyenge csontozattal és sok értékes hússal. Bakewell előre meghatározta a kívánatos jellegeket, és erre válogatott egyedileg és kombinációkban. Kortársai olyan „művésznek” tekintették, aki elképzelt valamit, majd azt meg is valósította. Csak később jöttek rá, hogy gyors sikereit a korrelált (együtt öröklődő) jellegek felfedezésének köszönhette. Bakewell többre figyelt, mint a „vérarányos öröklődés” hívei. Látnoki megközelítésének ésszerű alapja az öröklődés „mozaikos” szemlélete volt, melyben az öröklődő jellegek gyakran, bár nem mindig társultan öröklődtek, például hogy a kis láb- és koponyacsontú állatok gyorsabb fejlődésűek voltak (Young, 1771, I/111.; Wood

– Orel, 2001, 75.). Bakewell kihasználta ezeket a kapcsoltságokat. Felismerte a negatív kölcsönhatásokat is például a hús és a gyapjú minősége közt (Parkinson, 1808, 130.; Wood – Orel, 2001, 81.).

Bakewell takarmányozási kísérleteket is végzett. Összehasonlította az egyformán takarmányozott fajtákat, és rájött, hogy bizonyos fajták kevesebb takarmánnyal is többet termelnek. Mivel szigorúan válogatott, közeli beltenyésztést is alkalmazott. A módszer neve is tőle származik: *breeding in-and-in* (Marshall, 1790, I/300–301.; Wood – Orel, 2001, 70–74.); de ezt a módszert csak elővigyázattal lehetett alkalmazni, mert a jó és rossz tulajdonságok egyaránt halmozódtak az utódokban. A jóra vigyázni kellett, a rossztól meg kellett szabadulni. Bakewell álláspontja ebben a kérdésben ismert volt: csak a legjobb, az egészséges és robusztus állatok alkalmasak beltenyésztésre (Wood – Orel, 2001, 71–72., 75.). Sokan húztak hasznot Angliában Bakewell példájából, bár nem mindenkinek sikerült. A beltenyésztés során elkövetett legkisebb hiba is súlyosan megboszulhatta magát: terméketlen, gyenge szervezetű, rendellenes felépítésű utódok születtek.

Bakewell nemesítői felfogása Európa keleti felében is érdeklődést keltett. 1785-ben Christian Baumann (1739–1803) würzburgi cisztercita szerzetes mezőgazdasági kézikönyvében olvashatunk például a tehetséges von Borie-ról (Bori), aki a Bad Neustadt melletti Neuhausban gazdálkodott. Úgy tűnik, ő volt az első merinónemesítő, aki tudatosan követte Bakewellt: „Mr. Bori kölcsönadta kosait szomszédainak, és értékelte az utódokat Bakewell példáját követve” (Baumann, 1785, 217., 273.). Élete vége felé Baumann Morvaországba költözött, és írt egy könyvet, melyben azt mondja, hogy Közép-Európában két

gazdaság adja a legjobb gyapjút, az egyik Holicsban (Holíč) van (ma Nyugat-Szlovákia), a másik a morva nemes Ferdinand Geisslern farmja Hoštice-n (Brünn mellett) (Baumann, 1803, 706.). Geisslern ugyancsak cserélgette kosait szomszédjaival, majd a brünni Juhos Társaság tagjaival, és minden esetben körültekintően pároztatta azokat (Köker, 1809; 'K in Mauren', 1811; André, C. C., 1812; André, R., 1816; Wood – Orel, 2001, 231–232.). Ez volt az az idő, amikor Geisslernt a Morva Bakewellként kezdték emlegetni (Köker, 1809). Ebben az időben honosodott meg a 'breeding in-and-in' fogalma a francia, ausztriai és német szakirodalomban (Fink, 1799, 73.; Bourde, 1953, 145.; Klemm – Meyer, 1968, 139., 179.; André, C. C., 1804, Thaer, 1804; Wood – Orel, 2001, 140., 157., 164., 167., 212., 215., 231.)

Festetics „törvényei” szélesebb összefüggésben

A brünni Juhos Társaság alakuló ülésén, 1814-ben a társaság elnöke, Bartenstein báró beszámolt arról, hogy Geisslern a gyakorlatban bizonyította: „a spanyol juh szaporítható a morva földön korcsosulás nélkül. Eljárása megvilágosító és előítéletektől mentes”.

Geisslern fellépése azért volt fontos, mert a gyapjú minősége akkoriban a legtöbb nemesítőnél romlóban volt. Martin Köller, Geisslern egyik főmunkatársa abban látta ennek fő okát, hogy a legtöbb birtokos, gazdatiszt és juhász nem törődött a juhnemesítéssel (Köker 1809; 'K in Mauren' 1811; André, C. C., 1812; André, R., 1816, 353–358.). A Juhos Társaság szervezői ennek a helyzetnek a megjavítására törekedtek. A helyi ipar és kereskedelem képviselőit is körükbe fogadó tagok felvázolták, hogy mire volna igazán szükség. Köller és Pospíšil – Geisslern gazdatisztjei – kioktatták a juhos gazdákat a törzs-

lapok használatára, melyen minden egyes juh gyapjának minőségét rögzíteni kellett, sőt a törzslap mellé gyapjúminta is került. A kártyák adatait még pontosabbá tette az az ajánlás, mely szerint a gyapjúsál finomságát mikrométerrel számszerűsíteni kell (ez már általános gyakorlat volt akkor Franciaországban, Tessier abbé királyi mintagazdaságában, Rambouillet-ben). Rudolf André (1816) írta erről a kor legalaposabb – Prágában nyomtatott – kézikönyvét (Wood – Orel, 2001, 198–204.), de időbe került, amíg a gazdák elfogadták az új technikát. 1818-ra megtörtént a juhászok kiképzése, amihez németül, csehül és lengyelül rövid nyomtatott útmutató is készült (André, R., 1818). A kurzus vizsgával zárult, a sikeres vizsgázóknak jobb állás, több fizetés járt.

Ennek a dicséretes törekvésnek az eredménye volt gróf Festetics Imre megszólalása és tapasztalati genetikai törvényeinek megfogalmazása. *A „törvények” célja annak az összegzése volt, hogy mit lehetett tudni akkor a biológiai öröklődésről, és, hogy miként lehet hasznosítani ezt a tudást* (a fordító kiemelése, Sz. T. A.). Érvelhetek elméletileg mások a „vér örökítő értékéről”, de a gyakorlat embere, Festetics Imre határozottan és tudományosan fogalmazott: csak arról írt, amit saját megfigyelései alapján biztosan tudott. Ebben a fényben vizsgáljuk mi is Festetics „genetikai törvényeit”, hogy kissé megvilágítsuk azok mögöttes értelmét is.

Festetics Imre első törvényében az egészség és a jó testfelépítés fontosságát hangsúlyozta, mivel a fajta fennmaradása bizonytalan volt, ha új környezetbe került. A leromlás állandó veszélyt jelentett. A „nemes vért” nem adhatta át egy beteg kos; egy gyenge anyajuhtól jó bárány nem volt várható. Geisslern kidolgozta, André (1816) leírta azokat a feltételeket,

amiket Festetics ebben a „törvényben” ajánlott.

A második törvény arról tájékoztat, hogy ha egy jelleg kimarad az első nemzedékben, azt még nem kell a leromlás jelének tekinteni. Ilyen „hiányokat” mások is megfigyeltek, és ez nem akadály a tenyésztői eredményességnek.

A harmadik törvényben említett változások más természetűek: a normálistól való eltérést ki kell küszöbölni a tenyésztésből. Ezek a rendellenességek, a természet „fricskái”, különböző okok miatt léphetnek fel, és bizonyos kapcsolatban vannak az első törvényben említett egészséggel és alkalmassággal.

A negyedik és legfontosabb törvény a kiválasztott és minden rendellenességtől mentes tenyészpárokra vonatkozik. Olyan körülmények között, amikor minden jellegre külön is figyeltek, ez biztosította a lehető legjobb minőséget. Sőt bizonyos esetekben tovább is javította a fajtát. Ilyen esetekben nem csak a gyapjú minőségére kellett figyelni, de az egészségre, alkalmasságra és termékenységre is.

Geisslern és követői, akik között Festetics Imre kiemelkedő szerepet játszott a Juhos Társaság korai éveiben, a társaság fennállása során (1814–1845) végig ajánlották a szigorúan ellenőrzött beltenyésztést. A társaság Festetics mind a négy genetikai törvénye kapcsán további kérdéseket is megfogalmazott a későbbi összejövetelein (Wood – Orel, 2005).

Azzal, hogy Festetics Imre 1819-ben elfogadta Christian Carl André kérését, és megfogalmazta szigorúan tapasztalati alapon álló

nézeteit a természet genetikai törvényeiről, nemcsak a kortársainak, de a társaság későbbi tagjainak is ihletet adott abban a munkában, melyben – saját tapasztalataik alapján – az öröklődéssel kapcsolatos igazságot kutatták.⁸

⁸ Köztük Mendel egyik mesterének, Johann Karl Nestlernek is (vö. Nestler 1839)

Mélységes hálával tartozom barátomnak és munkatársamnak, Dr. Vítězslav Orelnek az elmúlt 43 év során tanúsított lelkesedéséért, bátorításáért és bölcs tanácsaiért, valamint nagylelkűségéért, amellyel a 19. század első évtizedeiben Morvaországban közölt és Angliában hozzáférhetetlen publikációk fénymásolatait rendelkezésemre bocsátotta.

Nagy öröm számomra, hogy ezt a cikket egy tekintélyes, széles szakmai olvasóközönségnek szóló magyar folyóirat közli. Különlegesen megtisztelő, hogy ezen az úton kerülhetek kapcsolatba a magyar olvasókkal az alkalmazott genetika neves előfutárának tekinthető Festetics Imréről írva. Ezt a lehetőséget elsősorban Szabó T. Attila professzor úrnak köszönhetem. Nagyra értékelem szakértelmét az eredeti, angol szövegem magyarra fordításában, valamint lelkesedését és erőfeszítését annak érdekében, hogy a cikk ebben a formában megjelenhetett a *Magyar Tudományban*.

Kulcsszavak: *vér és öröklődés, örökléstan, genetikai törvények, Festetics Imre, Gregor Mendel, William Bateson*

IRODALOM

- André, C. C. (1804): Cited in: K in Mähren (Köller, K), 1811 and republished by d'Elvert 1870 II, 145–152.
 André, C. C. (1812): Anerbieten, Gutbesitzern auf dem kürzesten und sichersten Wege zur höchsten Veredlung ihrer Schafherden behülflich zu seyn. *Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen*, Prag, 181–183.

- André, C. C. (1818): Terminologie für Woll-industrie. *Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen*, Prag, 302–343.
 André, R. (1812): Review of the book by A. Thaer *Handbuch der feinvolligen Schafzucht*, Berlin, 1811. *Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen*, Prag, 401–402.

- André, R. (1816): *Anleitung zur Veredelung des Schafviehes. Nach Grundsätzen, die sich auf Natur und Erfahrung stützen.* J. G. Calvé, Prague
- André, R. (1818): *Kurzgefasster Unterricht über die Wartung des Schafviehes, für Schafmeister und ihre Knechte.* Brünn
- André, R. (1819): *Meine Ansichten und Bemerkungen über organische Schwäche, besonders bei feinuolligen Schafen; veranlasst durch den Aufsatz des Herrn Grafen Emmerich von Festetics im Jännerheft 1819. Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen,* Prag, 161–162.
- Anon. (1811): *On the nature and origin of the Merino breed of sheep.* J. Harding, London, British Library, Banks Library B514 (14)
- Baumann, C. (1783): *Entdeckte Geheimnisse der Land- und Hauswirtschaft, für jedes Land und zum Besten aller Inwohner Deutschlands.* J. Gerold, Vienna
- Baumann, C. (1785): *Nothwendige Anstalten zur Vermehrung, Verbesserung und Verschönerung der Pferd-Rindvieh- Schaf- Geiss- und anderer Thierzuchten ohne Ausartung.* Frankfurt-Leipzig
- Baumann, C. (1803): *Der Kern und das Wesentliche entdeckter Geheimnisse der Land- und Hauswirtschaft, zur bequemern Uebersicht und zum ausgebreitetern Gebrauch, mit der neusten bewährten Versuchen und Nahrungsquellen, Liebhabern zum Handbuch gewidmet.* F. K. Siedler, Brünn
- Bourde, A. J. (1953): *The Influence of England on the French Agronomes 1750–1789.* Cambridge University Press, London
- Brown, R. D. (1987): *Lucretius on Love and Sex.* E. J. Brill, Leiden
- Buffon de L. G. (1795): *Allgemeine Naturgeschichte I–IV,* Troppau. Translation from French, *Histoire naturelle,* Paris
- Cline, H. (1805): On the form of animals. *Communications to the Board of Agriculture,* 4, 440–446.
- Culley, G. (1807): *Observations on livestock; containing hints for chusing and improving the best breeds of the most useful kinds of domestic animals. 4th edition including appendix.* G Wilkie, J Robinson, J Walker, G Robinson, London
- Dallas, H. N. (1829): Whether the breed of livestock connected with agriculture be susceptible to the greatest improvement from the qualities conspicuous in the male, or from those conspicuous in the female parent. *Transactions of the Highland Society of Scotland,* 7 (New Series 1), 43.
- Darwin, C. R. (1868): *The variation of animals and plants under domestication.* Murray, London
- Douglas, G. (1821): A communication of a singular factor in natural history. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 1821, 20.
- d'Elvert, C. (1870): *Geschichte der k. k. mähr. schles. Gesellschaft zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landes- kunde, mit Rücksicht auf die bezüglichen Cultur-Verhältnisse Mährens und Oestr. Schlessiens.* M. R. Rohrer, Brünn
- Festetics, E. (1819a): Erklärung des Herrn Grafen Emmerich von Festetics. *Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen,* Prag, *ausserordentliche Beilage,* 9–12, 18–20, 26–27.
- Festetics, E. (1819b): Weitere Erklärungen des Herrn Grafen Emerich Festetics über Inzucht. *Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen,* Prag, *ausserordentliche Beilage,* 169–170.
- Festetics, E. (1820): Bericht des Herrn Grafen Emerich Festetics als Repräsentaten des Schafzüchter-Vereins in Eisenburger Comitate. *Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen,* Prag, 25–28.
- Fink, J. H. (1799): *Verschiedene Schriften und Beantwortungen betreffend die Schafzucht in Deutschland und Verbesserungen der groben Wolle, aus eigener Erfahrung und Thathandlung, zusammengetragen in Frühjahr 1799.* Halle
- Fussell, G. E. (1972): *The Classical Tradition in West European Farming.* David & Charles, Newton Abbot
- Hastfer, F. W. (1752): *Ütförlig och omständig underrättelse om fullgoda fårs ans och skjötsel, til det all männnas tjänst sammanfaltad af Fried. W. Hastfer.* J Merckell, Stockholm
- Hunt, J. (1812): *Agricultural memoirs or history of the Dishley system, in answer to Sir John Saunders Sebright.* Nottingham
- Klemm, V. – Meyer, G. (1968): *Albrecht Daniel Thaer.* UEB Max Niemeyer. Halle
- Köcker, M. (1809): Auszüge aus Briefen des Herrn Oekonom Köcker, auf den fürst. Salmischen Herrschaft Raiz in Herbst 1808 an den Herausgeber des letzten. *Hesperus,* 277–303.
- K in Mähren (Köller, M): (1811): Ist es nothwendig, zur Erhaltung einer edlen Schafherde stets fremde Original-Widder nachzuschaffen, und artet sie aus, wenn sich das verwandte Blut vermischt? *Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen,* Prag, 294–298.
- Kurucz, G. (1990): The Literature of the New Agriculture in the Festetics Library. (English translation of Hungarian title) *Magyar Könyvszemle.* 106, 1–2, 32–44.
- Lawrence, J. (A Farmer and Breeder): (1800): *The New*

- Farmer's Calendar ... comprehending all the material improvements in the new husbandry with the management of livestock.* C. Whittingham, London
- Marshall, W. (1790): *The rural economy of the midland counties.* 2 volumes. G. Nicol, London
- Marshall, W. (1818): (Volumes published separately between 1808 and 1817, reissued in 1818): *The review and abstract of the county reports to the Board of Agriculture.* 5 volumes. T. Wilson, York, Reprinted by David and Charles, Newton Abbot, ca. 1968
- Maupertuis, P. L. M., de (1745): *Vénus Physique.*, Paris.
- The earthy Venus.* Translation by Boas, S. B. for Johnson Reprint Corporation, New York, 1966
- Mayr, E. (1982): *The Growth of Biological Thought. Diversity, Evolution and Inheritance.* Harvard University Press, Cambridge, MA
- McCombie, W. (1866): *Cattle and Cattle Breeding* Edinburgh (4th Edition)
- Nestler, J. K. (1839): Ueber Innzucht. *Mittheilungen*, 121–128.
- Orel, V. – Wood, R. J. (1998): Empirical Genetic Laws Published in Brno before Mendel Was Born. *Journal of Heredity*. 89, 79–82.
- Parkinson, R. (1808): *General view of the agriculture of the county of Rutland.* Draw up for consideration by the Board of Agriculture and Internal Improvement, London. Nicol, London
- Parry, C. H. (1806): An essay on the nature, produce, origin and extension of the Merino breed of sheep. *Communications to the Board of Agriculture*, V: Part 1, (XVIII), 337–541.
- Pearce, W. (1794): *General view of the agriculture of the country of Berkshire.* Drawn up for consideration by the Board of Agriculture and Internal Improvement, London. Nicol, London
- Pinto-Correia, C. (1997): *The Ovary of Eve. Egg, Sperm and Preformation.* Chicago University Press, Chicago–London
- Roger, J. (1997): *Buffon.* (English translation of *Buffon, un Philosophe au Jardin du Roi*, 1989, made by Sarah L. Bonnefoi): Cornell University Press, Ithaca–London.
- Sinclair, J. (1832): *The code of agriculture.* 5th edition. Sherwood, Gilbert & Piper, London, The 1st edition 1817 was reviewed in *Möglin Annalen*, the review being reproduced in *Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen, Prag*, 1820, 201.
- Steiner, E. (1978): *Über den Beitrag Albrecht Thaers zur Entwicklung agrarwissenschaftlicher Disziplinen auf dem Gebiete der Tierproduktion.* Dissertation an der Biowissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin
- Szabó T. A. – Pozsik L. (1989): A magyar genetikai elő tudományos emléke: Festetics Imre (1819) A beltenyésztésről [A természet genetikai törvényei] *Tudomány. A Scientific American magyar kiadása.* 12, 45–47.
- Thaer, A. (1804): *Einleitung zur Kenntnise der englischen Landwirtschaft*, 3. Gebrüder Halm, Hannover. (the final of three volumes on English agriculture, 1798–1804)
- Thompson, J. A. (1908): *Heredity.* John Murray, London
- Wallace, R. (1893): *Farm Livestock*, Edinburgh
- Winstanly, W. (1679): *The Countryman's Guide.* London
- Wood, R. J. (1973): Robert Bakewell (1725–1795) pioneer animal breeder, and his influence on Charles Darwin. *Folia Mendeliana.* 8, 231–243.
- Wood, R. J. – Orel, V. (2001): *Genetic Prehistory in Selective Breeding: a Prelude to Mendel.* Oxford University Press, Oxford
- Wood, R. J. – Orel, V. (2005): Scientific Breeding in Central Europe during the Early Nineteenth Century: Background to Mendel's Later Work. *Journal of the History of Biology.* 38, 239–272.
- Youatt, W. (1834): *Cattle, their breeds, management and diseases.* Robert Baldwin, London.
- Young, A. (1771): *The farmer's tour through the east of England.* London
- Young, A. (1811): *On the husbandry of three celebrated British farmers, Messrs Bakewell, Arbutnot and Duckett: being a lecture read to the Board of Agriculture.* London