



Tudományos közlemény

A mezőhegyesi őshonos lófajták parciális beltenyésztettségének vizsgálata

KLEIN Renáta^{id} 2,3*, MIHÓK Sándor¹, OLÁH János³, POSTA János^{id} 1

¹Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet, Állattenyésztési Tanszék; 4032 Debrecen, Böszörmény út 138.

²Debreceni Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola, Debrecen; 4032 Debrecen, Böszörmény út 138.

³Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet; 4032 Debrecen, Böszörmény út 138.

ABSTRACT - Evaluation of the partial inbreeding of the indigenous horse breeds from Mezőhegyes

Author: Renáta KLEIN^{2,3*}, Sándor MIHÓK¹, János OLÁH³, János POSTA¹

Affiliation: ¹Department of Animal Husbandry, Institute of Animal Science, Biotechnology and Nature Conservation, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, University of Debrecen, H-4032 Debrecen, Böszörményi Street 138. Hungary; ²Doctoral School of Animal Science, University of Debrecen, H-4032 Debrecen, Böszörményi Street 138., Hungary; ³Institutes for Agricultural Research and Educational Farm, Farm and Regional Research Institute of Debrecen, University of Debrecen, H-4032 Debrecen, Böszörményi Street 138. Hungary

This work aimed to evaluate the inbreeding of the three indigenous horse breeds from Mezőhegyes: Gidran, Furioso-North Star and Nonius. The breeding of these breeds was influenced by a lot of things in the past centuries. Their breeding aims were changed from military purposes to hobby and sport usage which changed their character too. In the last decades population genetics, especially pedigree analysis were highly used methods. The genealogical information was traced back from the actual breeding population back to the founder animals, and the final database contained more than 47,000 horses. The reference populations were defined as the registered breeding sires in 2019. In this work, we estimated the Wright inbreeding coefficient of the animals in the reference populations, and the partial inbreeding coefficients for the breed- and linefounder sires were also computed. The partial inbreeding for these founders was similar. The breeding of these genealogical lines was based on traditions, there were no different coefficients in these examined lines.

Keywords: horse breeding, pedigree analysis, Mezőhegyes, partial inbreeding, Wright coefficient

*CORRESPONDING AUTHOR

Debreceni Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

✉ 4032 Debrecen, Böszörményi út 138., ☎ 52/508-044 (88246);

E-mail: klein.renata@agr.unideb.hu

BEVEZETÉS

Az 1784-ben katonai létesítményként alapított Mezőhegyesi ménesben három őshonos lófajtát tenyésztettek ki: a furioso-north start, a gidránt és a nóniuszt. A gidránt és a furioso-north start a katonaság szükségleteit kielégítő hátszlóként tenyésztették, míg a nóniuszt tüzerhámosként (*Bozsik, 1985*). Az eltelt évtizedekben a fajták populációi dinamikusan változtak, létszámuk csökkent, veszélyeztetetteké váltak. A FAO (2022) adatai szerint 2019-ben 350 girán 905 nóniusz és 556 furioso-north star kancát tartottak tenyésztésben. A ggránban 27, a nóniuszban 73 míg a furioso-north starban 80 mén fedezett. A populációk minél pontosabb genetikai szerkezetének ismerete főként az alacsony egyed számmal rendelkező fajták esetében fontos, mert ezek védelmére, genetikai variabilitásuk megtartására – veszélyeztetettségük okán – kiemelt figyelmet kell fordítani (*Ács és mtsai, 2019*).

A feljegyzett származási adatok, vagy más néven pedigrek, régóta szolgálnak információt a kvantitatív genetikai becslésekhez (*Čačić és mtsai, 2014*). Az állományok genetikai változatosságának pontos ismerete iránt az utóbbi évtizedekben növekedett meg az érdeklődés (*Wooliams és mtsai, 2002*). Az egyes állományok genetikai hátterét és összetételét a származási adatok ismeretében pedigreelemzéssel vagy genetikai marker vizsgálatok segítségével ismerhetjük meg (*Vígh és mtsai, 2008*). Gazdasági állatfajok tekintetében pedigreeanalízissel számított mutatók ismeretében alacsonyan tartható a beltenyésztettség szintje. Különösen fontos ez olyan fajták esetében, ahol intenzív szelekciós munka folyik, vagy melyeket akár évszázadok óta zárt törzskönyvi rendszerben tenyésztenek (*Bokor és mtsai, 2010*).

Egy állományban a beltenyésztési együttható szintje kiemelt jelentőségű a fajta genetikai sokféleségének megőrzésében. Beltenyésztésről akkor beszélünk, ha rokon egyedeket párosítunk egymással. Ha egy populációt genetikai értelemben zártan tenyésztünk, akkor beltenyésztést végzünk, aminek következtében generációról generációra csökken a heterozigóta allélpárok száma, mivel az utódok nagyobb valószínűséggel lesznek homozigóták, mint véletlenszerű párosítás esetén (*Dohy, 1999*).

A beltenyésztettség mérésére legerelterjedtebben a Wright-féle beltenyésztési együtthatót használják. Az elmúlt évtizedekben számos pedigreeanalízissel készült tanulmányt publikáltak, többek közt magyar állományokról is, felmérve azok beltenyésztettségét. A hazai angol telivér populációt *Bokor és mtsai* (2013), a lipicai állományt (*Zechner és mtsai, 2002*) a hucul állományt *Posta és mtsai* (2020) vizsgálták.

Nemzetközi viszonylatban a világfajtákon túl, a három mezőhegyesi fajtához hasonlóan helyi jelentőségű fajták beltenyésztettségét is értékelték. A lengyel melegvérű lovak beltenyésztési együtthatója 1,69% volt (*Borowska és mtsai.*, 2011). Ennél magasabb, 3,83%-os, értéket közöltek *Bramante és mtsai* (2022) az olasz murgese fajtára. Míg a kladrubi lovakra *Vostrá-Vydrová és mtsai* (2016) 13%-os értéket számított.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatásunkhoz szükséges adatbázis felépítéséhez a származási adatokat a gidrán fajta korábbi fenntartója a Kisbéri és Gidrán Lótenyésztő Országos Egyesület, a furioso-north star fajta fenntartója a Furioso-North Star Lótenyésztő Országos Egyesület valamint a nónius fajta fenntartója a Nonius Lótenyésztő Országos Egyesület bocsátották rendelkezésünkre. A tenyésztőszervezetek adatbázisait egyesítettük, majd a hiányzó egyedeket szakirodalmi források, származási lapok, méneskönyvek és online elérhető adatbázisok használatával kiegészítettük. Az elemzéshez felhasznált végleges adatbázis 47682 egyed adatait tartalmazta, amelyből leválogattuk a 2019-ben aktív, törzskönyvi ellenőrzésben tartott, vonalba sorolt méneket (122 ló). A vonalba sorolt mének pedigradatbázisába 15999 egyed tartozott. Az egyes vonalakba tartozó mének számát az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat

Az egyes vonalakba tartozó mének egyedszáma fajtánként

	Gidrán ¹²	Nóniusz ¹³	Furioso-North Star
Gidrán "A" vonal ¹ (egyed)	8	-	-
Gidrán "B" vonal ² (egyed)	9	-	-
Gidrán "C" vonal ³ (egyed)	5	-	-
Nóniusz "A" vonal ⁴ (egyed)	-	26	-
Nóniusz "B" vonal ⁵ (egyed)	-	15	-
Nóniusz "C" vonal ⁶ (egyed)	-	23	-
Nóniusz "D" vonal ⁷ (egyed)	-	9	-
Furioso "A" vonal ⁸ (egyed)	-	-	5
Furioso "B" vonal ⁹ (egyed)	-	-	14
North Star "A" vonal ¹⁰ (egyed)	-	-	8
Összesen ¹¹ (egyed)	22	73	27

Table 1. Number of sires in lines sort by breed ¹Gidran "A" line, ²Gidran "B" line, ³Gidran "C" line, ⁴Nonius "A" line, ⁵Nonius "B" line, ⁶Nonius "C" line, ⁷Nonius "D" line, ⁸Furioso "A" line, ⁹Furioso "B" line, ¹⁰North Star "A" line, ¹¹Overall, ¹²Gidran, ¹³Nonius,

A beltenyésztesési mutatók számításának megalapozottságát alátámasztja egy korábbi kutatásunkban számított teljes generációs ekvivalens érték, amely a gidrán esetében a 16,45, a furioso-north starban 15,18, míg a nóniusz populációban 12,64 generáció (*Klein és mtsai., 2022*).

A kutatás során vizsgáltuk az egyedek beltenyésztesettségét az összes egyed figyelmebe vételével, illetve kiemelt egyedekre (fajta-, és vonalalapítók) vonatkoztatva. A beltenyésztesési együttható annak a valószínűsége, hogy egy adott génhely két allélja származásilag azonos. Egy egyednek két származásilag azonos allélja akkor lehet, ha legalább egy közös ősök volt (*Szabó és mtsai., 2011*). A beltenyésztesési együttható pontossága függ a származások teljességétől és hosszától is (*Boichard és mtsai., 1997*). Minél teljesebb és minél több nemzedékre visszavezethető a származás, annál pontosabb és megbízhatóbb az együttható értéke.

A beltenyésztesettséget Wright (1922) módszerével számoltuk:

$$F_X = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^{n+n'+1} \times (1 + F_A)$$

Ahol:

F_X = X egyed beltenyésztesettségi együtthatója

n és n' = a generációk száma a közös ősig az apa és az anya részéről

F_A = bármelyik ős esetleges beltenyésztesettségi együtthatója

A parciális beltenyésztesettség annak a valószínűsége, hogy az egyed alléljai származásilag azonosak és egy adott őstől származnak. Az összes ős alapján számított parciális beltenyésztesettség értéke egyenlő a Wright-féle együtthatóval (*Lacy és mtsai., 1996, Baumung és mtsai., 2015*). Parciális beltenyésztesettség az alábbi 15 fajta-, illetve vonalalapító ménre vonatkozóan számoltunk: Gidran Senior, Nonius Senior, Furioso Senior xx, North Star Senior xx, Gidran XXXI (1863) – Gidran "A" vonalalapító, Gidran XXXIII (1868) – Gidran "B" vonalalapító, Gidran XXI (1863) – Gidran "C" vonalalapító, Nonius XXIX (1880) – Nonius "A" vonalalapító, Nonius XXXI (1880) – Nonius "B" vonalalapító, Nonius XXXVI (1883) – Nonius "C" vonalalapító, Nonius XLII (1847) – Nonius "D" vonalalapító, Furioso I (1850) – Furioso "A" vonalalapító, Furioso X (1851) – Furioso "B" vonalalapító, North Star IV (1899) – North Star "A" vonalalapító, North Star VI (1877) – North Star "B" vonalalapító.

Az adatbázist a Microsoft Access 2016 program használatával készítettük el. Az elkészült pedigrífájl a Pedigree Viewer 6.0 (Kinghorn, 1994) használatával ellenőriztük és kódoltuk. A beltenyésztettség mutatószámait a GRain 2.2 (Doekes és mtsai., 2015) használatával számítottuk, minden esetben egymillió ismétlést beállítva.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK

Gidrán

A gidrán fajta tenyésztése során a genealógiai vonalak szerinti tenyésztés egy fontos rendező elv, mivel megléte a fajtaidentitás egyik eleme. A tenyésztők három genealógiai vonalat tartanak fent, melyek alapítóit a XX. század fordulója előtt jelölték ki. Az egyes vonalakba tartozó mének átlagos parciális beltenyésztettségét az alapító Gidran Seniorra, és a három vonalapító ménre a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat

Az egyes gidrán vonalakba tartozó mének átlagos Wright-féle beltenyésztettsége és parciális beltenyésztettsége a fajta- és vonalapító egyedekre (%)

	Wright-féle mutató ⁴	Gidran Senior ⁵	"A" vonalaapító ⁶	"B" vonalapító ⁷	"C" vonalapító ⁸
"A" vonalú mének ¹ (%)	4,87±1,92	0,03±0,01	0,32±0,17	0,11±0,07	0,02±0,01
"B" vonalú mének ² (%)	3,51±2,10	0,02±0,02	0,27±0,19	0,07±0,08	0,03±0,04
"C" vonalú mének ³ (%)	3,52±1,33	0,02±0,01	0,34±0,10	0,11±0,04	0,01±0,01

Table 2 The Wright coefficient and the partial inbreeding for the breed founder and line founder stallions of each Gidran stallion lines ¹"A" line sires, ²"B" line sires, ³"C" line sires, ⁴Wright coefficient, ⁵Breed founder, ⁶"A" line founder, ⁷"B" line founder, ⁸"C" line founder

A fajta hazai tenyésztéstörténete során a "C" vonal megléte többször veszélybe került, így a "C" vonalat alapító Gidran XXI törzsménre számolt parciális beltenyésztés alacsony értékei az előzetesen vártak szerint alakultak. A három genealógiai vonal közül az "A" vonal átlagos Wright-féle beltenyésztettsége a legmagasabb, majdnem eléri az 5%-ot, ebből kevesebb, mint 0,50% a négy ménre összesen kimutatható érték. A "B" és "C" vonal esetében ez az érték szinte megegyezik. A "B" vonal esetén 0,39% parciális beltenyésztettség oszlik el a vizsgált egyedekre. Ez az érték a "C" vonalba tartozó mének esetén a legmagasabb, 0,49%, azonban ez is alacsonynak mondható. Mindhárom genealógiai vonal esetében az "A" vonal alapító ménjére számítottuk a legmagasabb, míg a "C" vonalapítóra a legalacsonyabb parciális beltenyésztettség értéket.

Mindhárom vonal 0,02% parciális beltenyészettiséget mutatott Nonius Seniorra is, mely a közös mezőhegyesi eredetre utal.

A számértékek azt bizonyítják, valóban a pedigrek szélső apai ágának őrzéséről beszélünk, a vonalakba tartozó ménnek a legtöbb esetben nem mutatnak számottevő beltenyészettiséget vonalalapítójukra.

Nóniusz

A nóniusz fajtában ma is létezik mind a 4 genealógiai vonal, azonban ezek nincsenek egyensúlyban. Míg a "D" vonalba csupán 9 mén tartozott, addig a legnépesebb "A" vonalban 26 mént tartottak nyilván. Ez a 3. táblázat értékein is meglátszik, mely az egyes vonalakba tartozó nóniusz ménnek átlagos parciális beltenyészettiségét mutatja a fajta-, illetve a négy vonalalapítóra.

Mind a négy vonal esetén az "A" vonal alapító ménjére számítottuk a legmagasabb beltenyészettiséget, míg a "D" vonal alapítójára a legalacsonyabbat. Sőt, a "D" vonalalapító átlagos értéke minden vonal esetében alacsonyabb a Nonius Seniorra számított értéknél is.

3. táblázat

Az egyes nóniusz vonalakba tartozó ménnek átlagos Wright-féle beltenyészettisége és parciális beltenyészettisége a fajta- és vonalalapító egyedekre (%)

	Wright-féle mutató ⁵	Nonius Senior ⁶	"A" vonal-alapító ⁷	"B" vonal-alapító ⁸	"C" vonal-alapító ⁹	"D" vonal-alapító ¹⁰
"A" vonalú ménnek ¹ (%)	6,09±3,16	0,05±0,02	1,12±0,61	0,69±0,35	0,60±0,35	0,01±0,01
"B" vonalú ménnek ² (%)	4,01±2,24	0,03±0,03	0,62±0,29	0,46±0,19	0,29±0,12	0,01±0,01
"C" vonalú ménnek ³ (%)	4,30±3,05	0,03±0,03	0,73±0,55	0,46±0,30	0,42±0,31	0,01±0,01
"D" vonalú ménnek ⁴ (%)	7,96±4,45	0,10±0,06	1,07±0,43	0,62±0,25	0,64±0,30	0,02±0,02

Table 3 The Wright coefficient and the partial inbreeding for the breed founder and line founder stallions of each Nonius stallion lines ¹"A" line sires, ²"B" line sires, ³"C" line sires, ⁴"D" line sires ⁵Wright coefficient, ⁶Breed founder, ⁷"A" line founder, ⁸"B" line founder, ⁹"C" line founder, ¹⁰"D" line founder

A nóniusz fajtára számított Wright-féle beltenyészettési együttható értékei magasabbak voltak, mint a gidrán fajtánál számított. A "D" vonalba tartozó ménnek esetén átlagosan majdnem elérte a 8%-ot. Ehhez mérten a parciális beltenyészettiségek értékei is magasabbak voltak. Az "A" vonalba tartozó 6505 Nonius XIV-15 (Dante) Wright-féle együtthatója 10,57%, a megjelölt ősökre számolt parciális beltenyészettisége 4,52%, melyből 2,09% az "A" vonal alapító ménjére vonatkozik.

Ahogy a gidrán esetében is a nóniusz fajtánál is tenyésztési rendező elvet jelent a genealógiai vonalak szerinti megkülönböztetés. Az egyes ménvonalakba tartozó egyedek szintjén ez a parciális beltenyésztettségben nem mutatkozik meg.

Furioso-North Star

A furioso-north star fajta négy tradicionális mén vonallal rendelkezik, azonban ezekből napjainkra egy kihaltnak tekinthető, továbbá a Furioso "A" vonal ménlétszáma is drasztikusan lecsökkent. A "B" vonal két ágra oszlik, a ménnek elegendő létszámban állnak rendelkezésre, azonban átlagéletkoruk növekszik. A North Star "A" vonal az 1980-as években jelentősen visszaszorult, fenntartása a mai napig komoly tenyésztői figyelmet és fegyelmet igényel. Ez a 4. táblázat értékein is meglátszik, mely az egyes vonalakba tartozó furioso-north star ménnek átlagos parciális beltenyésztettségét mutatja a fajta-, illetve a vonalalapító ménekre. Mindhárom ménvonal a legkisebb parciális beltenyésztettséget a már kihalt North Star "B" vonal alapítójára mutatta.

4. táblázat

Az egyes furioso-north star vonalakba tartozó ménnek átlagos Wright-féle beltenyésztettsége és parciális beltenyésztettsége a fajta- és vonalalapító egyedekre (%)

	Wright-féle mutató ⁴	Furios Senior ⁵	North Senior ⁶	Furioso "A" vonal-alapító ⁷	Furioso "B" vonal-alapító ⁸	North-Star "A" vonal-alapító ⁹	North-Star "B" vonal-alapító ¹⁰
Furioso "A" vonalú ménnek¹ (%)	3,11±1,87	0,02±0,02	0,07±0,06	0,16±0,14	0,07±0,06	0,12±0,14	0,12±0,10
Furioso "B" vonalú ménnek² (%)	4,06±1,46	0,02±0,01	0,10±0,06	0,23±0,10	0,09±0,05	0,17±0,09	0,04±0,09
North Star "A" vonalú ménnek³ (%)	4,01±1,55	0,02±0,01	0,07±0,04	0,19±0,09	0,06±0,04	0,14±0,09	0,11±0,07

Table 4 The Wright coefficient and the partial inbreeding for the breed founder and line founder stallions of each Furioso-North Star stallion lines, ¹Furioso "A" line sires, ²Furioso "B" line sires, ³North-Star "A" line sires, ⁴Wright coefficient, ⁵Breed founder stallion ⁶Breed founder stallion, ⁷Furioso "A" line founder, ⁸Furioso "B" line founder, ⁹North Star "A" line founder, ¹⁰North Star "B" line founder

A fajtaazonosság egyik sarokköve a Furioso vagy a North Star törzshöz való tartozás, azonban a Furioso törzshez tartozó ménnek nagyobb parciális beltenyésztettséget mutattak North Star Seniorra, mint Furioso Seniorra. Az egyes ménvonalak kapcsán a legmagasabb átlagos parciális beltenyésztettséget minden esetben a Furioso "A" vonalalapító ménjére vonatkozóan számoltuk. Ahogy az előző két fajta esetében, úgy a genealógiai vonalak megléte furioso-north starnál is egy tenyésztéstechnikai eszköz. A törzsek és vonalak parciális beltenyésztettségükben nem térnek el.

A Wright-féle beltenyésztettség alacsonyabb, mint a nóniusz ménnek esetében, a legmagasabb együtthatóval rendelkező Furioso "B" és North Star "A" vonalba tartozó méneknél éppen 4% feletti. A parciális beltenyésztettség értékei a gidránnál tapasztaltakhoz hasonló.

Köszönetnyilvánítás: A szerzők szeretnék megköszönni a fajták tenyésztő-egyesületeinek, hogy rendelkezésükre bocsátották adataikat.

IRODALOMJEGYZÉK

- Ács V., Bokor Á., Nagy I. (2019). Population Structure Analysis of the Border Collie Dog Breed in Hungary, *Animals*. 9, 250. DOI: [10.3390/ani9050250](https://doi.org/10.3390/ani9050250)
- Boichard, D., Maignel, L., Verrier, E. (1997). The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. *Genet. Sel. Evol.* 29, 5–23. DOI: [10.1186/1297-9686-29-1-5](https://doi.org/10.1186/1297-9686-29-1-5)
- Bokor Á., Jónás D., Bart D., Nagy, I.; Bokor J., Szabari, M. (2013). Pedigree analysis of the Hungarian Thoroughbred population. *Livestock Science*. 151, 1-10. DOI: [10.1016/j.livsci.2012.10.010](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.10.010)
- Bokor Á., Jónás D., Pongrácz L., Bokor J., Szabari M. (2010). Populáció-genetikai vizsgálatok a magyarországi angol telivér állományban. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 59(4), 311–332.
- Borowska, A., Wolc, A., Szwaczkowski, T. (2011). Genetic variability of traits recorded during 100-day stationary performance test and inbreeding level in Polish warmblood stallions. *Arch. Tierzucht*. 54 (4), 327-337. DOI: [10.5194/aab-54-327-2011](https://doi.org/10.5194/aab-54-327-2011)
- Bramante, G., Pieragostini, E., Ciani, E. (2022). Genetic Variability within the Murgese Horse Breed Inferred from Genealogical Data and Morphometric Measurements. *Diversity*. 14, 422. DOI: [10.3390/d14060422](https://doi.org/10.3390/d14060422)
- Čačić, M, Cubric-Curik, V., Ristov, S, Curik, I. (2014). Computational approach to utilisation of mitochondrial DNA in the verification of complex pedigree errors. *Livest. Sci.* 169, 42-47. DOI: [10.1016/j.livsci.2014.09.009](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.09.009)
- Doekes, H. P., Curik, I., Nagy I., Farkas J., Kövér Gy., Windig, J. J. (2020). Revised Calculation of Kalinowski's Ancestral and New Inbreeding Coefficients, *Diversity*. 12, 155. DOI: [10.3390/d12040155](https://doi.org/10.3390/d12040155)
- Dohy J. (1999). *Genetika állattenyésztőknek*. Mezőgazda kiadó, Budapest, Magyarország, pp. 341.
- FAO (2022). Domestic Animal Diversity Information System. LINK: <https://www.fao.org/dad-is/browse-by-country-and-species/en/>
- Kinghorn, B. P. (1994). Pedigree Viewer – a graphical utility for browsing pedigreed datasets. Fifth World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Guelph, 7–12 August 1994 (22), 85–86.
- Klein R., Oláh J., Mihók S., Posta J. (2022). Pedigree-Based Description of Three Traditional Hungarian Horse Breeds. *Animals* 12(16), 2071. DOI: [10.3390/ani12162071](https://doi.org/10.3390/ani12162071)

- Lacy, R. C., Alaks, G., Walsh, A. (1996). Hierarchical analysis of inbreeding depression in *Peromyscus polionotus*. *Evolution*, 50, 2187-2200. DOI: [10.3390/d12040155](https://doi.org/10.3390/d12040155)
- Posta J., Somogyvári E., Mihók S. (2020). Historical Changes and Description of the Current Hungarian Hucul Horse Population. *Animals*, 10, 1242. DOI: [10.3390/ani10071242](https://doi.org/10.3390/ani10071242)
- Sz. Bozsik N. (1985). Mezőhegyes lótenyésztésének története 1785-től 1985-ig. Mezőhegyesi Mezőgazdasági Kombinát Munkaközössége, Mezőhegyes, Magyarország, 83 p.
- Szabó F., Komlósi I., Posta J. (2011). Állattenyésztési genetika. Letöltve: LINK: <https://dtk.tan.konyvtar.hu/xmlui/handle/123456789/8541> (Utolsó letöltés: 20/11/2022)
- Vígh Zs., Csató L., Nagy I. (2008). A pedigré analízisben alkalmazott mutatószámok és értelmezésük. Szakirodalmi áttekintés Állattenyésztés és Takarmányozás. 57(6), 549-564.
- Vostrá-Vydrová, H., Vostrý, L., Hofmanová, B., Krupa, E., Zavadilová, L. (2016). Pedigree analysis of the endangered Old Kladruber horse population. *Livest. Sci.* 185, 17-23. DOI: [10.1016/j.livsci.2016.01.001](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.01.001)
- Wooliams, J. A., Pong-Wong, R., Villaneuve, B. (2002). Strategic optimisation of short and long term gain and inbreeding in MAS and non-MAS schemes, in: Proc. 7th World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod., Montpellier, INRA, Castanet-Tolosan, France, CD-Rom, comm. (23) 02.
- Wright, S. (1922). Coefficients of inbreeding and relationship. *The American Naturalist*. 56, 330-338.
- Zechner, P., Sölkner, J., Bodó I., Druml, T., Baumung, R., Achmann, R., Marti, E., Habe, F., Brem, G. (2002). Analysis of diversity and population structure in the Lipizzan horse breed based on pedigree information. *Livest. Prod. Sci.* 77 (2-3), 137-146. DOI: [10.1016/S0301-6226\(02\)00079-9](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00079-9)



© Copyright 2022 by the authors. This is an open access article under the terms and conditions of the Creative Commons attribution ([CC-BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)) license 4.0.