

A D-VÉRCSOPORT ÉS A BIOKÉMIAI POLIMORF RENDSZEREK VIZSGÁLATA TELIVÉR ÉS ÜGETŐ FAJTÁKBAN

JÓZSA CSILLA — HUSVÉTH FERENC — BÁN BEÁTA — TAKÁCS ERZSÉBET

ÖSSZEFOGALALÁS

A szerzők, Magyarországon tenyésztett angol telivér (n=58) és amerikai ügető (német, illetve francia háttérű; n=52) fajták vérmintáit vizsgálták származásellenőrzés céljából. Az ellenőrzött rendszerek a következők voltak: alpha-1-beta glycoprotein (A1B), albumin (Al), karboxilészteráz (Es), transferrin (Tf), D vitamin kötő fehérje (Gc), valamint a D vércsoport rendszer (EAD). A vércsoport és biokémiai polimorfizmus meghatározásához poliakrilamidgél (PAGE) technika, valamint vörösvértest vércsoport-analízis módszerek kerültek alkalmazásra. A kapott eredmények alapján a két fajta között eltérés volt megfigyelhető, a D vércsoport rendszer, valamint a Tf és az Al lokuszok egyes alléljának gyakorisága között. Más rendszerek esetében (Es, A1B, GC polimorf rendszerek) viszont nem mutatkozott különbség a két fajta között.

A munka során bebizonyosodott, hogy a több faktorra és alrendszerre alapozott analitikai eljárások alkalmasak a két fajta és az azokon belüli egyedek közötti különbségek meghatározására. Segítségükkel a génáramlás, valamint a beltenyésztettség becslése érdekében is hasznos adatok születtek.

Józsa, Cs.Ms. – Husvéth, F. – Bán, B.Ms. – Takács, E.Ms.: EXAMINATION OF D-BLOOD GROUP AND BIOCHEMICAL SYSTEMS IN THOROUGHBRED AND TROTTER HORSES

Blood samples of Thoroughbred (n=58) and Trotter horses (n=52) from Hungarian herds were analyzed for parentage control. The analyzed systems were as follow: alpha-1-beta glycoprotein (A1B), albumin (Al), carboxylesterase (Es), transferrin (Tf), D vitamin-binding protein (GC) and the D blood group system (EAD). For the blood group and biochemical polymorphism experiments we used electrophoretical starch gel- and polyacrylamide gel (PAGE) as well as blood group detection techniques.

On the basis of our results some significant differences could be seen between the two species in the frequency of alleles in the D blood group system, in the Tf and Al loci ($P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.001$). There were no differences in other systems (Es, A1B, GC polymorph system) comparing the two horse species.

Our results prove that analytical techniques having based on multiple factors and subsystems are suitable for the comparison of herds and for the estimation of genetic distance or similarity. They may shed light on the gene flow and can serve with valuable data for the estimation of inbreeding.

BEVEZETÉS

Az állattenyésztésben évtizedek óta nagy szerepe van a vércsoport és a vérhez kapcsolódó biokémiai polimorfizmus tulajdonságoknak a származás-ellenőrzésben, a fajtarokonsági vizsgálatokban, illetve a populációk genetikai struktúrájának detektálható változásában.

A fajtarokonsági viszonyok illetve a fajták közötti genetikai távolságok meghatározhatók, ha összehasonlítjuk az egyes fajtákban kapott vércsoport-, szérumfehérje- és enzimgének gyakorisági értékeit. A kapott összefüggések, a fajták fejlődéstörténetében, az evolúció eredményeit azonosíthatják. A fajták közötti genetikai távolságok ismerete különösen hasznos a keresztezések tervezésekor és elősegítik a heterozis hatását becslését. A populációgenetikai vizsgálatokban a vércsoport-, szérumfehérje- és enzimvizsgálatok segítségével számszerűsíthető a genetikai variabilitás, valamint becsülhető egy adott állomány beltenyésztettségének (homozigotizálásának) mértéke is. Ennek elméleti alapja az, hogy a beltenyésztettség mértéke arányos a homozigóta egyedek adott állományon belüli viszonylagos gyakoriságával (*Fésüs, 1984*).

Az immunogenetika viszonylag új, de gyorsan fejlődő tudományterület, ami immunreakciókkal azonosítható antigén természetű anyagok vizsgálatával foglalkozik. Ide tartoznak elsősorban a vércsoportok, a hisztokompatibilitási antigének, a különféle fehérje-polimorfizmusok: a vérben, a tejben és egyéb testnedvekben vagy szövetekben található antigének, ellenanyagok, enzimek és más fehérjék polimorf, azaz eltérő alakjai. Ezen életfontosságú anyagok biokémiai felépítésében olyan különbségek vannak, amelyek polimorfizmust (sokoldalúságot) eredményeznek. Az immunogenetika történetének kezdete *Landsteiner (1901) (1868–1934)* nevéhez fűződik. Ő fedezte fel 1900-ban az emberi ABO vércsoport- rendszert. A vércsoport-antigének olyan genetikailag determinált antigén tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek a specifikus ellenanyagok termelését váltják ki, és ezzel reakcióba lépnek (*Bodó és Kovács, 1993*).

A vércsoportok öröklődése a mendeli homodinám öröklésmenetet követi, azaz a genotípus két alléljében jelenlevő faktorok fenotípusában is megnyilvánulnak (*Bodó és Hecker, 1998*). Ezt az öröklésmenetet a vércsoport esetében kodomináns öröklésmenetnek nevezzük. (Legegyszerűbb példa az ember esetében: $AA \times BB = AB$)

A vérben fehérjék vagy fehérjetermészetű anyagok, enzimek, hemoglobin, stb. is vannak, amelyek ugyancsak többalakúságot (polimorfizmust) mutatnak. Ezek különböző biokémiai vagy elektroforetikus módszerekkel kimutathatók. A különböző faktorok, amelyek így vizsgálhatók, ún. fenocsoportok formájában alléleket alkotnak, amelyeket ugyanazon a kromoszómán öröklődve a mendeli szabályok szerint kodomináns öröklésmenetet követnek (*Bodó és Hecker, 1998*).

Vércsoport vizsgálatok fő fajtái

Landsteiner (1901) humán vonatkozású első eredményeit követően, hasonlóan a többi háziállatfajhoz, ló esetén is többen (*Schmid, 1965; Hesselholt, 1966; Sandberg, 1970; Watanabe és Noda, 1970*) próbálkoztak természetes ellenanyagok segítségével vércsoportokat meghatározni. A negyvenes években

angol kutatók ismerték fel, hogy a csikók újszülöttkori sárgaságát anya-magzat viszonylatban meglevő vércsoportkülönbségek váltják ki. Ez a felismerés eredményezte a lóvércsoport-kutatás fellendülését (Bodó és Hecker, 1998).

A ló vércsoportrendszerei közül — komplexitásuk és alléljeik nagy száma miatt — legnagyobb jelentőségű az A és a D rendszer. Stormont és Suzuki (1964) minimális allélt tudtak kimutatni a D vércsoport rendszeren belül. Ez a hetvenes évektől megváltozott, és egyre több allélt izoláltak az említett vércsoport rendszerben (Sandberg, 1973; Podliachonk és Meriaux, 1977, 1979; Bouquet és mtsai, 1981; Scott, 1985; Bowling, 1987; Bowling és Williams, 1991). Bowling és Williams (1991) kutatásai a „null” allél (D-), illetve Dq allél felfedezését eredményezték.

A vér biokémiai polimorf rendszereinek vizsgálata lovakban

A vércsoportvizsgálatok kiegészítéseként, genetikai szempontból elsősorban a transzferrin meghatározások bizonyultak hasznosnak. A rendszer kutatását Braend és Stormont (1964), Gahne (1966) és Scott (1970) kezdték el. Későbbi munkák (Bell és mtsai, 1988) már poliakrilamid gélelektroforézis használatát mutatták be a Tf rendszer alléljainak meghatározásakor. Bowling (1991), valamint Schmid és mtsai (1990) igazolták, hogy a poliakrilamid gélelektroforézis segítségével nagyobb számú rendszer, illetve allél mutatható ki.

A D vitaminkötő fehérje rendszer vizsgálata során 1978-ban három tanulmány is napvilágot látott (Gahne és Juneja, 1978; Juneja és mtsai, 1978; Weitkamp, 1978). A rendszerben megjelenő két allél kutatását Cleve és Schmid (1991), valamint Ouragh és mtsai (1992) folytatták.

A karboxilészteráz rendszert lófajban elsőként Kaminski és Gajos (1964) valamint Gahne (1966) vizsgálták. A kutatások számos új allél megtalálását eredményezték, így ma már tudjuk, hogy lófajban tíz allél jelenhet meg a rendszeren belül (Sandberg és mtsai, 1987; Bell és mtsai, 1995).

Az albumin rendszer volt lófajban az első vizsgált rendszer, amelyben Stormont és Suzuki (1963) izolálta elsőként a rendszer két alléljét (Al-A, Al-B).

Az A1B rendszer kutatását Braend (1967) kezdte el. Lovakban három allélt sikerült kimutatni (F, K és S), de a kutatás további alléleket keres (Patterson és mtsai, 1991; Nickel és mtsai, 1992; Cristofalo és mtsai, 1992).

Az említett polimorf rendszerek sokszínűségéből adódóan az adott fajták rokonsági fokát, származását, genetikai távolságát egyértelműen felmérhetjük.

Munkánk során, a Magyarországon tenyésztett angol telivér (továbbiakban telivér), valamint amerikai ügető (német, illetve francia háttérű; továbbiakban ügető) genetikai összehasonlítását terveztük a lovak származásellenőrzésében használt módszerek segítségével, illetve az egyes populációk allélgyakorisági értékeinek összevetését az alkalmazott tenyésztési eljárással.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Mintavétel és a vizsgált anyag

A vizsgálatokat az Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet Állattenyésztési Főosztályának Immunogenetikai Laboratóriumában végeztük. A felhasznált vérminták a telivér (szenttamási ménés, dióspusztai ménés) és ügető

(mezőhegyesi ménes, rádiházi ménes) lófajták tenyészkancáinak és azok azonos évjáratú csikóinak kötelező származásellenőrzés vizsgálataiból származtak. A vizsgálati anyag a véna jugulárisból aseptikus körülmények között levett vérminta volt.

Kísérletünkben, a részletesebb szérumfehérje vizsgálatra módot adó PAGE technológiát, valamint a vörösvértest elemzések eredményeit használtuk fel. A vörösvértest vizsgálatokban kizárólag a D-rendszerbeli allélokat vettük figyelembe, mivel ebben a rendszerben van a legnagyobb változatosság. A vvt vércsoport tulajdonságok vizsgálatához a következő vizsgáló savók álltak rendelkezésünkre: Da, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l, m, n, o, r. A PAGE vizsgálatokban a transferrin, az albumin, a karboxilészteráz, a D-vitamin-kötő fehérje és az A1B glycoprotein (Xk) faktorait vettük figyelembe.

A poliakrilamid gél alkalmazásakor (PAGE) Allen (1974) által leírt „discontinuous buffer system”-et használtuk. A gél készítésének pontos metodikáját és a festési eljárást Gahne és mtsai (1977) által leírtak szerint alkalmaztuk.

Statisztikai analízis

A kísérletek eredményeit vizsgálat típusonként fajta- és populációbontásban listáztuk az egyes allél- (faktor) gyakoriságok szerint. Az így kapott eset-szám-táblázatokból, első lépésben, az egyes faktorok relatív előfordulásait mutató megoszlássorokat képeztünk. Ezek alapján — első közelítésben — már megítélhetőek voltak a populációk, illetve a fajták közötti eltérések, hasonlóságok.

Ezek, hasonlóságok mértékének statisztikai tesztelését homogenitás vizsgálattal, az esetszám-táblázatokra alkalmazott khí-négyzet próbákkal végeztük el (Prichner, 1983; Andersson, 1985). (Az egyes allélekre (faktorokra) vonatkozóan is, és a megoszlás sorok közötti eltérésekre is elvégezzük a tesztelést.) A khí-négyzet próbák jelezték a fajták/populációk genetikai „távolságának” szignifikancia-fokát. E mellett, a hasonlóság fokát egy empirikus, „közérthetőbb”, %-os mutatóban is kifejeztük a khí-négyzet értékből képezhető Cramer-index (CI) komplementereként. Az alkalmazott módszerrel, az összehasonlított állományok teljes genetikai hasonlósága esetén, a hasonlósági index (HI) 100%, maximális különbség esetén 0%.

EREDMÉNYEK

A fajták közötti hasonlóságot vizsgálva, a szerológiai meghatározások eredményei szignifikáns eltérést mutattak ($P < 0,001$).

Mindkét fajtában voltak olyan allélok, amelyek csak az adott fajtát jellemezték. Ilyenek voltak, a telivér fajtában a „bcm” és a „cegimn” allélok, az ügető fajtában a „dghmr”, a „def”, a „dfklr” és a „cgm” allélok. A legnagyobb eltérést a már említett „bcm” és „cegimn”, valamint a „dkl”, „cgm” és „dghmr” allélokban tapasztaltuk (1. táblázat).

A legnagyobb hasonlóságot a „dlr” allél mutatta, ahol a százalékos érték közel azonos volt a két fajtában (2. táblázat). Az ügető fajtában a „cgm” allél dominált 50%-os értékben, míg a telivér fajtában a „dkl” allél közel 40%-os mennyiségben volt kimutatható.

1. táblázat

A D-vércsoport rendszer alléljai és frekvenciájuk

Fajták(1)	Allélok és frekvenciájuk(2)									
	cgm	dkl	bcm	delo	dghmr	del	cgm	dfklr	cegimn	dlr
Telivér(3)	0,2763	0,3816	0,1316	0,0131	0	0	0	0	0,1316	0,0658
Ügető(4)	0,50	0,18	0	0,08	0,10	0,06	0,01	0,03	0	0,04

Table 1.: Alleles and their frequencies of D-blood group system breed(1), alleles and their frequencies(2), Thoroughbred(3), Trotter(4)

2. táblázat

A D-vércsoport rendszer alléljainak statisztikai összehasonlítása khi-négyszet értékek alapján

A fajták statisztikai összehasonlítása allélenkénti χ^2 -érték alapján(1)										Fajták összehasonlítása megoszlások közötti χ^2 -érték alapján(2)	
cgm	dkl	bcm	delo	dghmr	del	cgm	dfklr	cegimn	dlr		
8,9**	8,9**	13,9***	3,9*	8,1**	4,7*	0,8NS	2,3NS	13,9***	0,6NS	57,8***	HI: 18%

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, HI: a hasonlóság %-os értéke a két fajta között khi-négyszet értékek alapján(3)

Table 2.: Statistical comparison of breeds (D-blood group system) statistical comparison of breeds on the basis of χ^2 -value per allele(1), comparison of breeds on the basis of χ^2 value between distributions(2), *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, HI: similarity index(3)

A vér biokémiai polimorfizmusát tekintve a vizsgált öt rendszer közül csak háromban volt kimutatható szignifikáns eltérés. A három rendszer közül a transzferrin- és az albumin rendszerekben tapasztaltunk figyelemre méltó eredményeket.

A transzferrin rendszeren belül a D, az F1 és az F2 faktorokban mértünk erősen szignifikáns eltérést (P<0,001). Az F2 faktor a telivér fajtában közel 15%-os értékben, míg az ügetőben ennek ötszöröse volt kimutatható (3. táblázat). Az F1 faktort az ügető fajtában nem találtuk meg, ezzel szemben a telivér fajtában előfordulásuk közel 30%-os gyakoriságú volt. Ez utóbbi fajtában a TfD faktor dominált a transzferrin rendszeren belül közel 32%-ban, míg az ügető fajtában a TfF2 faktor volt uralkodó 75%-os értékben. A TfH faktor egyik fajtában sem jelent meg. A vizsgált fajták szignifikánsan eltértek egymástól a transzferrin rendszer alléljait tekintve (P<0,001).

Az albumin rendszerben a faktorok százalékos megoszlása teljesen eltérő volt a két fajtában. Míg a telivérben az AIB faktor volt kimutatható magasabb arányban (közel 86%-ban), addig az ügetőben az AIA faktor dominált 54%-ban. E rendszert tekintve is szignifikáns eltérést tapasztaltunk a két fajta között (P<0,001).

A karboxilészteráz rendszer négy faktora közül az F, az I és az S faktorok jelentek meg. A rendszerre nézve gyenge szignifikáns eltérést tudunk kimutatni a két fajta között (P<0,05). Az M faktor minkét fajtából hiányzott, ugyanakkor az I faktor dominált a rendszeren belül mindkét esetben. Az S faktoron belül szignifikáns eltérést tapasztaltunk (P<0,01) a fajták között, mivel az a telivérben 1,31%-os értékben, az ügető fajtában 12%-os értékben jelent meg (3. táblázat).

A legnagyobb hasonlóság a két fajta között a GC rendszeren belül mutatkozott, ahol a hasonlósági index 97%-os volt (4. táblázat).

3. táblázat

A vizsgált biokémiai rendszerek alléljai és azok gyakorisága

Biokémiai rendszerek(1)	Fajták(2)	Allélok és frekvenciájuk(3)					
		D	F1	F2	H	O	R
Transzferrin	telivér(4)	0,3158	0,2895	0,1447	0	0,1842	0,0658
	ügető(5)	0,12	0	0,75	0	0,12	0,01
Albumin	telivér(4)	A	B				
	ügető(5)	0,1447	0,8553				
Karboxilészteráz	telivér(4)	F	I	M	S		
	ügető(5)	0,1053	0,8816	0	0,0131		
GC	telivér(4)	F	S				
	ügető(5)	0,18	0,70	0	0,12		
Xk	telivér(4)	F	K	S			
	ügető(5)	0	1	0			
		0	0,98	0,02			

Table 3.: Alleles and their frequency of biochemical systems
biochemical systems(1), breed(2), alleles and their frequencies(3), Thoroughbred(4), Trotter(5)

Mindkét fajtában az F faktor dominált, 97% feletti értékben (3. táblázat). Szignifikáns eltérést azonban a két fajta között nem tapasztaltunk ($P > 0,05$; 4. táblázat).

4. táblázat

A fajták biokémiai rendszereinek statisztikai összehasonlítása khi-négyszet értékek alapján

Biokémiai rendszerek(1)	A fajták statisztikai összehasonlítása allélenkénti χ^2 -érték alapján(2)						Fajták összehasonlítása megoszlások közötti χ^2 -érték alapján(3)	
	D	F1	F2	H	O	R		
Transzferrin	10,2**	33,1***	63,3***	—	1,4NS	4,1*	74,6***	HI: 12%
Albumin	A	B						
	27,3***	27,3***					27,3***	HI: 36%
Karboxilészteráz	F	I	M	S				
	1,9NS	8,2**	—	7,2**			10,1***	HI: 57%
GC	F	S						
	0,05NS	0,05NS					0,05NS	HI: 97%
Xk	F	K	S					
	—	1,5NS	1,5NS				1,5NS	HI: 83%

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$, HI: a hasonlóság %-os értéke a két fajta között khi-négyszet értékek alapján(4)

Table 4.: Statistical comparison of breeds (biochemical systems)
biochemical systems(1), statistical comparison of breeds on the basis of χ^2 -value per allele(2), comparison of breeds on the basis of χ^2 -value between distributions(3), * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$, SI: similarity index(4)

Az Xk rendszerben a K faktor értéke volt mindkét fajtában a legmagasabb. Ez a telivér fajtában 100%-nak, az ügető fajtában 98%-nak bizonyult. Szignifikáns eltérést a fajták között azonban ebben az esetben sem tapasztaltunk ($P>0,05$; 4. táblázat).

EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

A telivérek vonatkozásában tapasztalt eredményeink hasonlóak voltak más szerzők ugyanezen fajtában talált allélgyakoriságra vonatkozó eredményeivel. Munkánk során nem találtuk meg a transzferrin rendszer M allélját, amely jól egyezett más szerző megfigyeléseivel (Gahne, 1966).

Bowling és Clark (1985) a transzferrin-, az albumin-, a Gc-, az Xk-, valamint az Es-rendszerben talált faktorai hasonlóak voltak eredményeinkhez (5. táblázat). A két fajta között az albumin rendszerben a faktorok százalékos megoszlása teljesen eltérő volt. Míg a telivér fajtában a B faktor jelent meg nagyobb értékben, addig az ügetőben az A faktor.

5. táblázat

Biokémiai polimorf rendszerek vizsgálata telivér fajtákban (%)

Vizsgált rendszerek(1)	Bowling és Clark (1985)	Saját eredmények(2)
Transzferrin		
D	32,0	31,58
F1	31,0	28,95
F2	15,5	14,47
O	5,5	18,42
R	13,5	6,58
Albumin		
A	19,5	14,47
B	80,5	85,53
Karboxilészteráz		
F	6	10,53
I	90,5	88,16
M	—	—
S	3,5	1,31
GC		
F	93,9	98,68
S	6,1	1,32
Xk		
F	2	—
K	98	100
S	—	—

Table 5.: Comparison of the results of biochemical polymorph systems in Thoroughbred (%) analysed systems(1), our results(2)

A D vércsoporton belül vizsgált allélok esetében a telivér fajtában vizsgálatunk során is a „dkl” és a „cgm” allélokat találtuk magasabb százalékos értékben. Bowling és Williams (1991) hasonló eredményeket kapott a két fajta vonatkozásában.

A vércsoport vizsgálatok eredményei alapján elmondhatjuk, hogy mindkét fajtát alacsony allélszám jellemzi. Egy-egy alléli frekvenciája kiugróan magas

volt, ami valószínűleg annak köszönhető, hogy az állományok tenyészkancáit kevés ménnel fedezték, illetve, hogy a mének genetikai háttere nagyon hasonló volt. Ez arra enged következtetni, hogy a vizsgált állományban használt tenyésztés technológia, mind a fajtán, mind az állományon belül egyre nagyobb beltenyésztettséget eredményez.

IRODALOM

- Allen, R.C.(1974): Polyacrylamide gel electrophoresis with discontinuous buffers at a constant pH. In: Electrophoresis and isoelectric focusing in polyacrilamide gel. (Ed.) Allen, R.C. – Maurer, H.R., Walter de Gruyter, Berlin, 105–114.
- Andersson, L.(1985): The estimation of blood group gene frequencies: a note on the allocation methods. Anim. Blood Grps Biochem. Genet., 16. 1–7.
- Bell, K. – Arthur, H. – Breen, M.(1995): Mutations in the equine plasma transferrin and esterase systems. Anim. Genet., 26. 407–411.
- Bell, K. – Pollitt, C.C. – Patterson, S.D.(1988): Subdivision of equine Tf into H1 and H2. Anim. Genet., 19. 177–183.
- Bengtson, S. – Sandberg, K.(1973): A method for simultaneous electrophoresis of four horse red cell enzyme systems. Anim. Blood Grps Biochem. Genet., 4. 83–87.
- Bodó, I. – Hecker, W.(szerk.)(1998): Lótenyésztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Bodó, I. – Kovács, Gy.(1993): Általános állattenyésztés. (Alkalmazott genetika). Állatorvostudományi Egyetem, Budapest, 69–77.
- Bouquet, Y. – Van Zeveren, A. – Van de Weghe, A. – Meriaux, J.C.(1981): A contribution to the D system in horses. Anim. Blood Grps Biochem. Genet., 12. 187–192.
- Bowling, A.T.(1987): Three new factors which split the blood group Dcgm of the horse. Anim. Genet., 18. (Suppl. 1.), 127–128.
- Bowling, A.T.(1991): An unusual transferrin variant in a Thoroughbred stallion. Anim. Genet., 22. (Suppl. 1.) 18.
- Bowling, A.T. – Clark, R.S.(1985): Blood group and protein polymorphism gene frequencies for seven breeds of horses in the United States. Anim. Blood Grps Biochem. Genet., 16. 93–108.
- Bowling, A.T. – Williams, M.J.(1991): Expansion of the D system of horse red cell alloantigens. Anim. Genet., 22. 361–367.
- Braend, M.(1967): Variation of horse prealbumins in acidic starch gels. Acta Vet. Scand., 8. 193–194.
- Braend, M. – Stormont, C.(1964): Studies on haemoglobin and transferrin types of horses. Nord. Vetmed., 16. 31–37.
- Cleve, H. – Schmid, D.O.(1991): A rare Gc mutant in horses disclosed by isoelectric focusing and subsequent immunoprinting. Exp. Clin. Immunogen., 8. 49–54.
- Cristofalo, C. – Cozzi, M.C. – Valiati, P.(1992): Identification of a new variant in the equine serum a1B-glycoprotein (A1B) system. Anim. Genet., 23. (Suppl. 1.) 24.
- Fésüs, L.(1984): Újabb genetikai és biotechnológiai módszerek az állattenyésztésben. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 7–30.
- Gahne, B.(1966): Studies on the inheritance of electrophoretic forms of transferrins, albumins, prealbumins and plasma esterases of horses. Genet., 53. 681–694.
- Gahne, B. – Juneja, R.K.(1978): Polymorphic post-albumin of cattle and horse plasma identified as vitamin D binding protein (GC protein). Anim. Blood Grps Biochem. Genet., 9. 37–40.
- Gahne, B. – Juneja, R.K. – Grolmus, J.(1977): Horizontal polyacrylamide gel electrophoresis for simultaneous phenotyping of transferrins, post-transferrins, albumin and post-albumin in the plasma of cattle. Anim. Blood Grps Biochem. Genet., 8. 127–137.
- Hesselholt, M.(1966): Studies on blood groups and serum types of the Icelandic horses. Acta Vet. Scand., 7. 206–225.
- Juneja, R.K. – Gahne, B. – Sandberg, K.(1978): Genetic polymorphism of the vitamin D binding protein and another post-albumin protein in horse serum. Anim. Blood Grps Biochem. Genet., 9. 29–36.
- Kaminski, M. – Gajós, E.(1964): Comparative examination of carboxylic esterases in sera of horse, donkey and their hybrids. Nature, 201. 716–718.

- Landsteiner, K.*(1901): Über Agglutinations-erscheinungen normalen menschlichen Blutes. Wiener Klinische Wochenschrift, 14. 1132–1134.
- Nickel, L. – Bowling, A. – Wictum, E.*(1992): Rare variant alleles of A1B in Shires and American Quarter horses. Anim. Genet., 23. (Suppl.1.) 23.
- Ouragh, L. – Braun, J.P. – Meriaux, J.C.*(1992): A new phenotype in the horse Gc system. Anim. Genet., 23. (Suppl. 1.) 21.
- Patterson, S.D. – Bell, K. – Shaw, D.C.*(1991): Donkey and horse A1B-glycoprotein: partial characterization and new alleles. Comp. Biochem. Physiol., 98B, 523–528.
- Podliachouk, L. – Meriaux, J.C.*(1977): A new factor (Dg) of the D blood group system of the horse. Anim. Blood Grps Biochem. Genet., 8. 179–181.
- Podliachouk, L. – Meriaux, J.C.*(1979): Two new factors of the D blood group system of the horse. In: Proc. 16th Int. Conf. Anim. Blood Grps Biochem. Genet., Leningrad, IV. 117–123.
- Prichner, F.*(1983): Population Genetics in Animal Breeding. Freeman Company, San Francisco
- Sandberg, K.*(1970): Blood group factors and erythrocyte protein polymorphism in Swedish horses. In: Proc. 11th Europ. Conf. Anim. Blood Grps Biochem. Polymorphism., Warsaw, 447–452.
- Sandberg, K.*(1973): The D blood group system of the horse. Anim. Blood Grps Biochem. Genet., 4. 193–205.
- Sandberg, K. – Andersson, L. – Bengtsson, S.*(1987): Another case of mutation in the equine serum esterase (Es) system. Anim. Genet., 18. (Suppl. 1.) 66–67.
- Schmid, D.O.*(1965): Blood group studies in horses. In: Proc. 9th Europ. Conf. Anim. Blood Groups. Prague, 1964, 237–243.
- Schmid, D.O. – Ek, N. – Braend, M.*(1990): Further evidence for a silent allele in the transferrin locus of the horse. Anim. Genet., 21. 423–426.
- Scott, A.M.*(1970): A single gel for the separation of albumins and transferrins in horses. Anim. Blood Grps Biochem. Genet., 1. 253–254.
- Scott, A.M.*(1985): The D red-cell system in horses: the factor DI. Anim. Blood Grps Biochem. Genet., 16. (Suppl. 1.) 23.
- Stormont, C. – Suzuki, Y.*(1963): Genetic control of albumin phenotypes in horses. In: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 114. 673–675.
- Stormont, C. – Suzuki, Y.*(1964): Genetic systems of blood groups in horses. Genet., 50. 915–929.
- Watanabe, Y. – Noda, H.*(1970): Preparation of equine blood typing reagents. Jap. J. Zootech. Sci., 41. 649–654.
- Weitkamp, L.R.*(1978): Equine marker genes. Polymorphism for group-specific component (Gc). Anim. Blood Grps Biochem. Genet., 9. 123–126.

Érkezett: 2005. május

Szerzők címe: Józsa, Cs. – Husvéth, F.: VE, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar

Authors' address: University of Veszprém, Georgikon Faculty of Agriculture

H-8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

Bán, B. – Takács, E.: Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet

National Institute for Agricultural Quality Control

H-1024 Budapest, Keleti Károly u. 24.