

DOKTORI (Ph.D.) ÉRTEKEZÉS

KLEIN RENÁTA

DEBRECEN

2023.

DEBRECENI EGYETEM
ÁLLATTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető:

DR. KOMLÓSI ISTVÁN D.SC
egyetemi tanár
az MTA doktora

TÉMAVEZETŐ:

DR. POSTA JÁNOS PH.D.
egyetemi docens

A MEZŐHEGYESI TÖRTÉNELMI LÓFAJTÁK
POPULÁCIÓGENETIKAI ÉRTÉKELÉSE

Készítette:

KLEIN RENÁTA
doktorjelölt

Debrecen

2023.

**A MEZŐHEGYESI TÖRTÉNELMI LÓFAJTÁK
POPULÁCIÓGENETIKAI ÉRTÉKELÉSE**

**Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében
az állattenyésztési tudományok tudományágban**

Írta: **KLEIN RENÁTA** okleveles vidékfejlesztő agrármérnök

Készült a Debreceni Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
(Állatnemesítés-génmegőrzés, állatökológia programja) keretében

Témavezető: Dr. Posta János Ph.D.

Az értekezés bírálói:

név	fokozat	aláírás
.....
.....

A bírálóbizottság:

	név	fokozat	aláírás
elnök:
tagok:

titkár:

Az értekezés védésének időpontja: 20.... ..

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	1
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	3
2.1. Géntartalék védelem pedigréanalízissel	3
2.2. Populációgenetikai mutatók	5
2.2.1. Pedigrételjesség (pedigree completeness)	5
2.2.2. Nemzedékköz (GI – Generation Interval)	8
2.2.3. Alapító ősök effektív száma (f_e – effective number of founders).....	10
2.2.4. Nem alapító ősök effektív száma (f_a – effective number of ancestors)	11
2.2.5. Nem alapító ősök effektív számának és az alapító ősök effektív számának aránya (f_a/f_e – ratio of effective number of ancestors and effective number of founders).....	13
2.2.6. Alapító ősök genom ekvivalens értéke (f_g – founder genome equivalent)	14
2.2.7. Alapító ősök genom ekvivalens értéke és alapító ősök effektív számának aránya (f_g/f_e – ratio of founder genome equivalent and effective number of founders)	15
2.2.8. Átlagos rokonsági fok (AR – average relatedness)	16
2.2.9. Beltenyésztési együttható (F – inbreeding coefficient)	17
2.2.10. Effektív populációméret (N_e – effective population size).....	19
2.3. Molekuláris genetikai módszerek a genetikai diverzitás vizsgálatokban.....	20
2.4. A mezőhegyesi ménésbirtok lótenyésztése	22
2.4.1. Gidrán	23
2.4.2. Nóniusz	25
2.4.3. Furioso-north star.....	27
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	31
3.1. Anyag	31
3.2. Módszer	32
3.2.1. Pedigrételjesség (pedigree completeness)	32

3.2.2. Nemzedékköz (GI – generation interval)	33
3.2.3. Alapító ősök száma (Nf – Number of founders)	34
3.2.4. Nem alapító ősök száma (Na – Number of ancestors)	34
3.2.5. Alapító ősök effektív száma (f_e – effective number of founders).....	34
3.2.6. Nem alapító ősök effektív száma (f_a – effective number of ancestors)	34
3.2.7. Nem alapító ősök effektív létszámának és az alapító ősök effektív létszámának aránya (f_a/f_e – ratio of effective number of ancestors and effective number of founders).....	35
3.2.8. Alapító ősök genom ekvivalens értéke (f_g – founder genome equivalent)	35
3.2.9. Alapító ősök genom ekvivalens értéke és alapító ősök effektív létszámának aránya (f_g/f_e – ratio of founder genome equivalent and effective number of founders)	36
3.2.10. Átlagos rokonsági fok (AR – average relatedness)	36
3.2.11. Beltenyésztési együttható (F – inbreeding coefficient)	37
3.2.12. Effektív populációméret (N_e – effective population size).....	39
3.3. Alkalmazott szoftverek.....	40
4. EREDMÉNYEK.....	41
4.1. Pedigrételjesség	41
4.2. Nemzedékköz	45
4.3. Alapító ősök és nem alapító ősök száma, valamint ezek effektív száma, aránya, alapító ősök genom ekvivalens értéke és aránya az alapító ősök effektív számával	48
4.4. Genetikai variabilitás.....	50
4.5. Átlagos rokonsági fok.....	63
4.6. Beltenyésztettség	64
4.6.1. Az összes ős figyelembe vételével számított beltenyésztettség	64
4.6.2. Parciális beltenyésztettség	83
4.7. Effektív populációméret	87

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	88
6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	89
7. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK	90
8. ÖSSZEFOGLALÁS	91
9. SUMMARY	94
10. IRODALOM	97
11. ÁBRÁK, TÁBLÁZATOK, KÉPEK JEGYZÉKE	114
12. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN	118
13. MELLÉKLETEK	121
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	132
NYILATKOZATOK	133

1. BEVEZETÉS

Az ember átformálja a környezetét, a természetet, beleértve az általa alkotott háziállatokat és a termesztett növényvilágot is. Ezt a saját jól, vagy kevésbé jól felfogott érdekei szerint teszi (BODÓ, 2002). Az állattenyésztés feladata az emberiség igen széleskörű, állatokra alapozott szükségleteinek kielégítése, ezáltal nagy genetikai értékű állományok létrehozása és fenntartása (BODÓ, 2011; VÍGH et al., 2008). Az elmúlt évezredek során e szükségletek folyamatosan változtak. Az egyes lófajták létrejöttének oka valamilyen emberi érdek kielégítése. Évszázadokon át igaz volt, hogy a lófajták széles körét a hadviselés igényeinek kiszolgálása adta, azon fajták száma kevés, amelyek más igény mentén jöttek létre (MIHÓK, 2014).

A hatezer éves ló-ember kapcsolatban a ló a XX. század első harmadáig a hadviselés nélkülözhetetlen eleme (BODÓ és HECKER, 2013). Az 1784-ben katonai ménesként alapított Mezőhegyesi ménesben – a világon egyedülálló módon – három őshonos lófajta is kitenyésztésre került: a gidrán, a nóniusz és a furioso-north star. A fentiek mindegyike – a maga nemében – egyedülálló használati típust képviselt. A gidránt könnyű-, a furioso-north start nehézhátas, a nóniuszt tüzérhámos feladatokra tenyésztették ki (SZ. BOZSIK, 1985).

Napjaink megváltozott lóhasználatában a ló már nem lát el hadászati feladatokat, használata a motorizáció széles körű elterjedése révén a mezőgazdaságból, a személy- és áruszállításból is fokozatosan kiszorult. Gazdasági haszonállatból a szabadidő eltöltésének népszerű társállatává vált (BODÓ és HECKER, 2013). Az elmúlt évszázadokban őshonos lófajtáink tenyésztését sok döntés befolyásolta, állományuk lecsökkent és megszenvedték a palacknyak hatást is. Tenyészcéljuk megváltozott, a katonai alkalmazás helyett a szabadidős használat céljai váltak irányadóvá, ami olykor jellegükön is módosított. De ezek a döntések vezettek el a populációk jelenlegi genetikai állapotáig, amelyeknek felmérése és pontosítása indokolt. Az állományok génszerkezetének feltárása időszerűvé vált, hiszen így van esély magyar lófajtáink következő évtizedekre való átmentésére (a génvédelem szabályai szerinti tenyésztés esetén). Az elmúlt évtizedekben a populációgenetika felértékelődött, az e tudományterület révén kapott eredmények segítenek a populációk fennmaradását segítő génmegőrzési-, géntartalékvédelmi programok kialakításában, tervezésében is.

A 32/2004. (IV. 19.) országgyűlési határozat – a védett őshonos vagy veszélyeztetett, magas genetikai értéket képviselő tenyésztett magyar állatfajták nemzeti kincscé nyilvánításáról – az értekezésben tárgyalt mindhárom őshonos lófajtát nemzeti kincscé nyilvánította.

A feljegyzett származások, más néven pedigrek, régóta szolgáltatnak információt a kvantitatív genetikai becslésekhez (ČAČIĆ et al., 2014). A pedigréanalízis módszere a populációgenetikai vizsgálatok elvégzésére az utóbbi évtizedekben népszerűvé és elterjedtté vált. Használatával számos világ- és helyi jelentőségű fajta populációgenetikai állapotfelmérését végezték már el.

A kutatás célkitűzései:

- A Mezőhegyesről származó őshonos lófajták, a gidrán, a nóniusz és a furioso-north star populációgenetikai állapotfelmérése a pedigréelemzés módszereivel.
- Az állományok genetikai diverzitásának felmérése. A jelen populációkra legnagyobb hatást gyakorló egyedek és a genetikai variabilitáshoz való hozzájárulásuk arányának megállapítása.
- A populációkat vélhetően többször is sújtó palacknyak hatás számszerűsítése.
- A beltenyésztettség meghatározása állományok szintjén különféle számítási módú beltenyésztési együtthatókkal.
- A vizsgált fajták genetikai diverzitására leginkább hatással lévő ősök azonosítása.
- A parciális beltenyésztettség meghatározása a fajta-, illetve vonalalapító ménekre vonatkoztatva.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Géntartalék védelem pedigréanalízissel

Minden állatfajnál, így a lónál is folyik a régi és az új fajták közötti harc. Az ember azokat a fajtákat részesíti előnyben, amelyek pillanatnyi érdekeinek megfelelnek. Az új, termelékenyebb, eredményesebb fajták, amelyeket megfelelő fajtapolitika és adott esetben még anyagi erőforrások is segítenek, előre törnek és (akár világszerte) elterjednek. Eközben a kisebb termelésű, szerényebb eredményeket felmutató fajták, amelyek a piac pillanatnyi igényeit nem tudják olyan jól kielégíteni, vagy éppen az időszerű divathullámnak nem felelnek meg, visszaszorulnak, sőt akár ki is pusztulhatnak (BODÓ, 2011). A vadon élő fajok pusztulása széleskörben ismert probléma, de eközben egyes háziállatfajták állomány vesztese is folyamatos, a biológiai diverzitásuk fenntartása egyre több emberi beavatkozást igényel (FRANKHAM et al., 2002). Az intenzív, nagy teljesítményre képes fajták kiszorítják a helyi, adott környezeti viszonyokhoz jól alkalmazkodott fajtákat (MEUWISSEN, 2009). De ez kockázati tényezőt is jelenthet a jövőre nézve, mivel ha az intenzív fajták tenyésztése során genetikai eredetű problémák lépnek fel, abban az esetben tenyésztési alternatívaként a helyi fajták már nem feltétlen állnak rendelkezésre (NAGY, 2016). Továbbá nem tudhatjuk azt sem, hogy egy alig belátható, de esetleg nem túl távoli jövőben mi lesz az emberiség igénye a háziállatokkal szemben. Lehet olyan hasznosítási mód, vagy tulajdonság kerül ismételten előtérbe, amely jelenleg nem számottevő jelentőségű, ezért is fontos a genetikai diverzitás fenntartása (BODÓ, 2011).

Magyarország az elsők között ismerte fel a géntartalékok védelmének jelentőségét (BODÓ, 2002). Valamennyi őshonos magyar lófajtára géntartalékként tekintünk. „Géntartalékokról akkor beszélünk, ha olyan állat vagy növény populációról van szó, amely nem tartható gazdaságosan.” (BODÓ, 2002). Ezek a fajták ugyan elsődleges értékmérő tulajdonságaikban elmaradnak a versenyképes fajtáktól, de másodlagos értékmérő tulajdonságaik adják egyediségüket. Géntartalék védelem esetében ritkán elsődleges cél a teljesítmény, hanem sokkal inkább a megmaradt genetikai diverzitás és a fajta önazonosságának megtartása (BODÓ, 2002).

A populációk minél pontosabb genetikai szerkezetének ismerete különösen a kis egyedszámmal rendelkező fajták esetében fontos, mert ezek védelmére, genetikai variabilitásuk megtartására – veszélyeztetettségük okán – kiemelt figyelmet kell fordítani

(ÁCS et al., 2019). Az állományok genetikai változatosságának pontos ismerete iránt az utóbbi évtizedekben növekedett meg az érdeklődés (WOOLIAMS et al., 2002). A genetikai variabilitás a genetikai alapú képesség a változásra, melyeket a környezeti változások, illetve a tenyészcélban bekövetkezett változtatások válthatnak ki (DE ROCHAMBEAU et al., 2000). A rendelkezésünkre álló genetikai állományhoz illeszkedő szelekciós programok kidolgozása előtt szükséges a populáción belüli genetikai állapotok elemzése. Az állományok genetikai hátterét és összetételét a származási adatok ismeretében pedigréanalízissel vagy genetikai marker vizsgálatok segítségével ismerhetjük meg (VÍGH et al., 2008). A pedigréelemzés elkészítéséhez nincs szükség laboratóriumi vizsgálatok elvégzésére – ezáltal lényegesen költségkímélőbb –, csak elektronikusan rögzített származási adatokra és megfelelő számítógépes erőforrásra.

Az eredmények segítséget adnak a tenyésztési programok kidolgozásához, módosításához, illetve a párosítási tervek elkészítéséhez, ezáltal a diverzitás fenntartásához. Információt szolgáltatnak az egyes genealógiai vonalak egyensúlyáról, az állomány és az egyedek beltenyésztettségéről. Gazdasági állatfajok esetében pedigréelemzéssel számított mutatók ismeretében alacsonyan tartható a beltenyésztettség szintje. Különösen fontos ez olyan fajták esetében, melyeket évszázadok óta zárt törzskönyvi rendszerben tenyésztnek, illetve ahol intenzív szelekciós munkát folytatnak (BOKOR et al., 2010). Hiszen, zárt populációban, immigráció nélkül, a beltenyésztettség mértékének folyamatos növekedése elkerülhetetlen, ez a genetikai változatosság folyamatos veszteségét eredményezi.

Elméleti szinten először WRIGHT (1931), később JAMES (1962, 1971, 1972), majd MACCLEUER et al. (1986), valamint LACY (1989) írták le a pedigréelemzés elméleti alapjait. Az ezredforduló előtt vált közkeletűvé alkalmazása BOICHARD et al. (1997) módszerének publikálásával. Az elemzések elvégzésére több szoftver is rendelkezésre áll. Nagyobb populációk pedigréjének elemzésére a több alprogramból álló PEDIG programcsomag (BOICHARD, 2002), valamint a PopRep (GROENEVELD et al., 2009) szolgál. A BAUMUNG et al. (2015) által létrehozott GRain nevű program, szintén nagyméretű populációkkal való számítást tesz lehetővé, kiemelten a beltenyésztésre összpontosítva. Elsődlegesen kisebb populációk genetikai analízisére készült az ENDOG nevű szoftver (GUTIÉRREZ és GOYACHE, 2005). A pedigrék grafikus ábrázolására és tesztelésére alkalmas a KINGHORN (1994) által megjelentetett Pedigree Viewer.

A hazai és nemzetközi szakirodalomban a különböző állatfajokra vonatkozóan számos pedigréelemzéssel foglalkozó tanulmány közöltek (VÍGH et al., 2008). A

gazdasági haszonállatokon és túl további fajtákra is végeztek vizsgálatot. Közlésre kerültek eredmények például: katonasünger (*Rachycentron canadum*) (SAKTHIVE et al., 2019), galléros tűzok (*Chlamydotis undulata undulata*) (KORRIDA et al., 2013), afrikai szemeslepke (*Bicyclus anynana*) (VAN OOSTERHOUT et al., 2000) és szürke farkas (*Canis lupus*) (LAIKRE és RYMAN, 1991) állományokra is.

2.2. Populációgenetikai mutatók

Egy-egy fajta genetikai állapotának jellemzésére számos mutató alkalmas, melyek egymást kiegészítik (KOMLÓSI, 2012). A további alfejezetekben megegyező nagyló fajták kutatási eredményeit ismertetem populációgenetikai mutatók szerint csoportosítva. A szemléltetett irodalmi források közt lokális fajták mellett világfajták is szerepelnek. A mutatók definíciói a 3.2. Módszer alfejezetben szerepelnek.

2.2.1. Pedigrételjesség (pedigree completeness)

A pedigrételjességet a szakirodalomban jellemzően három módon értelmezik. A teljes ismert ősi sorok számának az általam feldolgozott szakirodalomban található adatait az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat

Teljes ismert ősi sorok száma mutatóra közölt értékek a szakirodalomban

Szerző	Lófajta	Érték (generáció)
MEDEIROS et al. (2014)	brazil sportló	1,25
TEEGEN et al. (2008)	trakehneni	1,86
IVANKOVIĆ et al. (2021)	posavina	1,66
GIONTELLA et al. (2019)	maremmano	3,3
GIONTELLA et al. (2020b)	sardinian anglo-arab	3,62
BRAMANTE et al. (2022)	murgese	ref. 4,52 teljes 3,79
DURU (2017)	arab telivér	5,4
PJONTEK et al. (2012)	shagya-arab	5,58
PERDOMO-GONZÁLEZ et al. (2020)	pura raza española	5,6
PJONTEK et al. (2012)	lipicai	5,9
BOKOR et al. (2013)	angol telivér	6,69

A pedigré minőségét elsősorban meghatározó mutató értékénél a legalacsonyabb 1,25 generációnyi értéket brazil sportlovakra (MEDEIROS et al., 2014) a legmagasabb 6,69 generációt angol telivérekre vonatkozóan közölték (BOKOR et al., 2013).

A maximálisan ismert nemzedékek számát a szemlézett szakirodalmi forrásokban a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat

Maximálisan ismert nemzedékek száma mutatóra közölt értékek a szakirodalomban

Szerző	Lófajta	Érték (generáció)
MEDEIROS et al. (2014)	brazil sportló	3,1
IVANKOVIĆ et al. (2021)	posavina	3,83
TEEGEN et al. (2008)	trakehneni	4,55
GIONTELLA et al. (2019)	maremmano	10,5
GIONTELLA et al. (2020b)	sardinian anglo-arab	11,15
BRAMANTE et al. (2022)	murgese	ref.11,82 teljes 10,09
DURU (2017)	arab telivér	12,2
DELGADO et al. (2014)	arab telivér	13,2
VALERA et al. (2005)	andalúz	14,59
SIDERITS et al. (2013)	amerikai foltos ló	15
PERDOMO-GONZÁLEZ et al. (2020)	pura raza española	17,1
HAMANN és DISTL (2008)	hannoveri	23
PJONTEK et al. (2012)	lipicai	24,56
BOKOR et al. (2013)	angol telivér	28,96
VOSTRÁ-VYDROVÁ et al. (2016)	kladrubai	33
PJONTEK et al. (2012)	shagya-arab	34,82
DELL et al. (2020)	cleveland bay	36

Az átlagosan legrövidebb ősi sorokkal MEDEIROS et al. (2014) dolgoztak a brazil sportlovak vizsgálatokor. Ez a 3,1 generációs érték jelentősen elmarad PJONTEK et al. (2012) által közölt 34,82 generációs értéktől, melyet shagya-arab lovak esetében mutattak

ki. Meglepő módon a nagy történelmi múltra tekintő fajták értékei, mint például a lipicai (PJONTEK et al., 2012), vagy az angol telivér (BOKOR et al., 2013) elmaradnak ettől.

A teljes generációs ekvivalens mutató esetében szintén a MEDEIROS et al., (2014) által a brazil sportlovakra közölt érték a szélsőérték. A mindösszesen 1,72 generációs érték jelentősen elmarad a nagy történelmi múltra visszatekintő fajták, mint például a lipicai (15,12 – CURIK et al., 2003) vagy az angol telivér (15,64 – BOKOR et al., 2013) vonatkozásában kapottól. A szakirodalmi forrásokban található további teljes generációs ekvivalens értékeket a 3. táblázat mutatja be.

3. táblázat

A teljes generációs ekvivalens mutatóra közölt értékek a szakirodalomban

Szerző	Lófajta	Érték (generáció)
MEDEIROS et al. (2014)	brazil sportló	1,72
BARTOLOMÉ et al. (2022)	caballo de deporte español	1,95
IVANKOVIĆ et al. (2021)	posavina	2,42
TEEGEN et al. (2008)	trakehneni	2,87
SIDERITS et al. (2013)	amerikai foltos ló	4,77
RODRIGUES et al. (2021)	quarter horse	5,4
FARIA et al. (2021)	quarter horse	5,6
ROOS et al. (2015)	holsteini	5,62
GIONTELLA et al. (2019)	maremmano	5,7
BRAMANTE et al. (2022)	murgese	ref. 6,98 teljes 5,88
FARIA et al. (2018a)	quarter horse	ref. 6,24 teljes 5,09
DELGADO et al. (2014)	arab telivér	7,7
DURU (2017)	arab telivér	7,8
CERVANTES et al. (2008)	arab telivér	ref. 7,9 teljes 5,7
VALERA et al. (2005)	andalúz	8,26
HAMANN és DISTL (2008)	hannoveri	teljes 8,43 kanca 8,17 mén 7,66

Szerző	Lófajta	Érték (generáció)
PJONTEK et al. (2012)	shagya-arab	9,56
SCHURINK et al. (2012)	tuigpaard	10
PJONTEK et al. (2012)	lipicai	10,25
VOSTRÁ-VYDROVÁ et al. (2016)	kladrubí	15,1
CURIK et al. (2003)	lipicai	15,12
ZECHNER et al. (2002)	lipicai	15,22
BOKOR et al. (2013)	angol telivér	15,64

2.2.2. Nemzedékköz (GI – Generation Interval)

A legalacsonyabb nemzedékköz értéket (8,2 évet) IVANKOVIĆ et al. (2021) írták le egy horvát őshonos lófajta, a posavina állományára. A leghosszabb, 12,4 évnyi nemzedékköz az arab telivér fajtára DURU (2017) írta le. A szemlézett forrásmunkákából további nemzedékköz értékeket mutat be a 4. táblázat.

4. táblázat

Nemzedékköz értékek a szakirodalomban

Szerző	Lófajta	Érték (év)
IVANKOVIĆ et al. (2021)	posavina	8,2
MCMANUS et al. (2013)	pantaneiro	8,2
SCHURINK et al. (2012)	tuigpaard	8,6
PONCET et al. (2006)	freibergi	8,7
BUSSIMAN et al. (2018)	campolina	9,0
MOUREAUX et al. (1996)	arab telivér	9,7
SEVINGA et al. (2004)	fríz	9,6
DELL et al. (2020)	cleveland bay	9,6
GAFFINEY et al. (1988)	angol telivér	kanca 9,7 mén 11,2
THIRUVENKADAN et al. (2009)	angol telivér	kanca 9,7 mén 11,2
HAMANN és DISTL (2008)	hannoveri	10
FARIA et al., (2018b)	luzitán	10,1

Szerző	Lófajta	Érték (generáció)
VALERA et al. (2005)	andalúz	10,11
TEEGEN et al. (2008)	trakehneni	10,2
POSTA et al. (2006)	magyar sportló	10,24
GŁAŻEWSKA és JEZIERSKI (2004)	arab telivér	kanca 10,24–12,6 mén 8,64–13,94
MACIEL et al. (2014)	creole	10,26
VICENTE et al. (2012)	luzitán	10,28
ROOS et al. (2015)	holsteini	10,3
BAENA et al. (2020)	mangalarga marchador	10,43
YAMASHITA et al. (2010)	angol telivér	10,5–11,5
MOUREAUX et al. (1996)	angol telivér	10,6
GIONTELLA et al. (2020a)	maremmano	10,65
GIONTELLA et al. (2019)	maremmano	10,65
TAVEIRA et al. (2004)	angol telivér	10,7
FARIA et al. (2018a)	quarter horse	10,8
BARTOLOMÉ et al. (2011)	spanyol sportló	10,8
MEDEIROS et al. (2014)	brazil sportló	10,82
BARTOLOMÉ et al. (2022)	caballo de deporte español	10,87
ÁLVAREZ et al. (2010)	mallorquí	11,1
BOKOR et al. (2013)	angol telivér	11,41
MOUREAUX et al. (1996)	anglo-arab	11,5
MOUREAUX et al. (1996)	selle français	11,7
RODRIGUES et al. (2021)	quarter horse	11,7
MOUREAUX et al. (1996)	francia ügető	11,8.
PJONTEK et al. (2012)	shagya-arab	12,27
DURU (2017)	arab telivér	12,4

2.2.3. Alapító ősök effektív száma (f_e – effective number of founders)

A különböző szerzők által az alapító ősök effektív számára vonatkozó értékeket az 5. táblázat mutatja. A közölt ősök száma igen nagy intervallumot ölel fel. A legkevesebb effektív alapító őssel a spanyol mallorquí állomány rendelkezik (11 – ÁLVAREZ et al., 2010), míg a legtöbb effektív őst a németországi amerikai foltos ló állományra közölték (963 – SIDERITS et al., 2013).

5. táblázat

Alapító ősök effektív száma értékek a szakirodalomban

Szerző	Lófajta	Érték (egyed)
ÁLVAREZ et al. (2010)	mallorquí	11
VICENTE et al. (2012)	luzitán	27,47
ROOS et al. (2015)	holsteini	28,55
FARIA et al. (2018b)	luzitán	29
DELGADO et al. (2014)	arab telivér	30
GIONTELLA et al. (2019)	maremmano	30
PERDOMO-GONZÁLEZ et al. (2020)	pura raza española	33
BRAMANTE et al. (2022)	murgese	36
RODRIGUES et al. (2021)	quarter horse	37
CERVANTES et al. (2008)	arab telivér	39,5
VALERA et al. (2005)	andalúz	39,6
DURU (2017)	arab telivér	40
DELL et al. (2020)	cleveland bay	40
BOKOR et al. (2013)	angol telivér	42
ZECHNER et al. (2002)	lipicai	48,2
BUSSIMAN et al. (2018)	campolina	55,01
FARIA et al. (2021)	quarter horse	61
PONCET et al. (2006)	freibergi	68,7–75,7
MACIEL et al. (2014)	creole	91
VOSTRÁ-VYDROVÁ et al. (2016)	kladrubi	ref. 92,69

Szerző	Lófajta	Érték (egyed)
PJONTEK et al. (2012)	lipicai	94
SCHURINK et al. (2012)	tuigpaard	98,6
IVANKOVIĆ et al. (2021)	posavina	107
PJONTEK et al. (2012)	shagya-arab	160
BAENA et al. (2020)	mangalarga marchador	198
MEDEIROS et al. (2014)	brazil sportló	222
HAMANN és DISTL (2008)	hannoveri	teljes 244,9 kanca 248,5 mén 364,3
MCMANUS et al. (2013)	pantaneiro	312
FARIA et al. (2018a)	quarter horse	ref. 811 teljes 1045
BARTOLOMÉ et al. (2011)	spanyol sportló	963
SIDERITS et al. (2013)	amerikai foltos ló	963

2.2.4. Nem alapító ősök effektív száma (f_a – effective number of ancestors)

Az irodalmi forrásokban található nem alapító ősök effektív számára vonatkozó értékeket a 6. táblázat tartalmazza. A legkisebb nem alapító ősök effektív száma értékkel a cleveland bay angol fajta rendelkezett, DELL et al. (2020) 9-es értéket közölt. A legnagyobb adatot (407) BARTOLOMÉ et al. (2011) a spanyol sportló fajtára mutatta ki.

6. táblázat

A nem alapító ősök effektív száma értékek a szakirodalomban

Szerző	Lófajta	Érték (egyed)
DELL et al. (2020)	cleveland bay	9
SCHURINK et al. (2012)	tuigpaard	9,8
ÁLVAREZ et al. (2010)	mallorquí	ref. 11 teljes 12
VICENTE et al. (2012)	lusitani	11,73
DELGADO et al. (2014)	arab telivér	13
CERVANTES et al. (2008)	arab telivér	ref. 13 teljes 19
BOKOR et al. (2013)	angol telivér	15,32

Szerző	Lófajta	Érték (egyed)
VALERA et al. (2005)	andalúz	16,5
BRAMANTE et al. (2022)	murgese	17
VOSTRÁ-VYDROVÁ et al. (2016)	kladrobi	17,16
PONCET et al. (2006)	freibergi	18,9–20,1
PERDOMO-GONZÁLEZ et al. (2020)	pura raza española	19
PJONTEK et al. (2012)	shagya-arab	20
DURU (2017)	arab telivér	22
FARIA et al. (2018b)	luzitán	ref. 26 teljes 30
ZECHNER et al. (2002)	lipicai	26,2
PJONTEK et al. (2012)	lipicai	32
ROOS et al. (2015)	holsteini	50,2
GIONTELLA et al. (2019)	maremmano	74
MACIEL et al. (2014)	creole	75
HAMANN és DISTL (2008)	hannoveri	77,73
BUSSIMAN et al. (2018)	campolina	83,13
FARIA et al. (2018a)	quarter horse	113
MEDEIROS et al. (2014)	brazil sportló	129
IVANKOVIĆ et al. (2021)	posavina	138
FARIA et al. (2021)	quarter horse	192
BAENA et al. (2020)	mangalarga marchador	225
RODRIGUES et al. (2021)	quarter horse	255
MCMANUS et al. (2013)	pantaneiro	297
BARTOLOMÉ et al. (2011)	spanyol sportló	407

2.2.5. Nem alapító ősök effektív számának és az alapító ősök effektív számának aránya (f_a/f_e – ratio of effective number of ancestors and effective number of founders)

Az előző két alponban ismertetett mutatók arányát a különböző tanulmányokban a 7. és a 8. táblázat tartalmazza. A két számot egymáshoz viszonyítva f_a/f_e és f_e/f_a alakban is használják a genetikai beszűkülés kifejezésére.

A f_a/f_e arányszám melegvérű nagyló fajták esetében a szemlézett szakirodalmi forrásokban ritkábban fordult elő fordított párjánál, póni és kisló fajták vonatkozásában gyakrabban alkalmazott. A minimum értéket (0,5) a murgese olasz helyi fajta esetén BRAMANTE et al. (2022) közölték. A maximum értéket (2,74) a magyarországi angol telivér (BOKOR et al., 2013) populációra mutatták ki.

A legalacsonyabb f_e/f_a értéket BAENA et al. (2020) közölték a mangalarga marchador fajta vizsgálatakor. A legmagasabbat a holland tuigpaard fajtára SCHURINK et al. (2012) állapította meg.

7. táblázat

A nem alapító ősök effektív számának és az alapító ősök effektív számának aránya (f_a/f_e) mutató értékei a szakirodalomban

Szerző	Lófajta	Érték
BRAMANTE et al. (2022)	murgese	0,5
BOKOR et al. (2013)	angol telivér	2,74

8. táblázat

Az alapító ősök effektív számának és a nem alapító ősök effektív számának aránya (f_e/f_a) mutató értékei a szakirodalomban

Szerző	Lófajta	Érték
BAENA et al. (2020)	mangalarga marchador	1,14
MACIEL et al. (2014)	creole	1,21
IVANKOVIĆ et al. (2021)	posavina	1,29
BUSSIMAN et al. (2018)	campolina	1,51
MEDEIROS et al. (2014)	brazil sportló	1,72
DURU (2017)	arab telivér	1,81
BRAMANTE et al. (2022)	murgese	2,0

Szerző	Lófajta	Érték
VICENTE et al. (2012)	luzitán	2,34
GIONTELLA et al. (2019)	maremmano	2,47
HAMANN és DISTL (2008)	hannoveri	3,15
FARIA et al. (2021)	quarter horse	3,15
PONCET et al. (2006)	freibergeri	3,64
VOSTRÁ-VYDROVÁ et al. (2016)	kladribi	5,4
FARIA et al. (2018a)	quarter horse	6,7
RODRIGUES et al. (2021)	quarter horse	6,89
SCHURINK et al. (2012)	tuigpaard	10,1

2.2.6. Alapító ősök genom ekvivalens értéke (f_g – founder genome equivalent)

A legalacsonyabb értéket 4,78-at a kladribi fajtára kaptak VOSTRÁ-VYDROVÁ et al. (2016). A szemlézett a legmagasabb szakirodalmi adat forrásmunkákban 254, amely a spanyol sportló állományt jellemzi (BARTOLOMÉ et al. (2011)). A mutatóra közölt források további értékeit a 9. táblázat szemlélteti.

9. táblázat

Az alapító ősök genom ekvivalens értéke mutató értékei a szakirodalomban

Szerző	Lófajta	Érték
VOSTRÁ-VYDROVÁ et al. (2016)	kladribi	4,78
SCHURINK et al. (2012)	tuigpaard	5,5
ZECHNER et al. (2002)	lipicai	6
VICENTE et al. (2012)	luzitán	6,01
DELGADO et al. (2014)	arab telivér	6,2
DELL et al. (2020)	cleveland bay	6,28
ÁLVAREZ et al. (2010)	mallorquí	ref. 7 teljes10
DURU (2017)	arab telivér	9,6
GIONTELLA et al. (2019)	maremmano	13,72
FARIA et al. (2018b)	luzitán	ref. 15 teljes 9

Szerző	Lófajta	Érték
ROOS et al. (2015)	holsteini	16,78
RODRIGUES et al. (2021)	quarter horse	23
HAMANN és DISTL (2008)	hannoveri	34,69
FARIA et al. (2021)	quarter horse	34
BUSSIMAN et al. (2018)	campolina	46,21
FARIA et al. (2018a)	quarter horse	66
MEDEIROS et al. (2014)	brazil sportló	81,7
BAENA et al. (2020)	mangalarga marchador	133
BARTOLOMÉ et al. (2011)	spanyol sportló	254

2.2.7. Alapító ősök genom ekvivalens értéke és alapító ősök effektív számának aránya (f_g/f_e – ratio of founder genome equivalent and effective number of founders)

Az arányszám értékét a 10. táblázatban szereplő szakirodalmi forrásokban a szerzők 0,09 és 9,95 között publikálták. A legalacsonyabb és legmagasabb érték is a quarter horse fajta braziliai állományához kötődik. Előbbit RODRIGUES et al. (2021) utóbbit FARIA et al. (2018a) közölték.

10. táblázat

Az alapító ősök genom ekvivalens értéke és az alapító ősök effektív számának aránya mutató értékei a szakirodalomban

Szerző	Lófajta	Érték
RODRIGUES et al. (2021)	quarter horse	0,09
BAENA et al. (2020)	mangalarga marchador	0,18
GIONTELLA et al. (2019)	maremmano	0,18
FARIA et al. (2021)	quarter horse	0,18
VOSTRÁ-VYDROVÁ (2016)	kladrubí	0,05
BUSSIMAN et al. (2018)	campolina	1,19
DURU (2017)	arab telivér	4,16
SCHURINK et al. (2012)	tuigpaard	17,9
FARIA et al. (2018a)	quater horse	9,95

2.2.8. Átlagos rokonsági fok (AR – average relatedness)

Az átlagos rokonsági fok értékeit a különböző forrásokban a 11. táblázat mutatja. A közölt értékek 0,13 és 21% közé esnek. A legalacsonyabbat a pantaneiro brazil lófajta kapcsán MCMANUS et al. (2013) a legmagasabbat kladrubi lovakra VOSTRÁ-VYDROVÁ et al. (2016) számították.

11. táblázat

Az átlagos rokonsági fok értékei szakirodalmi forrásokban

Szerző	Lófajta	Érték (%)
MCMANUS et al. (2013)	pantaneiro	0,13
BARTOLOMÉ et al. (2011)	spanyol sportló	0,16
BARTOLOMÉ et al. (2022)	caballo de deporte español	0,19
FARIA et al. (2018a)	quarter horse	0,95
IVANKOVIĆ et al. (2021)	posavina	1,08
MACIEL et al. (2014)	creole	1,58
FARIA et al. (2021)	quarter horse	1,84
RODRIGUES et al. (2021)	quarter horse	2,18
PJONTEK et al. (2012)	shagya-arab	3,08
PJONTEK et al. (2012)	lipicai	3,73
GIONTELLA et al. (2020a)	maremmano	5,17
FARIA et al. (2018b)	luzitán	5,97
DURU (2017)	arab telivér	9,5
BRAMANTE et al. (2022)	murgese	ref. 11 teljes 5,22
PERDOMO-GONZÁLEZ et al. (2020)	pura raza española	11,31
CERVANTES et al. (2008)	arab telivér	11,6
VALERA et al. (2005)	andalúz	12,25
SCHURINK et al. (2012)	tuigpaard	18,4
BOKOR et al. (2013)	angol telivér	19,19
VOSTRÁ-VYDROVÁ et al. (2016)	kladrubi	21

2.2.9. Beltenyésztési együttható (F – inbreeding coefficient)

Beltenyésztésről akkor beszélünk, ha rokon egyedeket párosítunk egymással. Ha egy populációt genetikai értelemben zártan tenyészünk, akkor beltenyésztést végzünk, aminek következtében generációról generációra csökken a heterozigóta és nő a homozigóta allélpárok száma. Ezt követően mikor az egyedek már nagymértékben rendelkeznek származásilag azonos génekkel ez rokontenyésztésbe fordul át (DOHY, 1999). A nagymértékben homozigóta allélpárokkal rendelkező egyedek szervezetének élettani kapacitása csökken. Ha ez káros hatású recesszív allélek homozigóta állapotban való megnyilvánulásával párosul, beltenyésztési leromlásban következik be (DOHY, 1989). A beltenyésztés révén nem csak a kedvező, hanem a számunkra kedvezőtlen géneket is felhalmozhatjuk, és homozigóta állapotban fixálhatjuk a populációban (SZABÓ, 2004). A beltenyésztés káros hatásai már évszázadok óta ismertek. DARWIN (1868; 1876) egyértelműen leírta a beltenyésztés okozta leromlást. A beltenyésztéses leromlást egyaránt okozhatja a homozigotizáció növekedése, vagy a heterozigotizáció csökkenése is (CROW, 1948). A kérdéskörrel kapcsolatos egyre élénkülő figyelmet a génmegőrzés (konzervációs biológia) önálló tudománnyá válása és növekvő jelentősége magyarázza (FRANKEL és SOULÉ, 1981; SZALAY és BODÓ, 2007).

Wright-féle értelmezés

A Wright által meghatározott koefficiens szakirodalmi forrásokban megtalálható értékeit mutatja a 12. táblázat. A táblázatban melegvérű lófajták példáin keresztül, szerzőnként foglaltam össze a közölt beltenyésztési együttható értékek. A legalacsonyabb értéket SIDERITS et al. (2013) kapták az amerikai foltos ló németországi állományt vizsgálva. A legmagasabb értéket SEVINGA et al. (2004) számították fríz lovakra.

12. táblázat

Wright-féle beltenyésztési együttható értékek a szakirodalomban

Szerző	Lófajta	Érték (%)
SIDERITS et al. (2013)	amerikai foltos ló	0,49
MEDEIROS et al. (2014)	brazil sportló	0,6
BARTOLOMÉ et al. (2011)	spanyol sportló	0,66
MOUREAUX et al. (1996)	selle français	0,7
IVANKOVIĆ et al. (2021)	posavina	0,85

Szerző	Lófajta	Érték (%)
FARIA et al. (2021)	quarter horse	0,95
MOUREAUX et al. (1996)	angol telivér	1,02
FARIA et al. (2018a)	quarter horse	1,07
MOUREAUX et al. (1996)	anglo-arab	1,17
GIONTELLA et al. (2020b)	sardinian anglo-arab	1,2
MACIEL et al. (2014)	creole	1,21
HAMANN és DISTL (2008)	hannoveri	teljes 1,33 kanca 1,29 mén 1,19
ROOS et al. (2015)	holsteini	1,57
BOROWSKA et al. (2011)	lengyel melegvérű	1,69
MOUREAUX et al. (1996)	francia ügető	1,86
RODRIGUES et al. (2021)	quarter horse	1,98
GHARAHVEYSI és IRANI (2011)	arab telivér	2,1
BARTOLOMÉ et al. (2022)	caballo de deporte español	2,18
ROOS et al. (2015)	holsteini	2,27
BUSSIMAN et al. (2018)	campolina	2,45
GIONTELLA et al. (2020a)	maremmano	2,9
GIONTELLA et al. (2019)	maremmano	2,94
GLAŻEWSKA és JEZIERSKI (2004)	arab telivér	3,06–5,31
MOUREAUX et al. (1996)	arab telivér	3,08
DOBSON et al. (2010)	quarter horse	kanca 3,49 mén 1,61
PJONTEK et al. (2012)	shagya-arab	3,95
PJONTEK et al. (2012)	lipicai	4,02
FARIA et al. (2018b)	luzitán	4,46
DURU (2017)	arab telivér	4,6
ÁLVAREZ et al. (2010)	malorkai lovak	ref. 4,7 teljes 2,5
PONCET et al. (2006)	freibergi ló	6

Szerző	Lófajta	Érték
BRAMANTE et al. (2022)	murgese	ref 6,3 teljes 3,83
DELL et al. (2020)	cleveland bay	7,8
POSTA et al. (2006)	magyar sportló	7,9
SCHURINK et al. (2012)	tuigpaard	8 (0,080)
VALERA et al. (2005)	andalúz	8,48
DELGADO et al. (2014)	arab telivér	9,4
BOKOR et al. (2013)	angol telivér	9,58
CERVANTES et al. (2008)	arab telivér	ref. 9,8 teljes 7
CURIK et al. (2003)	lipicai	10,3
ZECHNER et al. (2002)	lipicai	10,81
VICENTE et al. (2012)	luzitán	11,34
VOSTRÁ-VYDROVÁ et al. (2016)	kladrobi	13 (0,13)
SEVINGA et al. (2004)	fríz	15,7

Ballou-féle, Kalinowski-féle, új Kalinowski-féle értelmezés

A beltenyésztési együttható új értelmezése egy kevésbé kutatott terület a lótenyésztésben. ROOS et al. (2015) holsteini lovakra határozta meg mindhárom értéket. A Ballou-féle mutató szerint a beltenyésztettségi szintje 2,14, a Kalinowski-féle szerint 0,08, az új Kalinowski-féle értelmezés szerint 1,38%. VOSTRÝ et al (2021) kladrobi lovakra közölt 0,029-es új Kalinowski mutatót.

2.2.10. Effektív populációméret (Ne – effective population size)

Az effektív populáció méretre közölt eredmények meglehetősen széles tartományban helyezkednek el. A legalacsonyabbat (27) SEVINGA et al. (2004) fríz lovakra, a legmagasabb (438,71) értéket IVANKOVIĆ et al. (2021) posavina lovakra ismertette. A további effektív populációméretre vonatkozó adatokat a 13. táblázat tartalmazza.

Effektív populációméret értékek a szakirodalomban

Szerző	Lófajta	Érték
SEVINGA et al. (2004)	fríz	27
VICENTE et al. (2012)	luzitán	41,24
VOSTRÁ-VYDROVÁ et al. (2016)	kladrubí	52,09
ROOS et al. (2015)	holsteini	55,31
GIONTELLA et al. (2019)	maremmano	68
PJONTEK et al. (2012)	szlovák sportló	81,18
FARIA et al. (2018b)	luzitán	90
BUSSIMAN et al. (2018)	campolina	93
MACIEL et al. (2014)	creole	95,19
ZECHNER et al. (2002)	lipicai	102
PJONTEK et al. (2012)	shagya-arab	109,8
PONCET et al. (2006)	freibergeri	114,5
PJONTEK et al. (2012)	lipicai	117,14
RODRIGUES et al. (2021)	quarter horse	136
BOKOR et al. (2013)	angol telivér	159,12
FARIA et al. (2018a)	quarter horse	ref. 164 teljes 195
BARTOLOMÉ et al. (2011)	spanyol sportló	225,8
HAMANN és DISTL (2008)	hannoveri	372,34
IVANKOVIĆ et al. (2021)	posavina	438,71

2.3. Molekuláris genetikai módszerek a genetikai diverzitás vizsgálatokban

A molekuláris genetikai módszerek az elmúlt évtizedekben jelentős fejlődésen estek át. Napjainkra számos lehetőség elérhető, melyből a szakemberek a szükségleteikhez és lehetőségeikhez mérten választhatják ki a számukra megfelelőt (MRODE et al., 2016). A lótenyésztés területén is nagyszámú kutatás használta a tudományterület módszereit.

A DNS szintű változatosság vizsgálatának a legközvetlenebb módja a bázissorrend, vagyis a szekvencia megállapítása. A DNS szekvencia adatok alkalmazása széleskörű, ide tartozik az egy pontos nukleotid polimorfizmusok (SNP – Single Nucleotide Polymorphism) vizsgálata és a mitokondriális DNS szakaszok elemzése is (PECSENYE, 2017).

Az egyedek szekvencia adatai alapján a nukleotid változatosság a genom egy vagy több régiójában is megállapítható (VIGNAL et al., 2002). Az SNP vizsgálata az egész genom szintjén főként a humán populációkban, továbbá a gazdasági haszonállat- és növény fajokban meghatározó (PECSENYE, 2017). Ha a rögzített származások nem elérhetőek, a beltenyésztési együttható kiszámítását alternatív módszerekkel szükséges elvégezni (NAGY, 2016). SNP adatok alapján is számítható beltenyésztési együttható (F_{ROH} – Runs of Homozygosity). Az érték a genom folyamatos megszakítás nélküli homozigóta szakasz hosszainak és a genom teljes hosszának hányadosa, melyet az SNP markerek lefednek (CURIK et al., 2014). SZMATOŁA et al., (2022) hat lengyel lóállomány köztük az arab telivér és a malopolski vizsgálatát végezte el. Szintén több fajtát vizsgált GRILZ-SEGER et al. (2019), melyek között több melegvérű nagyló fajta is található. A több országra kiterjedő kutatásban a selle français, lipicai, gidrán, francia ügető, akhal teke, arab telivér, shagya-arab fajták állományait vizsgálták. SCHURINK et al (2019) kilenc holland populációt vizsgált, köztük a gelderlandi, groningeni, tuigpaard, holland sportló és a lipicai fajtákat is. NOLTE et al. (2019) négy melegvérű, főként sport célra használt német lófajta (trakheneni, holsteini, hannoveri, oldenburgi) állományairól közölt adatokat.

A mitokondriális DNS szekvenciák elemzésének fontossága abból is adódik, hogy bennük a mutációk gyakorisága magas, ezért viszonylag nagy a nukleotid diverzitásuk (BROWN, 1981). A szekvencia változatok – másnéven haplotípusok – egymásból közvetlenül levezethetők, így a hordozó egyedek leszármazási kapcsolatai egyértelműek (TABERLET, 1996). A mitokondriális DNS vizsgálatát, illetve a CYTB gén vagy a D-Loop régió szekvenciájának vizsgálatát több forrásmunka említette. GŁAŻEWSKA és JEZIERSKI (2004) a lengyelországi arab lovakat vizsgálták. Céljuk a származások ellenőrzése volt. Szintén ebből a célból végezte kutatását KHANSHOUR és COTHRAN (2011), valamint MACHMOUM et al. (2023). Az előbbi szerzők a törzseken belüli illetve a törzsek közötti kapcsolatokat vizsgálták szintén arab lovakon. A mitokondriális haplotípusokat a D-Loop régió szekvenciái alapján a luzitán fajtában LOPES et al. (2005) kutatta. A tanulmány választ keresett a fajta eredetére. KAVAR et al. (2002)

közleményében a magyarországi lipicai állomány is a vizsgálati soksaság részét képezte. A kutatás célja a fajta anyai vonalainak feltérképezése volt, a molekuláris genetikai úton nyert információk és a méneskönyvi adatok összehasonlításával. SZISZKOSZ et al. (2016) a gidrán fajtában vizsgálta a megnevezett régiót, szintén méneskönyvi hibákat keresve. Legfontosabb megállapítása szerint a gidrán fajta története ellenére is nagy genetikai diverzitással rendelkezett. A kapott haplotípusok többnyire összhangban voltak az ismert kancacsaládokkal, különösen, ha a két mtDNS markert egyesítették.

2.4. A mezőhegyesi ménesbirtok lótenyésztése

A XVIII. század derekán a Habsburg Birodalomban felismerték az Osztrák Császárság lótenyésztésének elmaradottságát. A hadsereg megfelelő lovakkal való ellátását nehezen tudták fedezni (BODÓ és DOMOKOS, 2016). Emellett tapasztalták, hogy a Kárpát-medence röghatása kiválóan hat a magyar lovakra, ezért a Császárság a hadsereg lóutánpótlását Magyarországra alapozta (ÓCSAG, 1990). Csak egy központilag irányított, nagyméretű állami ménesintézet felelhetett meg a feladatnak, hogy a hadsereg részére minél nagyobb egyedszámban megfelelő lovakat tenyesszen, valamint katonai pótlógyűjtő telepként működve hozzájáruljon a hadsereg fenntartásához (SZ. BOZSIK, 1985; BODÓ és DOMOKOS, 2016; ÓCSAG, 1984). II. József a Német-római Birodalom császára és magyar király bizottságot hozott létre, hogy előkészítsék egy katonai ménes felállítását, amely a Mező Hegyes nevű pusztát javasolta. A javaslat Csekonic József vérteskaptány testőrszázados nevéhez fűződik, így őt tartják a ménes megalapítójának (BODÓ és DOMOKOS, 2016).

A „kalapos király” 1784 decemberében írta alá azt a végzést, amely elrendelte a ménes kialakítását, és amely 1795 nyarára – a király személyes ellenőrzése mellett – lényegében meg is valósult. A birtoktest kialakításának idejében megkezdtek a leendő tenyészállatok beszerzését is (BODÓ és HECKER, 1992; BODÓ és DOMOKOS, 2016; MIHÓK és ERNST, 2015). Csekonic részt vett a magyar és az erdélyi területeken a lóanyag felvásárlásában. Határozott elképzelései révén elsősorban Radautz tenyészkerületéből kívánt beszerezni (egymáshoz hasonló ménesekből) „keleti vérű” lovakat, jellemzően ménesenként többet – így egymással rokonságban álló egyedeket – is. Az első évek után továbbra is vásároltak tenyészkancaikat, de már csak kisebb egyedszámban, mert igyekeztek a saját szaporulatból született egyedeket tenyésztésbe állítani. A méneket főként a császári udvar ménesei (Lipica, Kladrub, Kopcsány)

biztosították, de emellett felvásárlások is történtek. Az 1786-os beszámoló szerint az 553 kancás állományból 362 ló állt tenyésztésben. A lovak származását nem közölték a fajta megjelölésen kívül – mivel a fajta fogalma ekkora még nem alakult ki tökéletesen – ezért jobbra földrajzi származásra utaltak a jelölések (MIHÓK és ERNST, 2015; BODÓ és DOMOKOS, 2016). A kezdeti kancaanyagban – nevek alapján – elsősorban spanyol jellegű lovak domináltak, de szerepeltek cserkesz, moldovai, keleti és arab lovak is. A ménesek és a hadsereg részére átadott lovaknál egyaránt a szín szerinti csoportosítás volt a legfontosabb rendszerező elv. Ezt a hadsereg igénye alakította ki. Más kiválasztási kritérium, mint a fajtajelleg, vagy típus következetes figyelembevétele ekkoriban még nem volt gyakori (BODÓ és DOMOKOS, 2016).

A törökök elleni, majd a francia és a napóleoni háborúk idején a ménesbe olykor több ezer ló érkezett, számos járványt is magával hozva. Az éveken át tartósan tízezer egyed feletti állomány okán fellépő takarmányozási és állategészségügyi gondok miatt a ménes nem tudta ellátni, sem a tenyésztési, sem a pótlovakkal való ellátási feladatait (MIHÓK és ERNST, 2015). A tenyészcél ekkor a kiváló és nemes lóállomány tenyésztése, mivel a hadseregnek az eddigénél gyorsabb és ellenállóbb, azonban nemesebb küllemű lóra volt szüksége (ERDÉLYI, 2007). A Bábolnán létesült fiókménés 1816-ban kapta feladatul a keleti vérű lovak tenyésztését, így a későbbiekben ezek szerepe Mezőhegyes életében lecsökkent.

Eztán kezdődött a kancák jelölése, majd 1810-től kezdve törzskönyvet is vezetnek. Ahhoz, hogy egy megváltozott tenyésztési cél eredményei láthatóak, kézzelfoghatóvá váljanak, időre volt szükség. Azonban, olyan ménnek kerültek a ménesbirtokra, amelyeknek hatására új használati típusok, majd később fajták alakultak, ezzel Mezőhegyesnek világhírnevet szerezve (SZ. BOZSIK, 1985).

2.4.1. Gidrán

Az 1810-es évek közepén Magyarországra került Gidran nevének máig fennmaradása a fajtanévben és az alapító törzsmének vonalában a magyar lőtörzsek, illetve egyes törzsmének vonalának törzssé, majd fajtává való alakulásának iskolapéldája (MIHÓK és ERNST, 2015). Gidran sivatagi arab telivért báró Fechtig vásárolta Egyiptomban 1816-ban (MIHÓK, 2006). Gidran Bábolnára került, ahonnan később hat fia (köztünk Gidran II) és egy unokája Mezőhegyesre került, itt unokái révén terebélyesedet törzssé. A ménesben ekkoriban a Nonius ivadékokat kiemelt figyelem

kísérte, a Gidran törzsméneket a ménesben fedező arab fajtájú mének egyikének tekintették, nem támasztottak velük szemben elvárást. Lobkowitz Rudolf altábornagy 1855-ben átvette a ménesfelügyelőség parancsnoki tisztségét, ekkor bebizonyosodott, hogy a mezőhegyesi IV. számú azaz a „sárgaménes” Gidran leszármazottakra vezethető vissza. A mezőhegyesi rögön négy-öt generáción keresztül folytatott beltenyésztés hatására az újabb generációk egyedei egyre jobban elkülönültek (MIHÓK és ERNST, 2015). A gidrán önálló törzskönyvét 1855-től vezetik (JÓNÁS et al., 2006). Az angol telivérek használata, az arab lovak nem kívánatos tulajdonságainak kiszorítására 1861-ben kezdődött meg. Az angol telivérek nem veszélyeztették az arab telivér eredetű szervezeti szilárdságot, mégis kedvezőbb testalakulást örökítettek, így formálva a sárga arab gidrán törzs jellegét. A XIX. század utolsó évtizedére kialakult az anglo-arab gidrán fajta, mely kitűnt eleganciájával. A XX. század fordulója előtt jelölték ki a három genealógiai vonalat. Ezek:

- Gidran A: Gidran "A" XXXI (1863) után,
- Gidran B: XXXIII (1868) után.
- Gidran C: XXI (1863) után (MIHÓK és ERNST, 2015).

A XX. század elejére homogén nemes küllemű állomány jött létre, melyet tudatos tenyésztői munkával a beltenyésztés és a kombinatív vonalkeresztezések egy idejű alkalmazásával korának meghatározó anglo-arab fajtája lett. A Tanácsköztársaság ideje alatt a román csapatok megszállták Mezőhegyest, és az állomány döntő részét (a dokumentáció megszerzésével) elhajtották. A további alkalmakkal együtt összesen 186 ló került Romániába. A háború után az elsődleges tenyészcél a fajta megmentése volt, mert a visszaszerzett kis egyedszám nem tette lehetségessé a szelekciót. Az 1930-as évek közepére a fajta visszaszerezte nemzetközi hírnevét, a regeneráció révén létrejött egyedek a két világháború közötti időszak legjobb ugrólovai lettek. A teljes genetikai variancia helyreállítása nem sikerült, több kancacsalád (mezőhegyesi 10, 15, 16) is kihalt a ménesben (MIHÓK és ERNST, 2015; SZ. BOZSIK, 1985).

A II. világháború a két évtizedes rekonstrukciós munkát szinte teljesen megsemmisítette. A front elől a fajtát előbb a Dunántúlra majd egy részét Pettkó-Szandtner Tibor vezetésével a Bajorországi Bergstetten és a Csehországi Saszlau környékére menekítették. A háború után nyugatról 28 gidrán kanca tért vissza (MIHÓK és ERNST, 2015; SZ. BOZSIK, 1985).

Az állomány (9 kancacsalád 32 kancája évjáratí csikóikkal) 1958-ban a Tolna megyei Dalmandi Állami Gazdaságba, annak is sütvényi telepére került áthelyezésre. A

törzsállomány folyamatosan erodálódott, megindult a fajta felmorzsolódása. A kor kívánalmainak megfelelően megkezdődtek a holsteini és hannoveri ménekkel való keresztezések. Az eleve alacsony egyedszámú fajta fél évszázad alatt háromszor szenvedett el genetikai veszteséget, emiatt genetikai állománya nem tudott kiterbélyesedni. A teljes állomány 1975-re csupán 17 törzskancából és 3 fajtatiszta ménből állt (MIHÓK és ERNST, 2015).

Az Országos Állattenyésztési Felügyelőség az Állattenyésztési Kutatóintézet segítségével Borodpusztán új törzstenyészetet alapított. Népies magántenyésztésű állományból 21 gidrán származású kancát, valamint Bulgáriából 2 mént vásároltak. Később e kancák közül többen kancacsalád alapítóvá váltak. A borodi állomány előbb Szántódpusztára majd Marócpusztára került (MIHÓK és ERNST, 2015). Majd az állomány visszakerült Mezőhegyesre és 2018 tavaszán megszületett a visszaköltözés utáni első csikó.

A fajta első tenyésztő szervezete a Kisbéri és Gidrán Lótenyésztő Országos Egyesület 1989-ben alakult meg. A 2019-ben alakult Gidrán Lótenyésztők Magyarországi Egyesülete 2020-tól vette át és gyakorolja a fajtafenntartás jogát. Az Egyesület célja a gidrán lófajta múltbeli és jelenlegi tenyészértékének megőrzése az utókor számára. Magasabb követelményeknek is megfelelő, elsősorban a lovastusa sportág számára alkalmas, de a lovassport több ágában is eredményesen használható, magas elvárásokat teljesítő, nemes, elegáns, szilárd szervezetű lófajta tenyésztése. A fajta méneskönyve alulról zárt. Az az egyed nyerhet méneskönyvi felvételt, amely anyai ágon visszavezethető a méneskönyvben feltüntetett kancacsalád (alapító) valamelyikére.

A gidrán állománya a FAO (2021) adatai szerint 2019-ben 27 mén és 350 kanca volt.

2.4.2. Nóniusz

Háborús hadizsákmányként került 1815-ben a francia roséresi ménesből Mezőhegyesre (több fiatal egyeddel együtt) a Nonius nevű fiatal világospej anglo-normann mén, amelyet kitűnő származása miatt tenyésztésbe vettek (BODÓ és PATAKI, 2003). Tenyészműködése 1816-tól 1822-ig tartott. 79 ménivadéka (köztük 15 törzsmén), valamint 122 kancaivadéka született. A fajta kialakulásában ezek közül Nonius IX, illetve az ő ivadékai, Nonius XXXIV és Nonius XXXVI töltöttek be jelentős szerepet. Ma minden élő nóniusz ló származása apai ágon visszavezethető erre a két törzsménre. Ugyan Nonius maga nem volt kifejezetten mutatós egyed, de tartós használatát a keresztezési

kombináció sikere adta. A mezőhegyesi spanyol-nápolyi jellegű kancákra alapozva a kívánt típusú és használati értékű egységes küllemű utódokat adott. A törzs megerősödésében, illetve később a fajta kialakulásában is meghatározó feladata volt. A keresztezési kombinációt az arab anyáktól származó unokákra – Nonius XXXIV, Nonius XXXVI – történő rokontenyésztéssel sikerült rögzíteni.

A kialakult fajta inkább funkcionális volt, mint nemes küllemű. Nagy ráma és kissé durva kos fej jellemezte. Az eredeti tenyészcél egy olyan nagy teherbírással rendelkező ígás- és hátszó volt, amely a hadseregben sokoldalúan hasznosítható. Könnyebb egyedeket nehézhátasnak, a tömegesebbeket tüzerhámosnak alkalmazták (ÓCSAG, 1990). Fontos tulajdonsága a stabil idegrendszer, mert korabeli harctéri lóként erősen ki volt téve a környezeti hatásoknak. Szintúgy elengedhetetlen volt a hevesebb vérmérséklet, hogy nagyobb távokat is viszonylag gyorsan meg tudjon tenni (ERDÉLYI, 2007).

A rokontenyésztés/beltenyésztés hátrányos hatásait cseppvérkeresztezéssel kívánták megszüntetni. A nóniusz állományban 1860 és 1945 között 31 angol telivér mén fedezett, amelynek tíznél több ivadéka vagy ötnél több törzskanca lánya lett. A fajtahibák kiküszöbölésére nagy szervezeti szilárdsággal rendelkező angol telivér méneket választottak, így került a tenyésztésbe: Revolver xx, Durcás xx, Vihar xx, Ürmény xx. Azonban ezek utódaiból egyetlen mént (Ürmény Nonius) állítottak tenyésztésbe, így a fajta fenotípusosan egyöntetű és genetikai szerkezetében stabil maradt. A XIX. század végére egységesült a fajta külleme, tulajdonságai és genetikája (ERDÉLYI, 2007, ÓCSAG, 1990).

A népies lóállomány típusának javítására, testtömegének növelésére, továbbá munkahasználati értékének fokozására a nóniusz kiválóan alkalmas volt. A nóniuszok a gyakorlatban, egyaránt katonai és mezőgazdasági célra kiválóan alkalmasnak bizonyultak. Sokoldalúságuk valamint kezelhetőségük miatt az alföldi parasztság népszerű fajtájává váltak. Az elterjedését, tájörzeteinek kialakulását, nagybirtokokon történő használatát a tüzerhámos jelleg földművelési célokra való alkalmazhatósága nagyban elősegítette. Debrecen szabad királyi város hortobágyi ménese (ciframénes) már 1843-tól a nóniusz fajta tenyésztésére tért át 50–60 kancával (BODÓ és PATAKI, 2003).

A fajtában mindkét világháború hatalmas veszteséget okozott. Az első világháború után a Sütvényből visszatelepített nóniuszménes létszámában csökkent, de tenyészanyaga alkalmas volt a munka folytatására. A második világháború elől az állomány egy részét külföldre menekítették, a helyben maradt állományt a német sereg elhurcolta, 1945 újévére mindössze 6 ló maradt (SZ. BOZSIK, 1985). A tenyészanyag nagyarányú (50-

70%) elvesztését meglehetősen gyors és hatékony regeneráció követte. A katonai irányítású ménes megszűnt. Mezőhegyesen és Hortobágyon is helyreállt 1955-re a törzskancalétszám, kialakult az új törzsménállomány, és megkezdődött a genealógiai vonalak helyreállítása. A fajta 4 genealógiai vonala:

- Nonius A: Nonius XXIX (1880) után,
- Nonius B: Nonius XXXI (1880) után,
- Nonius C: Nonius XXXVI (1883) után,
- Nonius D: Nonius XLII (1847) után.

A háború után a fajta az Alföld igás lovaként vált közkedveltté, azonban ez a tenyészcél is hamar letűnt a motorizáció elterjedésével (BODÓ és PATAKI, 2003). A törzsménest 1961-ben központi rendelkezéssel átköltöztették Hortobágyra. Így a debreceni állománnyal egyesített hortobágyi ménes majd 200 törzskancát számolt, de a Mezőhegyesen maradt nagyjából 30–40 állománylétszámú törzstenyészet is regenerálódott. Sajnos az áthelyezett, a helyi viszonyokhoz csak nehezen és későn alkalmazkodó állomány az évtizedek során lényegében fokozatosan eltűnt. A ménesektől egyre több nóniusz került a független gazdaságokba és mezőgazdasági szövetkezetekbe. A független gazdaságok később is jelentős szerepet játszottak a génmegőrzésben (SZ. BOZSIK, 1985; BODÓ és HECKER, 1992).

A '70-es években a fajta sportirányú átkezesztésével is kísérleteztek, azonban fajta nehézhámos jellege miatt nem hozta meg a várt sikereket (SZ. BOZSIK, 1985). Ez a kezdeti sikerek mellett a fajtatiszta törzsállomány egyedszámának és minőségének drasztikus csökkenését hozta. Az átgondolatlan lépés a fajta modernizálását csak minimális mértékben segítette elő.

Az 1989-ben megalakult Nonius Lótenyésztő Országos Egyesület fő feladatának a fajtafenntartást, a fajta génkészletének megőrzését tartja, amit azóta is képvisel.

A nóniusz állománya a FAO (2021) adatai szerint 2020-ban 78 mén és 920 kanca volt.

2.4.3. Furioso-north star

A XIX. századra Európa lótenyésztésében meghatározó szerepet kaptak az angol lovak, így Mezőhegyesen is egyre nagyobb volt a jelentőségük. A telivér mének alapította mezőhegyesi félvér avagy furioso-north star fajta e folyamat eredménye. A kialakuláshoz az alapot az ekkor még színek szerint számontartott ménesek közül a mezőhegyesi III-as

és VIII-as számú angol telivér pejmenes adta, a nóniusz egyedek mellett. Ezeket a kancákat fedezte a gróf Károlyi György derekegyházi méneséből származó – a pályán is kiváló versenyző – Furioso nevű angol telivér pej mén, mely 1841-ben 5 évesen került a ménesbe (PODMANICZKY, 1903). Tíz éven át fedezett, maga után hagyva 95 mén- és 81 kancacsikót. A másik fajtaalapító mén a bogárfekete North Star vásárlás révén, angol importként került a ménesbe. Ivadékai jellemzően későn értek, ezért is párosították őket az erőteljes fejlődésű, robusztusabb küllemű furiosokhoz. Már néhány generációt követően megtörtént a két törzs szétválasztása.

A két alapító mén Furioso Senior és North Star Senior kitűnt a többi angol telivér közül: jó teljesítményűek és küllemükben egymással harmonizálóak voltak, kombinációjuk kiváló új fajtát adott, A származásukat tekintve a két anyai nagyapa, Whalebone xx és Whisker xx teljes testvérek voltak. Kiemelendő, hogy mind a két mén Eclipse xx dédunokája, ez a mén a származásokban az apai oldalon halmozva szerepel (BODÓ és DOMOKOS, 2016). Mindkét mén jól örökölte felépítési szilárdságát, kitűnő mozgását és intelligenciáját. Küllemüket tekintve jó csont alappal, szikár lábszerkezettel rendelkeztek. A jó tulajdonságaik rendre megjelentek a leszármazottakban és tették őket alkalmassá arra, hogy Mezőhegyes lótenyésztésében meghatározó ménékké válhassanak (ERDÉLYI, 2007).

A ménes méneskönyvei 1871-től tartalmazzák a mezőhegyesi félvér kancák adatait. A tenyészcél a harctéri feladatokhoz szükséges nagy rámájú, jó csont alappal rendelkező, tömeges, jó munkakészségű egyedek tenyésztése volt.

A XX. század viharos történelmét a furioso-north star fajta is megszenvedte. Az első világháborúban a számadások szerint 44 félvér kanca, 60 évjárató csikó és 4 mén került Romániába. A Sütvényből visszakerült állományból – nagyjából – törésmentesen tudták tovább tenyészteni a fajtát, hála a mezőhegyesi rögnek és a rekonstrukció során végzett szakértő munkának. A Sütvényben kialakult önálló Furioso törzsnek nagy szerepe volt a trianoni veszteségek mérséklésében. Az 1930-as évekre Furioso és North Star mének fedeztek számos magántenyészetben fedeztek az ország egész területén. (BODÓ és DOMOKOS, 2016; SZ. BOZSIK, 1985).

A II. világháborúban a front elől menekített állományt két részre osztották, a nyugati állomány az amerikaiak, az északi a szovjetek hadizsákmánya lett (BODÓ és DOMOKOS, 2016). A háborút követően mindent elkövettek a kimenekített lovak visszaszerzésére, 46 furioso-north star kanca vissza is került Mezőhegyesre (DUNKA, 2009).

A négy genealógiai vonal 1943-ban került kijelölésre:

- Furioso A: Furioso I (1850) után,
- Furioso B: Furioso X (1851) után,
- North Star A: North Star IV (1899) után,
- North Star B: North Star VI (1877) után.

A háború után megmaradt egyedekből a komoly veszteségek ellenére, a fajta regenerálása a visszatérés után sikerült. A szigorúan kiválasztott legkiválóbb ménekre alapozták a tenyésztési koncepció apai oldalát. A rendszeres teljesítmény- és ivadékvizsgálat elősegítette a fajtarekonstrukció sikerét, melynek eredményeként 1958-ra egy elegendő létszámú, megfelelő korösszetételű, elfogadható minőségű kancaállomány jött létre Mezőhegyesen. A tenyész cél a fogatos és igás hasznosítás lett. (SZ. BOZSIK, 1985; BODÓ és HECKER, 1992; BODÓ és DOMOKOS, 2016).

Az állami gazdaságok lótenyésztésének átszervezésének kérdésében 1960-ban döntöttek Bábólnán. Az állami gazdaságok vették át a méntelepek feladatait, és a ménesek átszervezése is ennek értelmében történt. Mezőhegyes 1961-től Mezőhegyesi Állami Gazdaság néven ágazati rendszerben működött tovább, a lovas ágazat a versenylótenyésztés feladatát kapta. Az ügetőtenyésztés mellett egyedi feladatként a "magyar hunter" kitenyésztését kapták. Ennek jegyében 1961 decemberében a legjobb ügetőménés, Pusztaberény állománya ideköltözött. A hagyományos fajták méneseit elköltöztették, mert a korabeli gondolkodás szerint nem voltak alkalmasak XX. századi versenyképes szereplésre (SZ. BOZSIK, 1985; BODÓ és DOMOKOS, 2016).

A mezőhegyesi állomány először részben a Nagykunsági Állami Gazdaság ecsegfalvai telephelyére, és részben Kiskunsági Állami Gazdaság területére Apajpusztára költözött. A Nagykunsági Állami Gazdaság felszámolása után az értékes lóanyag a Jászakiséri Kossuth Termelőszövetkezethez és a Kiskunsági Állami Gazdasághoz került. Az apajpusztai törzsállomány a Bőszénfán regenerált furioso-north starral együtt alakult ki. Bár a genetikai anyag áthelyezése megvalósult, a mezőhegyesi körülményeket nem lehetett reprodukálni, Apajon a törzsménés sokkal szegényesebb adottságok között élt tovább. A '80-as évekre érdemi fedezőmén már csak elvétve került ki a ménesből, a színvonal fokozatosan csökkent, a takarmánybázis és tartási körülmények hiányosságai kiütköztek. A fajta hányattatott sorsa az 1980-as évek végéig tartott, amikor elhatározás született, hogy a hagyományos magyar fajtákat újra tenyészteni kezdik (ERDÉLYI, 2007;

BODÓ és PATAKI, 2003; SZ. BOZSIK, 1985; BODÓ és HECKER, 1992; BODÓ és DOMOKOS, 2016).

A fajta tenyésztőegyesülete a Furioso-North Star Lótenyésztő Országos Egyesület 1989-ben alakult, 1993 óta mint elismert tenyésztőszervezet folytatja munkáját, a fajtafenntartói jog gyakorlójaként végzi az állomány nyilvántartását, törzskönyvi minősítését (BODÓ és DOMOKOS, 2016).

A furioso-north star állománya a FAO (2021) adatai szerint 2020-ban 71 mén és 585 kanca egyedet számlált.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Anyag

A kiindulási alapul szolgáló adatbázist a gidrán fajta akkori fenntartója a Kisbéri és Gidrán Lótenyésztő Országos Egyesület (Jogutód: Gidrán Lótenyésztők Magyarországi Egyesülete) bocsátotta rendelkezésemre. Amelyet méneskönyvi források (MIHÓK, 2012, 2020; ROMBAUER, 2015) szakirodalmi források (MIHÓK és ERNST, 2015; ÓCSAG, 1984) és származási lapok használatával egészítettem ki. Az angol telivér egyedek származásának az alapítókig való mélyítéséhez hazai és nemzetközi online elérhető adatbázisokat (Magyarországi Galopp adatbázis – <https://www.abrakmester.com/>, All Breed Horse Pedigree Database – <https://www.allbreedpedigree.com/>, Equineline – <https://www.equineline.com>, Thoroughbred Pedigree Database – <https://www.pedigreequery.com/>), valamint méneskönyveket (BÉRCZY, 1865; ZALAI és BÉLLEY, 2009) használtam. A hazai fajták esetében az OLIR (Országos Lótenyésztési Információs Rendszer) és a <http://www.meneskonyv.hu> oldalt használtam. A shagya-arab fajtába tartozó egyedek adatait a Shagya Arab Lovak Könyvtára (<https://shagyadata.ch/shagya/>) által pontosítottam.

A Furioso-North Star Lótenyésztő Országos Egyesület képviselői együttműködési megállapodás keretében tették elérhetővé adataikat számomra. Az új egyedeket az adatbázisomba beépítettem, majd ismét további méneskönyvek (CSÓNAKI et al. 1991, 1992, 1995; CSÍKVÁRI, 2014, 2015), szakirodalmi források (BODÓ és DOMOKOS, 2016) és online adatbázisok (<http://www.horses.sk/>) használatával egészítettem ki. Valamint az adattáblába újonnan bekerült angol telivérek pedigreit – a már felsorolt források használatával – mélyítettem, továbbá a már bent levő egyedek származásához illesztettem.

A nóniusz fajta adatait a fajta fenntartó Nonius Lótenyésztő Országos Egyesülettől tette elérhetővé számomra. Az adatbázisomban addig még nem szereplő egyedeket hozzáadtam az adattáblához, a hiányos származásokat a korábban felsorolt források, valamint új források és méneskönyvek (ÓCSAG, 1984; VERES és ZILAHY, 2014) segítségével tovább bővítettem, pontosítottam. A meglévő származási adatokkal összekapcsoltam.

A három adatbázis összefésülésekor SQL nyelven írt lekérdezésekkel kiszűrtem a duplikált egyedeket. A korábban egyedként hiányzó felmenőket beépítettem. Az

adatbázis elsődleges kulcsa az egyed neve, így minden név csak egyszer szerepelhet. Ennek okán kiemelt figyelemben részesítettem a törzsméneket. A római számmal I és L között jelölt törzsmének számozása ismétlődő, továbbá a tenyésztő országok saját számozással rendelkeznek. Ezért a lovakat kézi válogatással többlet információként születési évüket és/vagy származási helyüket feltüntetve különböztettem meg.

Az elemzéshez felhasznált végleges adatbázis 47682 egyedet tartalmazott.

Referencia populáción a teljes populációnak egy adott időtartamban megszületett egyedeit értjük (NAGY, 2016). A teljes adattáblából több referencia populációt generáltam. Külön referencia állományokat képeztek a három fajta 2019-ben aktív, törzskönyvi ellenőrzésben tartott állományai, valamint a fajták teljes állományait is értékeltem. Így mindösszesen hat különböző populációt különböztettem meg, melyet a 14. táblázat mutat be. A gidrán állomány referencia populációjába 367, a teljes állományba 17102 egyed, a furioso-north star esetén a referencia populációba 646, a teljes populációba 27266, a nóniusz fajtában a referencia populációba 521, a teljes populációba 30826 egyed tartozott. Ez alapján a 2019-ben aktív három referencia állományban összesen 1534 ló található. A vizsgálati módszer sajátosságai miatt a teljes állományokon nem csak a fajtákhoz tartozó egyedeket értjük, hanem valamennyi felmenőt, amelyhez a referencia állomány visszavezethető, így a teljes állományokban átfedések vannak.

14. táblázat

A vizsgált populációk egyedszámjai

fajta	Egyedek száma (db)	
	Referencia állomány	Teljes állomány
Gidrán	367	17102
Nóniusz	521	30826
Furioso-north star	646	27266

3.2. Módszer

3.2.1. Pedigrételjesség (pedigree completeness)

A pedigré minőségét és használhatóságát elsősorban a pedigrételjesség határozza meg. A pedigré teljessége meghatározó mértékben befolyásolja a megállapított beltenyésztési koefficiens (SIGURDSON és JONMUDSON, 1995). Minél több az

ismeretlen ős, az együtttható értéke annál inkább alul becsült (BOICHARD et al., 1997). A pedigréanalízis elvégzésekor a hiteles eredmény elérése érdekében minimum 3–4 teljes generáció ismerete szükséges (VÍGH et al., 2008).

A pedigrételjességet több módon is értelmezhetjük:

- Teljes ismert ősi sorok száma: Azt fejezi ki, hogy bármely egyed származása hány teljes generációra nézve ismert (MAIGNEL et al., 1996). Tehát az a legtávolabbi generáció, amelyben az összes ős ismert.
- Maximálisan ismert nemzedékek száma: Az egyedtől legtávolabbi generációba eső ismert ősenek nemzedékszám
- Teljes generációs ekvivalens (CGE – complete generations equivalent): Azt adja meg, átlagosan hány generációnyi információ áll rendelkezésre az egyedről az adatbázisban (FARIA et al., 2018a). Az egyed összes ismert ősenek figyelembevételével számítható ki, az $\frac{1^n}{2}$ részértékek összegzésével, ahol az n az egyedet az ismert őstől elválasztó nemzedékek száma (MAIGNEL et al., 1996).

3.2.2. Nemzedékköz (GI – generation interval)

A szaknyelvben a mutató generáció intervallum néven is ismert. A szülők átlagos életkora azon ivadékaik megszületésekor, amelyek részt vesznek a következő generáció létrehozásában (JAMES, 1977). A mutató meghatározása négy leszármazási útvonalon lehetséges ezek: ménelőállító mén, kancaelőállító mén, ménelőállító kanca, kancaelőállító kanca (VALERA et al., 2005). A nemzedékköz az apai és az anyai leszármazási utakban különböző, és nagyban függ a termékenyítési módtól is. Általánosan hosszabb az apai leszármazási út azokban a fajtákban, ahol a mesterséges termékenyítés elterjedt, mert a spermát a tenyészállat állományból kikerülése után akár még évekkel is fel lehet használni (VÍGH et al., 2008). GÁSPÁRDY et al. (2003) megadták a mutató alternatív megfogalmazását. Szerintük a nemzedékköz a szülő születése és a tenyésztésben szerepet vállaló ivadéka születése között eltelt idő.

A leszármazási utak nemzedékköz értékeit kétmintás t-próbával hasonlítottam össze. A megbízhatósági szint minden esetben 95% ($p < 0,05$) volt.

3.2.3. Alapító ősök száma (Nf – Number of founders)

Alapítók azok az egyedek, amelyeknek már mindkét szülője ismeretlen a pedigrében (POSTA et al., 2016). Ezek az ismert alapító ősök (BOKOR et al., 2010). A populáció minden egyede, génkészlete (tetszőleges leszármazási ágon) visszavezethető az alapító ősökig, melyek eltérő arányban járulnak hozzá az állomány genetikai diverzitásához (VÍGH et al., 2008). Az alapító ősök számát meghatározza a pedigrételjesség, a beltenyésztettség együttható nagysága és a vizsgált egyedek száma is (BOKOR et al., 2010). Az alapító ősök száma exponenciális mértékben emelkedik az ismert generációk számának növekedésével (JAMES, 1972; LACY, 1989; BOICHARD et al. 1997).

3.2.4. Nem alapító ősök száma (Na – Number of ancestors)

Azon legkevesebb ősök száma, amelyek az elemzett populáció teljes génkészletéért felelősek (BOKOR et al., 2010). A mutató figyelembe veszi az alapító ősök számának potenciális csökkentő faktorait és képes ezeket korrigálni (BOICHARD et al., 1997).

3.2.5. Alapító ősök effektív száma (f_e – effective number of founders)

Az alapító ősök effektív száma, az alapító ősök azon minimális száma, amelyek ugyanazt a genetikai változatosságot okoznák a populációban, mint amit az alapító ősök okoztak oly módon, hogy minden egyed egyforma mértékben befolyásolja a vizsgált populáció génkészletét (LACY, 1989, 1995). A számítás metodikájának értelmében az alapító ősök effektív létszáma kisebb, mint az alapító ősök száma (NAGY, 2016).

A mutatót az ENDOG az alábbi képlettel számolja:

$$f_e = \frac{1}{\sum_{k=1}^f q_k^2}$$

Ahol:

q_k = annak a valószínűsége, hogy a gén k őstől származik

3.2.6. Nem alapító ősök effektív száma (f_a – effective number of ancestors)

Nem alapító ősök effektív létszáma azon legkevesebb nem alapító ősök száma, amelyek ugyan azt a genetikai diverzitást okoznák a referencia populációra nézve, mint amit a nem alapítók okoztak úgy, hogy a populáció génkészletét azonos mértékben befolyásolják. Tehát azon ősök minimális létszáma, amellyel magyarázható a populáció

genetikai variabilitása. A nem alapító ősök létszáma alacsonyabb az alapító ősök effektív létszámánál (BOICHARD et al., 1997; VÍGH et al., 2008).

A mutatót az ENDOG az alábbi képlettel számolja:

$$f_a = \frac{1}{\sum_{k=1}^f q_j^2}$$

Ahol:

q_j = a j ős azon hozzájárulása a genetikai variabilitáshoz, amelyet az előzőleg kiválasztott ősök még nem fedtek le.

3.2.7. Nem alapító ősök effektív létszámának és az alapító ősök effektív létszámának aránya (f_a/f_e – ratio of effective number of ancestors and effective number of founders)

A két szám aránya jelzi, hogy a palacknyak-hatás mennyire volt jellemző a vizsgált populációra. Ha a hányados nagyban eltér egytől, akkor a fajta jelentékeny génvesztést szenvedett el (tehát nagyban érintette a palacknyak-hatás) (NEI et al., 1975). A palacknyak-hatás következtében az életképes populáció nagysága valamilyen külső hatás következtében drasztikusan lecsökken, ezalatt megváltozik a géngyakoriság, egyes allélok el is tűnhetnek (NYÁRI, 2005). Az ezt követő generációk azonban létszámukban hiába duzzadnak fel, a beszűkült genetikai szerkezetet viszik tovább. A palacknyak-hatás után a megmaradt egyedek ugyanarra a néhány alapítóra és ennél is kevesebb effektív alapítóra vezethetők vissza. A genetikai variabilitás elvesztésének mértéke függ a „palacknyak” szűkülésének mértékétől. Ez a mutató elsősorban géntartalék-védelmi állományoknál játszik fontos szerepet (MIHÓK és ERNST, 2015).

3.2.8. Alapító ősök genom ekvivalens értéke (f_g – founder genome equivalent)

Azt mutatja, hogy a referencia populációban az alapító ősök által meghatározott egy adott allélnak mennyi a fennmaradási valószínűsége (CHEVALET és DE ROCHAMBEAU, 1986). A koefficiens kiszámításához sztochasztikus módszerre (gene-dropping) van szükség (MACCLEUER et al., 1986). Minden alapító ős két egyedi allélt kap, majd a Mendel-féle szegregációt meghatározott ismétlésszámmal a pedigré alapján szimuláljuk. Eztán az allélok várható aránya ismertté válik. Ez az érték általában kisebb és közvetlenül összehasonlítható, az alapító ősök effektív létszáma és a nem alapító ősök effektív létszáma mutatók értékeivel (SÖLKNER et al., 1998). CABALLERO és TORO

(2000) szerint a mutató meghatározható egy előzetesen meghatározott referencia populáció egyedeinek átlagos rokonsági fok értékének kétszeresének a reciprokaként.

3.2.9. Alapító ősök genom ekvivalens értéke és alapító ősök effektív létszámának aránya (f_g/f_e – ratio of founder genome equivalent and effective number of founders)

A mutató a populációkban fennálló génsodródás vagy más néven drift hatás kifejezésére szolgáló arányszám. A génsodródás a szaporodás során véletlenszerűen bekövetkező allélgyakoriság változása az állományban (VÍGH et al., 2008). A drift a kis egyedlétszámból adódó egyik legismertebb veszélyforrás (BODÓ, 2011). A genetikai sodródást az különbözteti meg a nem véletlenszerű természetes szelekciótól, hogy az allélgyakoriságot az adott allél adaptív és reprodukív sikerének függvényében befolyásolja (AVERS, 1989). Az arányszám növekedése a génsodródás csökkenésére, míg csökkenése a génsodródás növekedésére utal.

3.2.10. Átlagos rokonsági fok (AR – average relatedness)

A beltenyésztési együtthatót és az átlagos rokonsági fok értékét (általában) együtt értékeljük. A populáció bármely egyedére nézve az átlagos rokonsági fok annak a valószínűsége, hogy a teljes populációt jellemző pedigrből véletlenszerűen kiválasztott allél az egyedhez tartozik-e (VÍGH et al., 2008). Az ENDOG a mutatót COLLEAU (2002) képlete alapján számolja:

$$C' = \left(\frac{1}{n}\right) 1'A$$

Ahol:

c' = sorvektorban c_i a rokonsági mátrix egyedhez tartozó sorának átlaga

A = a rokonsági mátrix, mérete: $n \times n$

Kifejezi, hogy egy egyed, vagy egyedek csoportja milyen mértékben reprezentálja a populációt, függetlenül az egyed saját pedigrétől rendelkezésünkre álló információ minőségétől (BOKOR et al., 2010). Ha a koefficiens értéke nagyobb, mint a beltenyésztési együttható fele, akkor nem sikerült elkerülni a rokon egyedek párosítását. A mutató alkalmas a beltenyésztettség mértékének jellemzésére, és alpopulációk beltenyésztettségi szintjének összehasonlítására is (GUTIÉRREZ és GOYACHE, 2005).

3.2.11. Beltenyésztési együttható (F – inbreeding coefficient)

A beltenyésztési 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 et al., 2011). A populáció beltenyésztési együtthatója nem állandó, hanem idővel dinamikusan változik. (DOEKES et al., 2020).

A beltenyésztési együttható értéke függ a származások teljességétől és hosszától is (BOICHARD et al., 1997). Minél teljesebb és minél több nemzedékre visszavezethető a származás, annál pontosabb és megbízhatóbb az együttható értéke. A beltenyésztési együttható értékének értelmezéséhez a számításhoz felhasznált pedigré hosszára és teljességére vonatkozó paramétereket is közölni kell (FARKAS et al., 2007; NAGY et al., 2010; KOENIG és SIMIANER, 2006).

A beltenyésztettség mérőszáma a 0–1 közötti abszolút szám, ahol 0 a beltenyésztési koefficiens, ha az adott egyed nem rokon szülők párosításából született. Értéke %-os formában is megadható.

- Wright-féle beltenyésztési együttható:

Kiszámítása a WRIGHT (1922) által leírt képlet alapján történik:

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

Ahol:

F_X = X egyed beltenyésztettségi együtthatója

n és n' = a nemzedékek száma a közös ősig apai és anyai oldalon

F_A = a közös ős beltenyésztettségi együtthatója

- Ballou-féle beltenyésztési együttható

A beltenyésztés hatásait vizsgálva BALLOU (1997) szerint az őseket ért beltenyésztés hatással van a vizsgált egyedre. E hatás kifejezésére használjuk a Ballou-féle beltenyésztési együtthatót, ami annak a valószínűségét mutatja meg, hogy bármely allél a korábbi generációk során legalább egyszer származásilag homozigóta állapotban volt (SUWANLEE et al, 2007).

Kiszámítása az alábbi képlettel történik (BALLOU, 1997):

$$F_X = \frac{[f_{a(s)} + (1 - f_{a(s)})f_s + f_{a(d)} + (1 - f_{a(d)})f_d]}{2}$$

Ahol:

F_X = X egyed beltenyésztettségi együtthatója

f_a = a beltenyésztési együttható az s és d alsó indexekkel, amelyek az apa és anya értékei

- Ancestral History Coefficient (A_{HC})

Értéke számszerűsíti, hogy egy véletlenszerűen kiválasztott allél milyen gyakorisággal került potenciálisan származásilag azonos állapotba a múltban. Azok az allélek, amelyek gyakrabban éltek át beltenyésztést kevésbé valószínű, hogy károsak, mint azok, amelyek ritkábban kerültek származásilag azonos állapotba (BAUMUNG et al., 2015).

- Eredeti és új Kalinowski-féle beltenyésztési együttható

A beltenyésztési együttható újabb értelmezését adta meg KALINOWSKI et al. (2000), amely részben eltérő a Ballou-féle értelmezéstől. A hagyományos Wright-féle beltenyésztési együtthatót két részre bontották. Egyrészt, ahol a származásilag azonos allélek egy része a múltban már átesett beltenyésztésen, ez az eredeti Kalinowski-féle beltenyésztettség. Másrészt, ahol az allélek másik része először került származásilag azonos állapotba, ez az új Kalinowski-féle beltenyésztettség. BAUMUNG et al. (2015) értelmezése szerint az eredeti Kalinowski-féle beltenyésztési együttható annak a valószínűsége, hogy a jelenleg származásilag azonos allélek már legalább egyszer voltak ilyen állapotban a korábbi generációk során. Amennyiben a Wright-féle beltenyésztettségi együttható értéke 0, úgy a Kalinowski-féle együtthatóé is.

- Parciális beltenyésztési együttható (pf – partial inbreeding coefficients)

Annak a valószínűsége, hogy az egyed alléljai származásilag azonosak és a több közös ős közül egy adottól származnak. Az összes ős alapján számított parciális beltenyésztettség értéke egyenlő a Wright-féle együtthatóval (LACY et al., 1996, BAUMUNG et al., 2015).

Parciális beltenyésztettséget az alábbi fajta-, illetve vonalalapító ménekre vonatkozóan számoltam:

- 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

3.2.12. Effektív populációméret (N_e – effective population size)

A valós populáció beltenyésztettségi rátája megegyezik, egy annál kisebb, ám ideális szerkezetű populációéval. Az ebben a populációban lévő egyedek száma jelenti az effektív populációméretet (PIRCHNER, 1968). Tehát azon egyedek legkevesebb száma, amelyek ugyanahhoz a beltenyésztési együttható-növekedéshez vezetnének, amely a vizsgált állományban is tapasztalható, amennyiben minden hím és nőstény egyed egyforma arányban venne részt az új nemzedék létrehozásában (GUTIÉRREZ és GOYACHE, 2005). Az effektív populációméret kiszámítása az adott évben ivadékkal rendelkező tenyészmének (N_m) és tenyészkancák (N_f) száma alapján az alábbi, FALCONER és MACKAY (1996) által meghatározott képlettel történik:

$$N_e = \frac{4N_m N_f}{N_m + N_f} \times 0,7$$

Rövid pedigrből az effektív populációméret pontosan nem becsülhető meg (TE BRAAKE et al., 1994). Rövidnek az öt teljes generáció ekvivalenst el nem érő pedigrt tartjuk (GUTIÉRREZ és GOYACHE, 2005). Az állattenyésztők gyakorlati tapasztalatán

alapulva FRANKHAM et al. (2002) szerint a kritikus effektív populációméretnek az 50-es effektív létszám tekinthető. Emellett a minimális, kritikus létszámot a FAO (1998) és HILL (2000) is 50-ben állapította meg. A fajta variabilitásának megőrzéséhez szükséges minimum érték 50 és 100 közé esik (HALL, 2016), azonban 100 alatt a fitness tulajdonságokban már romlás figyelhető meg (MEUWISSEN, 1999).

GONZÁLEZ-RECIO et al. (2007) szerint a realizált effektív populációméret kívánatos tulajdonságokkal bír, mert figyelembe veszi az egyes egyedek beltenyésztési együttthatóját meghatározó pedigré jellemzőit.

Az effektív populációméret értékeket a teljes generációs ekvivalens alapján az ENDOG szoftverrel (GUTIÉRREZ és GOYACHE, 2005) határoztam meg.

3.3. Alkalmazott szoftverek

A kutatás során a Microsoft Access 2016 programban adatbázist építettem, amely tartalmazta az egyes egyedek nevét, ivarát, apja nevét, anyja nevét, születési idejét, fajtáját, és azonosítóját. Az egyes elemző szoftverekhez használható bementi fájlok készítéséhez a Microsoft Excel 2016 programot használtam.

Az elkészült pedigréfájlt a Pedigree Viewer 6.0 (KINGHORN, 1994) használatával ellenőriztem, hogy nem tartalmaz-e biszexuális egyedeket, illetve szükség esetén ezzel a programmal kódoltam.

A pedigréelemzés során alkalmazott mutatók kiszámítása alapvetően az ENDOG 4.8 (GUTIÉRREZ és GOYACHE, 2005) szoftverrel történt. Kivételt az évenkénti pedigrételjesség és beltenyésztési együtttható jelentett, amelyet a PopRep (GROENEVELD et al., 2009) alkalmazásával készítettem el. A beltenyésztettség különböző értelmezésű mutatószámait a GRain 2.2 (DOEKES et al., 2020) használatával számítottam, minden esetben egymillió ismétlést beállítva.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Pedigrételjesség

A referencia populációba tartozó egyedek három módon számított pedigrételjesség értékeit a 15. táblázat tartalmazza.

15. táblázat

A három fajta referencia populációinak pedigrételjesség értékei (generáció)

Mutató	Gidrán	Nóniusz	Furioso-north star
Maximálisan ismert nemzedékek száma	36,32	36,53	36,56
Teljes ismert ősi sorok száma	6,10	4,95	4,69
Teljes generációs ekvivalens	16,45	12,64	15,18

A maximálisan ismert nemzedékek száma mindhárom fajtára meghaladja a 36 generációt. A legmagasabb 36,56-os értéket a furioso-north star, míg a legalacsonyabb 36,32 generációs értéket a gidrán esetében állapítottam meg. A referencia populációkban összesen 31 olyan egyed található, amelynek több mint 40 nemzedékre visszavezethető származása van. A legmélyebb származással a 4753 Nonius-106 Cédrus nevű kanca rendelkezik, amely 43 generációra vezethető vissza. A furioso-north star populációban 41 nemzedékig nyúlik vissza a Furioso-14 Tulipán nevű kanca származása, míg a Roven Gidran-34 (Rozi) nevű gidrán 40 generációra vezethető vissza. A 2019-ben aktív állományokat alkotó 1534 ló 99,3%-a rendelkezett legalább a 30. ősi sorig visszavezethető származással. Az általam kapott értékek felülmúlták VOSTRÁ-VYDROVÁ et al. (2016) valamint PJONTEK et al. (2012) kladrubi (33), illetve shagya-arab (34,82) lovakra számított értékeit. Az olasz maremmano fajtára GIONTELLA et al. (2019) jelentősen alacsonyabb 10,5 nemzedéknyi értéket közölt.

A hosszú pedigrek tükrözték a fajtákba vetett több évszázados tenyésztői munkát. Azonban akár a névadó fajtaalapító nagyhatású mének születési éveit (Nonius Senior: 1810, Gidran Senior: 1810, Furioso Senior: 1836, North Star Senior: 1844), akár a fajták kialakulásának idejét tekintjük, ezek nem indokolják az ilyen mélységű pedigret. Mindhárom fajta tenyésztése során szinte állandóan jelen voltak nemesítőként az angol telivérek, továbbá Furioso Senior illetve North Star Senior ehhez a fajtához tartoztak. Az általam felépített adatbázisban az angol telivéreket igen gyakran a fajtaalapító ménekig

(Godolphin Arabian, Darley Arabian) sikerült visszavezetnem, így a származások a XVIII. század elején kezdődtek. Ez alapján a hosszú pedigrek mögött jellemzően angol telivér háttér állt.

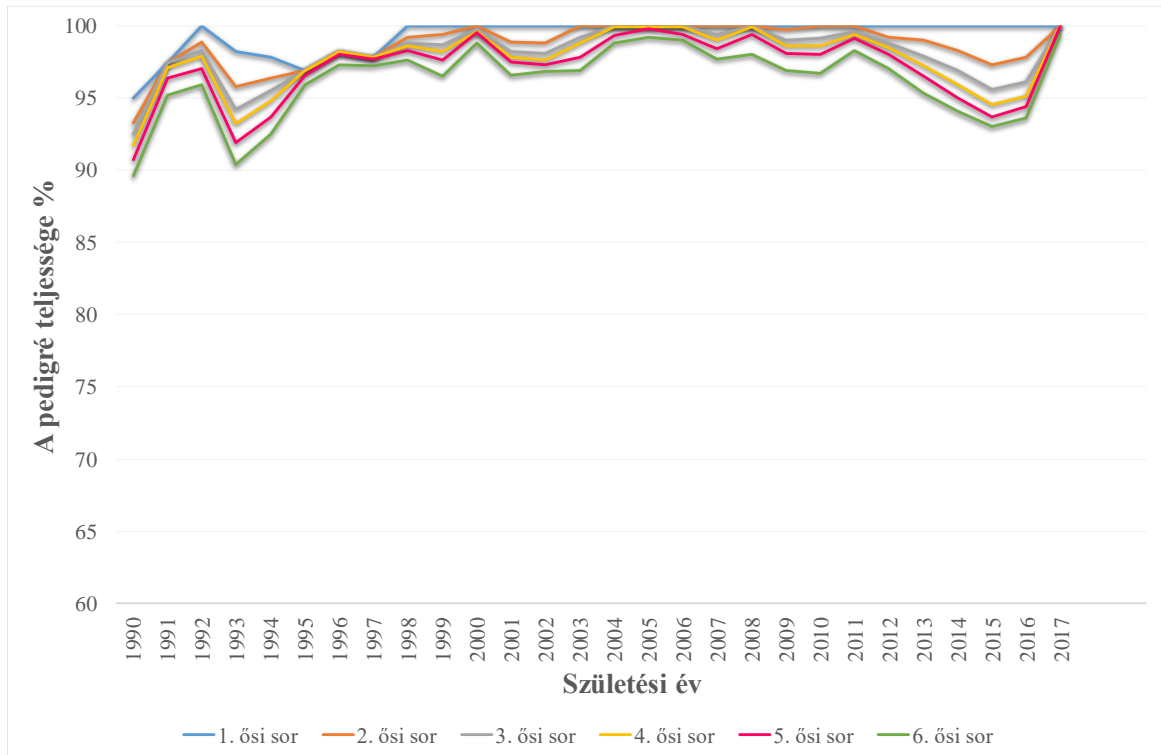
A teljes ismert ősi sorok száma heterogén képet mutatott. A gidránok 6,1, míg a furioso-north star populáció egyedei átlagosan 4,69 teljes ismert generációval rendelkeztek. A nóniusz populáció értéke az utóbbihoz állt közel (4,95). A referencia populációkba tartozó egyedek 78,6%-a legalább 5 teljesen ismert nemzedékre visszanyúló származással rendelkezett. A gidrán fajtába tartozó egyedek közül 7 ló 8, nóniuszok között 12 egyed 7, a furioso-north starok közül 6 kanca 7 teljes generációnyi pedigrével rendelkezett. A gidrán fajtára kapott értékek hasonlóak a szlovák lipicai állományra számított 5,9 generációs értékhez (PJONTEK et al., 2012). Valamennyi általam kapott érték felülmúlja az olasz sardinian anglo-arab populációra számított 3,62 generációs értéket.

A gidrán fajta értéke annak ellenére is kiemelkedik a három fajta közül, hogy a referencia populációban borodi kancacsaládokba tartozó egyedek is találhatóak. Ezen kancák pedigréje jellemzően 4–6 ősi sor után a szélső anyai ágon hiányos, mert az 1970-es években fajtaátalakítási céllal beemelt lovak – ma borodi kancacsalád alapítók – leszármazottai. Ez nagyban csökkenti a pedigrelteljességet. Ahogy a mezőhegyesi kancacsaládokba tartozó egyedeknél is előfordul, hogy a pedigrében hiányosságok mutatkoznak, ennek főként a háborúk során elveszett dokumentáció vagy a köztenyésztésből származó kanca után született ivadék áll a háttérben.

A teljes generációs ekvivalens értékek 12,64 és 16,45 közötti skálán helyezkedtek el. Előbbi a nóniusz, utóbbi a gidrán fajtához tartozott. A furioso-north star egyedek átlagos értéke 15,18. A három fajta egyedei közül a legmagasabb teljes generációs ekvivalens értékkel (20,55) a Roven Gidran-34 (Rozi) nevű 2015-ös születésű kanca áll, melynek apja (5275 Roven xx) és anyai nagyapja (4694 Balu xx) is angol telivér.

A furioso-north star és a gidrán egyedekre számított átlagos érték megközelíti, illetve meghaladja a hasonló történelmi múltra visszatekintő magyarországi angol telivér (15,64 – BOKOR et al., 2013), illetve a cseh kladrubi állomány (15,1 – VOSTRÁ-VYDROVÁ et al., 2016) értékét. A nóniusz populáció átlagértéke ezen értékek alatt marad, de meghaladja a hannoveri (8,43 – HAMANN és DISTL, 2008) és lipicai fajta szlovák állományára (10,25 – PJONTEK et al., 2012) közölt értékeket. Az általam számított értékek magasan felülmúlják a quarter horse (5,6 – FARIA et al., 2021) és a holsteini populációkra (5,62 – ROOS et al., 2015) számítottakat.

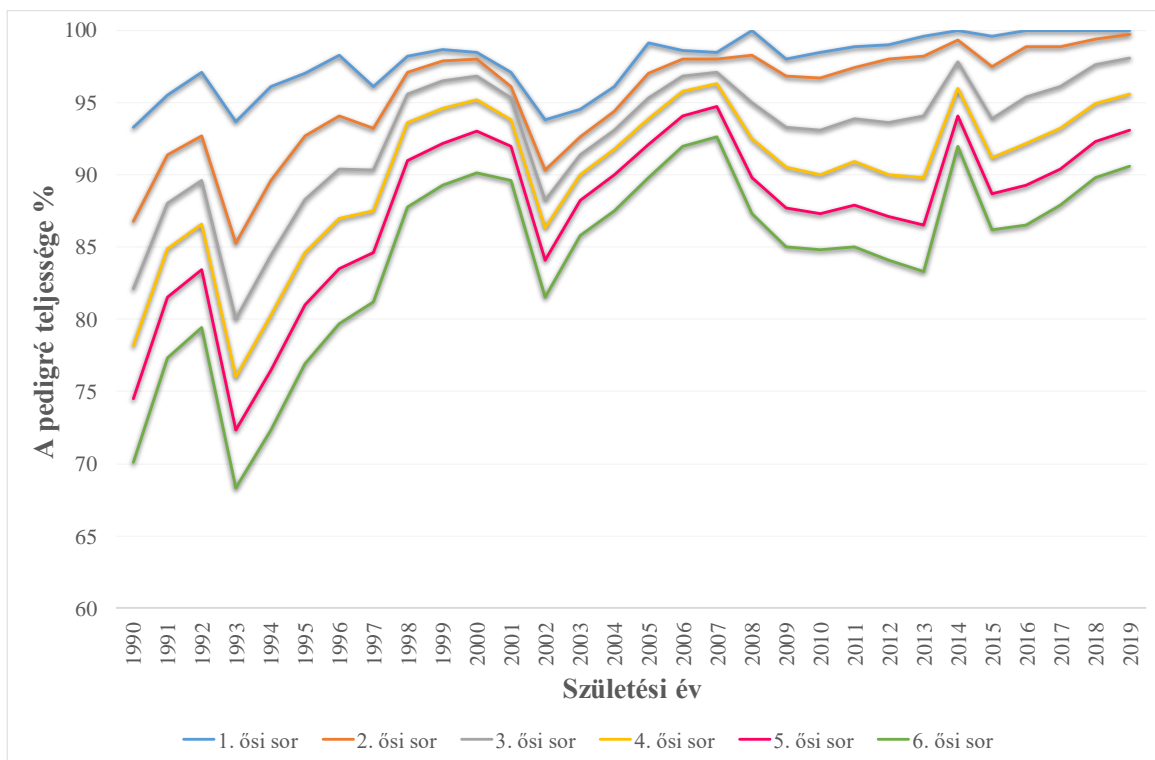
A referencia populációk évenkénti pedigré teljességének alakulását 1990-től fajtánként az 1–3. ábra szemlélteti. Az 1. ábra a gidrán populáció pedigrételjességét ábrázolja. Az civil tenyésztésszervezés elmúlt három évtizedben a pedigrételjesség folyamatosan nőtt. Jól látható, hogy 2017-ben az egyedek 99%-a 6 teljes ősi sorral rendelkezik. Alapvetően a vizsgált időszakban az ősi sorok feltöltöttsége 90% feletti, egyes években (2004-2006, 2009-2012) pedig kiemelkedően magas.



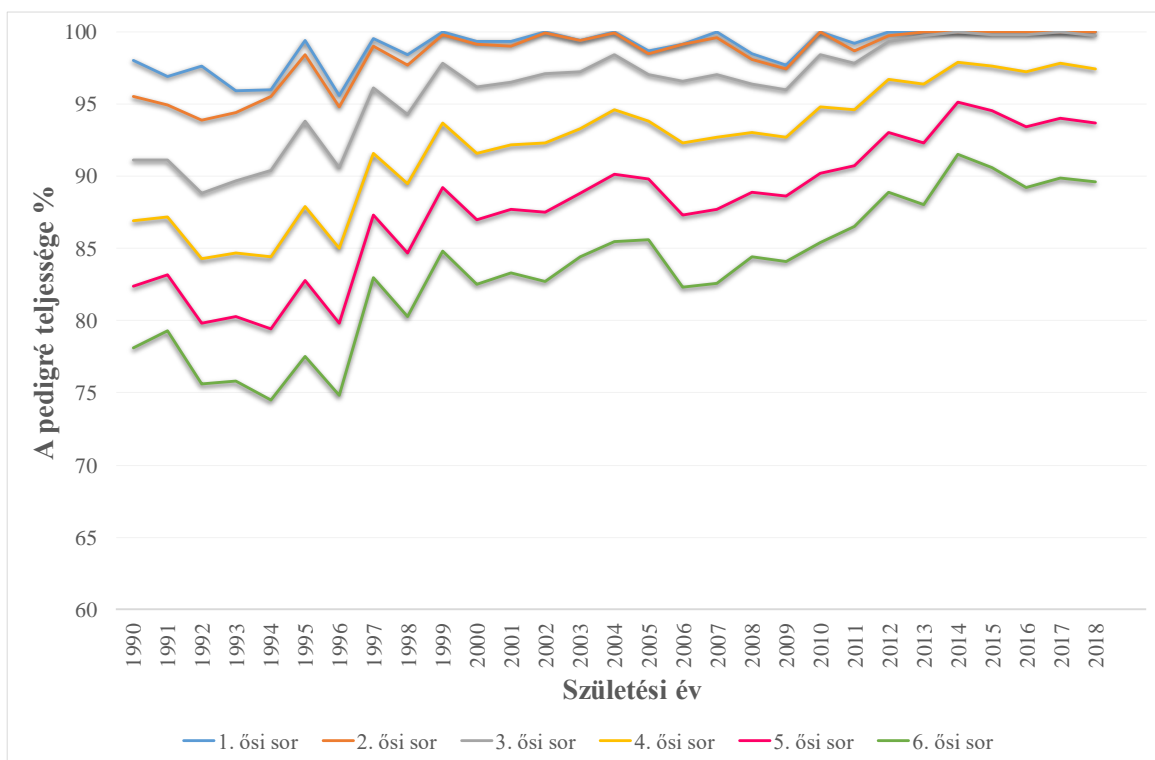
1. ábra: A gidrán populáció évenkénti pedigrételjességének alakulása

A 2. ábra a nóniusz populáció pedigrételjességét ábrázolja évenkénti bontásban. Az előző ábrához viszonyítva jól láthatóan alacsonyabb értékek figyelhetők meg. A mélypont 1993-ban volt, a pedigrék 6. ősi sora csupán 68%-ban volt feltöltve. Ez az érték 2007-re 93%-ig emelkedett, a vizsgált időszak végén 91% volt. Az előző ábrán látottakhoz képest látványosan alacsonyabb a vonaldiagrammok alakulása.

A 3. ábra a furioso-north star populáció pedigrételjességét ábrázolja évenkénti bontásban. A mélypontot jelentő 1994-es és 1996-os években a 6. ősi sor telítettsége csak 75%-os. Azonban 2013-tól az első három ősi sor teljesen ismert. A három fajta közül az időszak végén a furioso-north star esetében a legalacsonyabb a 6. ősi sor telítettsége (90%), az érték a csúcát 2014-ben 92%-os értékkel érte el.



2. ábra: A nóniusz populáció évenkénti pedigrételjességének alakulása



3. ábra: A furioso-north star populáció évenkénti pedigrételjességének alakulása

4.2. Nemzedékköz

Az elemzés során a nemzedékköz értékeket négy leszármazási úton (ménelőállító mén, kancaelőállító mén, ménnevelő kanca, kancanevelő kanca) határoztam meg. Az általam az egyes fajtákra számított nemzedékköz értékeket a 16–18. táblázat szemlélteti.

A gidrán populációban a leghosszabb nemzedékközt, 12,77 évet a ménnek leszármazási útvonalain tapasztaltuk. Az egymást követő generációk közötti legrövidebb időt a ménnevelő kancákra vonatkozóan számítottam (10,83 év). Számításaim szerint a méneket közel két évvel hosszabb ideig tartották tenyésztésben, azonban úgy is értelmezhetők, hogy az ivadékaik megszületésekor a ménnek átlagosan két évvel idősebbek, mint a kancák. A négyféle szülő-ivadék leszármazási útvonal megfelelő nemzedékköz értékeit páronként kétmintás t-próbával összehasonlítva a ménnek leszármazási útjain számított értékek és az egyes kanca leszármazási utak értékei között szignifikáns eltérést tapasztaltam ($p < 0,05$). Az átlagos nemzedékköz értéke 11,93 év. Ez közel áll a francia ügető populáció 11,8 éves értékéhez (MOUREAUX et al., 1996), valamint jelentősen meghaladja a luzitán lovakra számított 10,1 évet.

16. táblázat

A gidrán lófajta nemzedékköz értékei a négyféle szülő-ivadék származási út alapján

Szülő-ivadék leszármazási utak	Elemzés	Nemzedékköz (év)	Szórás
Ménelőállító mén	3984	12,77 ^a	5,17
Kancaelőállító mén	9163	12,77 ^a	5,33
Ménnevelő kanca	3601	10,83 ^b	5,57
Kancanevelő kanca	8587	11,10 ^c	5,52
Átlagosan	25335	11,93	5,48

A szignifikáns eltéréseket ($p < 0,05$) felső indexbe írt eltérő betűkkel jelöltem

A 2019-es nóniusz állományra vonatkozóan leghosszabb nemzedékközt a ménelőállító ménnek esetében (12,54 év) tapasztaltam. Az egymást követő generációk közötti legrövidebb időt a kancanevelő kancákra számítottam (10,63 év). A ménnek átlagosan két évvel töltöttek el több időt a tenyésztésben, mint a kancák. A négyféle szülő-

ivadék leszármazási útvonal megfelelő nemzedékköz értékeit páronként kétmintás t-próbával összehasonlítva a mének és a kancák leszármazási útjai között szintúgy szignifikáns eltérést tapasztaltam ($p < 0,05$). Az általam a fajtára számított nemzedékköz átlagosan 11,61 év. Ez kissé meghaladja a BOKOR et al. (2013) által a magyarországi angol telivér állományra közölt 11,41 éves értéket és nagyjából 3 évvel hosszabb, mint az IVANKOVIĆ et al. (2021) által a posavina lovakra közölt 8,2 év.

17. táblázat

A nóniusz lófajta nemzedékköz értékei a négyféle szülő-ivadék származási út alapján

Szülő-ivadék leszármazási utak	Elemzés	Nemzedékköz (év)	Szórás
Ménelőállító mén	5322	12,54 ^a	5,38
Kancaelőállító mén	12267	12,41 ^a	5,41
Ménnevelő kanca	4586	10,72 ^b	5,10
Kancanevelő kanca	10882	10,63 ^b	5,33
Átlagosan	33057	11,61 ^a	5,41

A szignifikáns eltéréseket ($p < 0,05$) felső indexbe írt eltérő betűkkel jelöltem

A furioso-north star fajta egyedeinek esetében is az átlagos leghosszabb nemzedékköz a ménelőállító mének, a legrövidebbet a ménnevelő kancák leszármazási útvonalán számítottam. A két szélsőértéket adó leszármazási útvonal között nagyjából két év különbség mérhető. A négyféle szülő-ivadék leszármazási út megfelelő nemzedékköz értékeit páronként kétmintás t-próbával összehasonlítva a mének és a kancák leszármazási útjai között szignifikáns eltérést tapasztaltam ($p < 0,05$). A furioso-north Star populáció átlagos nemzedékköz értéke 11,78 év. Ez nagyjából megegyezik a quarter horse (RODRIGUES et al., 2021) illetve a selle français (MOUREAUX et al., 1996) populációkra közölt 11,8 év értékkel.

A furioso-north star lófajta nemzedékköz értékei a négyféle szülő-ivadék származási út alapján

Szülő-ivadék leszármazási utak	Elemzés	Nemzedékköz (év)	Szórás
Ménelőállító mén	6058	12,64 ^a	5,28
Kancaelőállító mén	13263	12,63 ^a	5,50
Ménnevelő kanca	5269	10,75 ^b	5,48
Kancanevelő kanca	12087	10,88 ^b	5,58
Átlagosan	36677	11,78	5,57

A szignifikáns eltéréseket ($p < 0,05$) felső indexbe írt eltérő betűkkel jelöltem

Egy fajta időbeli fenntartásának egyik eszköze az elnyújtott generációs intervallumok használata. Generációváltásról generációváltásra genetikai sodródás tapasztalható, ezért a kis egyedszámú állományok esetén ajánlott a generációváltások számát csökkenteni, mert így adott időtávon belül nincs lényeges genetikai diverzitás csökkenés. Vagyis ez a módszer képes az időben kitolni a genetikai beszűkülést. A géntartalékvédelmi szempontból kevésbé jelentős, nagy tenyészkanca létszámú és a minél nagyobb fenotípusos teljesítményre törekvő tenyésztésnél a minél gyorsabb nemzedékváltás elérése a cél, mert a tenyésztési előrehaladást e módon lehet a legnagyobb mértékben kihasználni. Génmegőrzéskor a stabilizáló szelekciót folytató tenyésztésnél a cél éppen ellenkező, a generációról generációra való előrehaladás nem elvárt, azonban a genetikai variabilitás megőrzése az. A méneket és a kancákat lehetőleg minél tovább kell tenyésztésben tartani, illetve az ivadékok tenyésztésbe állítására hosszabb időt kell hagyni, ez segíti a fajta megőrzését, ezáltal a tenyésztők alapvető célját. A nemzedékköz értékek nyújtásának, tehát a lassabb generációváltásnak a népesebb egyedszámú kancacsaládok (pl.: mezőhegyesi 3-as gidrán kancacsalád) esetében van jelentősége, míg alacsonyabb egyedszámú családoknál (pl.: mezőhegyesi 5-ös gidrán kancacsalád) ki kell használni a létszámbeli gyarapodás kis, de érzékelhető hatását a sokféleség növekedésére.

Ahogy az előzetesen várható volt, a mén leszármazási útvonalak hosszabbak voltak a kanca útvonalaknál. A különbség a szélső értékek között minden fajtában mintegy két

év. Erre magyarázatot nyújthat a ménék tenyészkiválasztásának módszere. A ménék jellemzően idősebb korban kezdik tenyészmunkájukat mint a kancák, amelyek általában négy éves koruk környékén ellenek először. A három vizsgált fajtában a ménék és a kancák leszármazási útvonala minden esetben szignifikánsan eltért egymástól, a gidrán fajta vonatkozásában a két kanca leszármazási útvonalnál is szignifikáns eltérést tapasztaltam. A kanca leszármazási útvonalak értékei nóniusz fajtában a legrövidebbek, míg a mén leszármazási útvonalak értékei a gidránok esetében a leghosszabbak.

4.3. Alapító ősök és nem alapító ősök száma, valamint ezek effektív száma, aránya, alapító ősök genom ekvivalens értéke és aránya az alapító ősök effektív számával

A három mezőhegyesi fajta őseire vonatkozó információkat a 19. táblázat tartalmazza.

19. táblázat

Az ősök változékonyságát leíró mutatók

Mutató	Gidrán	Nóniusz	Furioso-north star
Alapító ősök száma (Nf)	1725	2019	2874
Nem alapító ősök száma (Na)	138	239	311
Alapító ősök effektív száma (f_e)	99	95	99
Nem alapító ősök effektív száma (f_a)	24	22	43
Alapító ősök effektív számának és a nem alapító ősök effektív számának aránya (f_e/f_a)	4,13	4,32	2,30
Nem alapító ősök effektív számának és az alapító ősök effektív számának aránya (f_a/f_e)	0,24	0,23	0,43
Alapító ősök genom ekvivalens értéke (f_g)	7,84	7,97	11,75
Alapító ősök genom ekvivalens értékének és az alapító ősök effektív számának aránya (%) (f_g/f_e)	7,9	8,4	12,0

Az alapító ősök tényleges száma a furioso-north star fajtában a legmagasabb, míg a gidrán populáció esetében a legalacsonyabb. A nem alapító ősök tényleges száma szintén ezt a tendenciát követi, 311 egyed a furioso-north star fajtában és 138 a gidrán esetében. Az effektív alapító ősök száma egyaránt 99–99 a gidrán és a furioso-north star fajták referencia populációban, ettől kissé elmarad a nóniusz fajta esetében (95). Az alapító ősök effektív száma hasonló képet mutat a holland tuigpaard fajta esetében, ahol az állomány 98,6 effektív alapító ősrel jellemezhető (SCHURINK et al., 2012). Ennek többszörösét közölték, a spanyol sportló (BARTOLOMÉ et al., 2011) és az amerikai foltos ló (SIDERITS et al., 2013) állományokra. Az eltérések háttérében az eltérő tenyésztési technikák állhatnak. A mezőhegyesi lófajták hagyományos tenyésztési technikája lehetővé teszi az angol telivér (továbbá a gidrán fajta esetében az arab telivér) mének használatát. Szakirodalmi források alapján kijelenthető, hogy a nyitott törzskönyvezési rendszerekkel rendelkező fajták, mint a hannoveri (244,9 – MEDEIROS et al., 2014), a brazil-, (222 – MEDEIROS et al., 2014) vagy a már említett spanyol sportló (963 – BARTOLOMÉ et al., 2011) számottevően több alapító ősrel rendelkeznek.

A nem alapító ősök effektív száma hasonló (22 és 24) a vizsgált nóniusz és a gidrán állományban. A törökországi arab telivér populációra vonatkozóan DURU (2017) szintén 22 effektív nem alapító ősrel közölt. A furioso-north star fajta esetében a nem alapító ősök effektív száma ennek közel kétszerese: 43. A furioso-north star fajta rugalmasabb tenyésztési szabályozása magasabb értéket eredményezett, az állományra általam számított mutató értéke magasabb, mint a lipicai állományé (ZECHNER et al., 2002), de alacsonyabb, mint a holsteini (ROOS et al., 2015) vagy hannoveri (HAMANN és DISTL, 2008) lovakra becsült.

Az effektív és a valós számok közötti igen nagymértékű különbség miatt a genetikai variabilitás jelentős mértékű csökkenésére következtethetünk. Példaképpen a gidrán populáció esetében ugyanaz a genetikai diverzitás amelyet 1725 alapító ős fed le, leírható mindössze 99 effektív alapítóval. Ez a trend a furioso-north star (2874/99) és a nóniusz (2019/95) fajták esetében is igazolódott. A nem alapító ősök tényleges és effektív száma között szintén markáns különbség rajzolódik ki. A 311 furioso-north star nem alapító ős csupán 43 effektív nem alapító egyeddel is lefedhető.

Az effektív számok egymáshoz viszonyított arányának különbsége szembeűnő. A palacknyak hatás mindhárom fajtát sújtotta, a legnagyobb mértékben a gidrán és a nóniusz fajtákat. A furioso-north star fajta értéke majdnem megegyezik a VICENTE et al. (2012) által luzitán lovakra valamint a GIONTELLA et al. (2019) a maremmano

fajtára számított értékkel. A gidrán és nóniusz populációk értéke közel áll, de meghaladja a freibergeri (PONCET et al., 2006) lovakra számítottat és meglehetősen közel állnak a kladrubi (VOSTRÁ-VYDROVÁ et al., 2016) és a quarter horse fajtákra közöltékkel (RODRIGUES et al., 2021; FARIA et al., 2018a).

A nagymértékű génvesztés okai a fajták tenyésztéstörténetében keresendőek. A fajták nagy veszteségeket szenvedtek el az I. és a II. világháború alatt, mindössze maroknyi állomány tért vissza a saját ménésébe a háborúk után. Ezt követően a motorizáció fokozatos elterjedése előbb a hadászatból, majd a közlekedésből, áruszállításból és a mezőgazdaságból szorította ki az állati erejű vontatást. A lovak száma drasztikus csökkenésnek indult.

Az alapító ősök genom ekvivalens értéke általában, így az én számításaink szerint is kisebb, mint az alapító ősök effektív létszáma és a nem alapító ősök effektív létszáma mutatók értékei. Továbbá ezek közvetlenül összehasonlíthatóak. A gidrán és nóniusz fajták értéke az alapító ősök és nem alapító effektív számához hasonlóan e mutató esetében is közel állnak egymáshoz. Az előbbi esetében a legalacsonyabb, 7,84, míg utóbbi esetén egy kissé magasabb 7,97 az érték. A furioso-north star fajta 11,75-ös, magasabb mutatója némileg elkülönül, itt a legmagasabb egy adott allél fennmaradási valószínűsége.

Az alapító ősök genom ekvivalens értékének és az alapító ősök effektív számának arányából a fajtákat ért génsodródásra következtethetünk. A kis egyedszámú állományok esetén elkerülhetetlen bizonyos gének alléljainak folyamatos változása, ezért az egyes allélek rögzülése és mások elvesztése miatt a drift hatás leggyakoribb következménye a populációkon belüli genetikai sokféleség lecsökkenése. Mivel a mutató értéke a korábban bemutatott együtthatókkal összhangban áll, ezért a szélsőértékeket ezúttal is a gidrán (7,9%) és a furioso-north star (12%) fajtákra állapítottam meg. A nóniusz populáció 8,4%-os értéke ezúttal is a gidránhoz állt közel. Kapott értékeim magasabbak, mint a kladrubi (VOSTRÁ-VYDROVÁ et al., 2016) vagy az arab telivér (DURU, 2017) fajtákra megállapítottak.

4.4. Genetikai variabilitás

Egy adott fajta genetikai variabilitása leírható a diverzitásért felelős egyedek számával. A 20. táblázat bemutatja a teljes állomány, illetve a referencia állomány genetikai variabilitásához hozzájáruló egyedek számát.

Az állományok genetikai szerkezetének változatosságáért felelős egyedek száma

A genetikai változatosság aránya	Gidrán		Nóniusz		Furioso-north star	
	teljes állomány	referencia állomány	teljes állomány	referencia állomány	teljes állomány	referencia állomány
50%	14	9	22	9	17	17
60%	25	13	43	12	35	27
70%	50	18	105	19	81	41
80%	114	26	335	30	235	62
90%	90	42	1277	59	886	107
100%	1724	138	4246	239	3123	311

Mindhárom fajtára igaz, hogy az azonos arányokhoz tartozó teljes és referencia populáció értékek között jelentős különbségek vannak. Ez nagymértékű génvesztésre utal. Ez a legjelentősebb számszerűsített értéket a nóniusz populáció vonatkozásában a lefedettség 90%-os arányánál érte el. A teljes állomány 90%-át lefedő 1277 egyed több mint 21-szerese a referencia populáció genetikai diverzitását jellemző 59 egyednek. A számértékek alacsonyak, ilyen kancalétszámok esetében nem százas, hanem ezres nagyságrend is elvárható lenne. Ekkora különbségekre már nem kielégítő válasz az évszázadokon átnyúló szelekciós munka. A XX. század első felében a világháborúk, a második felében a keresztezések okoztak maradandó veszteségeket nem csak a fajták egyedszámában, hanem diverzitásában is.

A genetikai variabilitás koncentrációja fajtánként eltérően alakult. Az ősök száma a teljes és a referencia állomány vonatkozásában is a gidrán állomány a legalacsonyabb. A 2019-ben 367 egyedes aktív gidrán populáció mindössze 138 össel leírható, miközben a teljes populációt 1724 ős fedte le. Ez a teljes lefedettség értékében több mint 12-szeres különbség az egyedszámok között. A fajta genetikai diverzitásának a felét 9 egyed hozzájárulása adta.

A genetikai diverzitás feléért a nóniusz állomány esetében is csupán 9 ős felelt. Mindkét fajtára vonatkozóan ez rendkívüli beszűkülést jelzett. A koncentráció 50% és

70% között szinte megegyezett a gidrán és a nóniusz fajta esetében, azonban 80% felett a nóniusz enyhén magasabb diverzitást mutatott. Az egyedszámok tekintetében látszólag kedvezőbbnek tűnő számok az arányok figyelembevételével már más képet mutattak. Átlagosan 10-szeres különbség van a teljes és a referenciaállomány egyedszámai között. Ez az arány a másik két fajta esetében átlagosan négyszeres. Ez alapján a legnagyobb génvesztés a nóniusz populáció szenvedte el.

A másik két fajtához képest valamivel kedvezőbb értéket számítottam a furioso-north star fajtára vonatkozóan. A teljes és a referenciaállomány esetében is egyaránt 17–17 ős fedt le a genetikai diverzitás 50%-át. A két adathalmaz között az egyednek nem mutatnak teljes átfedést, közöttük összesen 6 azonos ős található, azonban ezek közül csak egy, az 1902-es születésű "A" vonalba tartozó Furioso XXVIII törzsmén tartozott a fajtához, a további 5 angol telivér mellett. A furioso-north star populáció minden referencia populációra vonatkozó kategóriában a legmagasabb értéket adta, a végső 311 ős több mint duplája a gidrán genetikai variabilitását leíró 138-nak.

A genetikai változatossághoz 90% és 100% között nagy számosságú egyed járul hozzá, azonban az ezek által lefedett variabilitás mértéke az egyes egyedek szintjén meglehetősen alacsony. Példaként a furioso-north star referencia populációban a 90%-ot 107, a 100%-ot már 311 ős írja le, a köztes 204 egyednek az egy lóra jutó átlagos hozzájárulása 0,049%, melyek szélsőértékei 0,14 és 0,0015%. A tendencia a másik két fajta esetében is hasonló. A nagymértékű bővülés hátterében a nemesítő keresztezésként bevont új egyedek illetve az import révén az országba kerülő fajtához tartozó egyedek és az általuk megjelenő őseik állhatnak.

A 21. táblázat a legmeghatározóbb ősök genetikai variabilitáshoz való hozzájárulását és ezek összesített értékét mutatja be a referencia- és a hozzájuk tartozó teljes állományokra. Az első három egyed összesített értéke a gidrán és a nóniusz referenciaállományokban meghaladja a 25%-ot, míg a furioso-north star esetében nem éri el a 19%-ot sem. Az első három öst figyelembe véve a gidrán referencia populációban lazult a koncentráció, 2%-kal kevesebb az első 3 ős lefedettsége, mint a teljes állományban. A nóniusz populációban ellentétes folyamatot figyeltem meg. Az első 3 ős a teljes állományban 18,6%-ot tesz ki, ezzel szemben a referencia populációban már több mint 28%-ot. Ez a közel 10%-os növekedés a genetikai sokféleség csökkenését is magával hozza.

A legváltozatosabb genetikai szerkezettel ebből a szempontból is a furioso-north star fajta rendelkezett. Ez az egyetlen fajta, ahol a referencia populáció legnagyobb

lefedettséggel rendelkező egyedeinek összesített értékei minden esetben alacsonyabbak, mint a teljes állományé. A teljes populáció tekintetében az első három ős értéke még magasabb, 27%. Ezzel szemben a referencia populációban ez 19% alá csökken.

Az első 10 egyed kapcsán a gidrán és a nóniusz vonatkozásában is szűkülés mutatkozott. A gidrán esetében teljes állomány első 10 egyede a diverzitás 45,9%-át adta, míg a referencia populációnál ez 54,7%-ra emelkedett. A nóniusznál ez 38%-ról 55% fölé nőtt. Ezzel szemben a furioso-north star értéke 43%-ról 40% alá csökkent.

21. táblázat

A legmeghatározóbb egyedek hozzájárulásának mértéke (%)

Ősök	Gidrán		Nóniusz		Furioso-north star	
	teljes állomány	referencia állomány	teljes állomány	referencia állomány	teljes állomány	referencia állomány
első ős	11,72	10,34	7,59	13,81	11,03	7,75
második ős	9,73	8,02	6,24	8,05	9,05	6,12
harmadik ős	7,37	7,87	4,76	6,54	6,94	4,98
első 3 ős összesen	28,817	26,224	18,586	28,405	27,023	18,854
első 10 ős összesen	45,911	54,729	38,274	55,702	43,273	39,815

A 22. táblázat a három fajta teljes állományára mutatja be a genetikai variabilitásához legnagyobb arányban hozzájáruló 10 őst. A táblázatban összesen 14 ős szerepel, közülük 8 angol telivér, 2 arab telivér és 4 nóniusz. Az egyedek között 12 mén és 2 kanca található.

A legnagyobb lefedettséggel rendelkező három ős mindhárom fajta esetében megegyezett. Az első helyen Herod xx angol-, a második helyen Godolphin Arabian arab-, a harmadik helyen Eclipse xx angol telivér áll. A befolyásuk a teljes állományban a gidránok esetében a legmagasabb és a nóniusz esetében a legalacsonyabb, ahogy az előző táblázatból is leolvasható.

A táblázatban található angol telivérek kapcsán egyaránt igaz, hogy nagyhatású és korai egyedek révén (különösen a ménék) nagyszámú egyed származásában szerepeltek. Azonban, ahogy születési idejükön is látszik a referencia állományhoz képest csak igen távoli ősi sorokban elenyésző varianciával szerepelnek, viszont számosságuk miatt összeadódott értékük már jelentős.

A teljes populációk genetikai variabilitásához legnagyobb mértékben hozzájáruló tíz egyed

Egyed	Születési év	Ivar	fajta	Gidrán		Nóniusz		Furioso-north star	
				Pozíció	Érték (%)	Pozíció	Érték (%)	Pozíció	Érték (%)
Herod xx	1758	mén	angol telivér	1.	11,72	1.	7,59	1.	11,03
Godolphin Arabian	1724	mén	arab telivér	2.	9,73	2.	6,24	2.	9,05
Eclipse xx	1764	mén	angol telivér	3.	7,37	3.	4,76	3.	6,94
Snap xx	1750	mén	angol telivér	4.	4,88	6.	3,15	4.	4,57
Matchem xx	1748	mén	angol telivér	5.	3,05	8.	1,97	5.	2,87
Rachel xx	1763	kanca	angol telivér	6.	2,70	10.	1,74	6.	2,54
Trumpator xx	1782	mén	angol telivér	7.	1,86	-	-	7.	1,81
Darley Arabian	1700	mén	arab telivér	8.	1,65	-	-	10.	1,33
Touchstone xx	1831	mén	angol telivér	9.	1,53	-	-	8.	1,63
Stockwell xx	1849	mén	angol telivér	10.	1,43	-	-	9.	1,49
Nonius XXIX	1880	mén	nóniusz	-	-	4.	4,44	-	-
Nonius XVI	1871	mén	nóniusz	-	-	5.	3,77	-	-
Nonius XXXI	1880	mén	nóniusz	-	-	7.	2,74	-	-
312 Nonius XIII	1875	kanca	nóniusz	-	-	9.	1,87	-	-

A Godolphin Arabian és a Darley Arabian az angol telivér fajta alapító ménjei közé tartoznak. Jelenlétük szinte minden alapítókig visszavezethető angol telivér egyed származásában megtalálható.

CUNNINGHAM et al. (2001) szerint Darley Arabian az angol telivérek 95%-ának származásában megtalálható, legnagyobb hatását dédunokája Eclipse xx révén fejt ki, míg Godolphin Arabian legnagyobb hatású unokája Matchem xx. Ezen egyedek a legmeghatározóbb ősök között szintén minden fajta vonatkozásában szerepelnek.

A telivér ősök között a gidrán és a furioso-north star esetén teljes átfedés van, mindössze az utolsó három egyed sorrendje keveredik, Touchstone xx és Stockwell xx genetikai diverzitáshoz való hozzájárulása a gidrán fajtában magasabb. Ez a két angol telivér kivételt jelent abból a szempontból is, hogy a lista elején található XVIII. századi egyedekhez képest a XIX. században éltek.

Az elemzett fajták közül ebből a szempontból kissé kilóg a nóniusz, ez az egyetlen ahol megjelennek a teljes állomány variabilitását leginkább meghatározó egyedek között a fajta saját egyedei, törzsménjei. A teljes állomány genetikai diverzitására legnagyobb hatással lévő nóniusz törzsmének között két vonal alapítót is találunk. Nonius XXIX törzsmén az "A" míg Nonius XXXI törzsmén a "B" vonal alapítója. A 9. pozícióban található kanca a "C" vonalalapító Nonius XXXVI törzsmén anyja, melynek apja az 5. pozícióban lévő Nonius XVI törzsmén.

Az egyes állományokat leginkább meghatározó 10–10 őst a 23–25. táblázatok mutatják be. Várakozásainknak megfelelően a genetikai variabilitás lefedettségéért leginkább felelős ősök mindegyike mindhárom referencia populációban mén. Ez a ménnek magasabb ivadékszámának, ezáltal nagyobb tenyészhatásának eredménye.

A genetikai variabilitásért leginkább felelős tíz őst a gidrán referencia populációnak választott egyedekre a 23. táblázat szemlélteti. A ménnek után az első kanca 3 Siglavy XII Gidran-4 (Sértegető) a 12. pozícióban 2,28%-os hozzájárulással helyezkedett el. A teljes variabilitást lefedő 138 egyed közül 25 lefedettsége haladta meg az 1%-ot. A gidránok mellett két angol- és egy arab telivér szerepel a listában. A fajta angloarab jellegének fenntartása miatt tenyésztésében napjainkig folyamatos a két fajta egyedeinek használata nemesítő keresztezésekben.

A gidrán referenciaállomány genetikai variabilitásához legnagyobb arányban hozzájáruló ősök

Egyed	Fajta	Születési év	A variabilitás lefedettségének az aránya (%)
Gidran XI	gidrán	1978	10,34
Gidran VI	gidrán	1972	8,02
Gidran XXIV (Romániában XXXIX)	gidrán	1983	7,87
Herod xx	angol telivér	1758	5,76
Gidran XXVII	gidrán	1994	4,98
Gidran IV	gidrán	1963	4,63
Godolphin Arabian	arab telivér	1724	4,16
Eclipse xx	angol telivér	1764	3,49
Gidran XXII (Romániában XXXVIII)	gidrán	1979	2,91
Gidran VIII (1975)	gidrán	1975	2,57

Az állomány genetikai variabilitását legnagyobb mértékben az 1978-as születésű, később *Gidran XI* törzsmén néven törzsménné vált egyed határozta meg. Ez a csodálatos képességű, ugrósportban versenyző mén egymaga felelt a genetikai diverzitás 10,34%-áért (1. kép). Az adatbázisomban összesen 62 ivadéka szerepelt. Apja, a *Gidran IV* törzsmén a lista 6. helyén szerepel, tenyészhátása – a belátható jövőn belül – elévülhetetlenek tűnik.

A második helyen szereplő sütvényi tenyészésű *Gidran VI* törzsmén Szántódpusztán fedezett, adatbázisomban viszonylag kevés (mindösszesen 28) ivadéka szerepel, azonban közülük kettő is törzsménné (*Gidran XXIII*, *Gidran XVII*) vált. A „B” genealógiai vonal bővítésének érdekében importálták Romániából a *Radautzon XXXIX* törzsmén számmal rendelkező mén, mely hazánkban a *XXIV* törzsmén számot kapta. Ivadékainak száma adatbázisomban 125, melyek Európában és Amerikában is a gidránok lovassportokra való alkalmasságát reprezentálták.



1. kép: **Gidran XI törzsmén** (tenyésztője: Országos Takarmányozási és Állattenyésztési Felügyelőség, Borodpuszta)

A három legjelentősebb törzsmén, amely együtt a genetikai variabilitás több mint negyedét adja részben kényszerből, részben érdemei alapján vált korának meghatározó tenyészménjévé. Mindhárom egyed születési ideje egy időszakra esik. A fajta diverzitására a legnagyobb hatást a XX. század utolsó harmadának tenyésztési döntései gyakorolták.

Szintén import révén került be Magyarországra a lista 5. helyén álló Gidran XXVII törzsmén. A "C" vonal nagymértékű szűkülését sikerült megállítani az 1994-ben Bulgáriában Podbor néven született mén behozatalával. A 13 évesen importált tűzött sárga mén után az adatbázisomban 42 utód szerepel, segítségével a genealógiai vonal megszilárdult.

A referencia állományra hatást gyakorló telivérek korábban már a teljes állomány kapcsán bemutatásra kerültek, befolyásuk a referencia állományra vonatkoztatva számottevően alacsonyabb. A teljes genetikai változatosságot lefedni képes 138 ős között további angol telivéreket is találunk. A közelmúlt neves nemesítői között először 2,09%-os hozzájárulással 14. pozícióban a 2394 Déva xx szerepelt, közvetlen utána 1,92%-os értékkel – a 15. helyen – Mersuch XXII arab telivér törzsmén állt. A lista első felében

található még 4694 Balu xx (1,30% – 21. hely), 4673 Behdi P ox (0,68% – 32. hely), 5275 Roven xx (0,61% – 36. hely) és 5220 Licinio xx (0,29% – 51. hely) is.

A gidrán tenyésztés történetében az angol- és arab telivérek folyamatos jelenlétét a XVIII. század (Matchem xx, 0,34% – 46. hely), és a XX. század ménjei (1548 Andor xx, 0,78 % – 29. hely; 1718 Mabrouk ox, 0,73% – 31. hely; Razbeg xx, 0,25% – 56. hely; Naum xx, 0,13% – 72. hely; 2264 Surdut xx 0,1% – 79. hely) is bizonyítják.

A nóniusz állomány genetikai változatosságáért leginkább felelős 10 őst a 24. táblázat mutatja be. A listában 8 nóniusz és egy angol telivér mellett egy holsteini mén található. Az első kanca (699 Szany Sikoly) a 16. helyen található 1,39% hozzájárulással. Összesen 22 egyed lefedettségi értéke haladja meg az 1%-ot.

24. táblázat

A nóniusz referenciaállomány genetikai variabilitásához legnagyobb arányban hozzájáruló ősök

Egyed	Fajta	Születési év	A variabilitás lefedettségének az aránya (%)
Nonius VI	nóniusz	1965	13,81
Nonius IX	nóniusz	1972	8,05
Nonius XXXIX	nóniusz	1956	6,54
Nonius XXXI	nóniusz	1931	5,44
311 Aldato	holsteini	1958	4,80
Nonius XXIX	nóniusz	1880	4,48
Nonius XVI	nóniusz	1871	3,66
3185 Akitos xx	angol telivér	1981	3,17
Nonius XXX	nóniusz	1959	3,04
Nonius XIII	nóniusz	1967	2,70

Az 1965-ös születésű Nonius VI törzsmén elképesztő mértékben uralja a fajta genetikai variációját, a teljes variabilitás 13,81%-ért felelős. A ménnek az adatbázisomban 80 ivadéka szerepel, ebből 6 fia törzsménné is vált. A második helyen

álló törzsmén 8,05%-át adja a genetikai diverzitásnak. Nonius IX törzsménnek – melynek apja a 9. helyen álló Nonius XXX törzsmén – 76 ivadéka, ebből 7 törzsmén fia szerepel az adatbázisomban. A harmadik helyen álló Nonius XXXIX törzsmén 85 csikóval rendelkezik, azonban csak egy törzsmén fia volt. Az első három mén a genetikai diverzitás majdcsak 30%-át biztosítja. A három vizsgált fajta közül itt a legerősebb a diverzitás koncentrációja. A vezető szereppel rendelkező mének gidrán fajtában látottakhoz képest egy évtizeddel korábban születtek.

A táblázatban szereplő nóniusz törzsmének közül Nonius XXIX és Nonius XVI a teljes állomány variabilitásában is vezető szerepet töltenek be. A referenciaállományra vonatkoztatva előbbi befolyása 0,04%-kal, míg utóbbi 0,11%-kal növekedett.

A közelmúlt lovaiból a listában nem is találunk, a legkésőbbi születési dátummal az 1981-es születésű 8. helyen álló 3185 Akitos xx angol telivér rendelkezett. A Németországból származó fekete mén ivadékaik jó képességgel rendelkeztek az ugrósportban és a military szakágban. Adatbázisomban 79 ivadéka szerepel.

A lista másik nem nóniusz fajtájú ménje a holsteini 311 Aldato, mely a 2. képen látható. Az 1973-ban importált mént, több magyar fajtában például a furioso-north starban is használták. Kitűnő ügető és ugró tulajdonságait jól örökölte. Az adatbázisomban összesen 62 ivadéka szerepelt.



2. kép: **311 Aldato holsteini mén** (tenyésztője: Herbert Kahlke, Németország)

Míg a teljes populáció genetikai variabilitásához jellemzően telivér ménnek járultak hozzá, addig a referencia állomány genetikai variabilitásában lényegesen kisebb a szerepük. A fajták telivérezettségére szerint jelenleg ez a legjobban elkülönülő állomány. A 239 ős között kevés angol telivért találtam. A nóniusz tömegesebb karakterének fenntartásához a másik két fajtában nem, vagy elvétve használt lovak jelentek meg az ősök között, mint 608 Baldover xx (0,41% – 39. hely), 5834 Francia xx (0,31% – 50. hely), 610 Imamalom xx (0,06 – 124. hely) és 2263 Circinus xx. A gidrán állományhoz hasonlóan itt is megjelent Herod xx és Godolphin Arabian, előbbi 25. helyen áll 0,76%, utóbbi 28. 0,59%-os lefedettséggel. A fajta telivérezettségének kisebb foka a két mén alacsonyabb diverzitásbeli hozzájárulásában is megnyilvánult.

Köszönhetően a karakteres spanyol-nápolyi jellegnek, a fajta tenyésztése során nem csak angol telivér nemesítőket használtak. A listában szereplő ősök között például holland félvér (2978 Doliart: 1,31% – 18. hely) és veszfáliai (5280 Rittmeister: 0,59% – 29. hely) ősöket is találtam magas hozzájárulással.

A furioso-north star állomány genetikai változatosságért leginkább felelős 10 öst a 25. táblázat mutatja be. Az első kanca a 18. pozícióban az 1985-ben született 18 Kati, mely a lefedettség 1,26%-ért felelős. A teljes populációt lefedő 311 ló közül összesen 23 egyed genetikai diverzitásbeli hozzájárulása haladja meg az 1%-ot.

A 10 legmeghatározóbb egyed között 6 furioso-north star, 3 angol telivér és 1 arab telivért látható. A tárgyalt fajtába tartozó egyedek között 5 Furioso törzshöz és mindösszesen 1 North Star törzshöz tartozó törzsmén található. A 311 ős között 24 Furioso törzsmént és 11 a North Star törzshöz tartozó törzsmén lelhető fel.

A legjelentősebb ős az 1758-as születésű Herod xx angol telivér, amely egymaga a variabilitás 7,75%-át adja. Az egyed a gidrán fajta mellett a furioso-north star-ok variációjában is fontos szerepet játszik, mivel a mén halmozva fordul elő az alapító angol telivérek Furioso Senior xx és North Star Senior xx származásában. Mivel az adatbázisomban átlagos maximális ismert nemzedékek száma kifejezetten hosszú a fajtába tartozó fajtaalapítókig visszavezethető egyedek származásában a mén a távoli ősi sorokban megjelenik. Tehát ismét nagy számosságú, de csekély variabilitásbeli hozzájárulásról beszélhetünk. Godolpin Arabian angol telivér alapító arab telivér mén szerepét a mezőhegyesi fajtákban a gidrán kapcsán már kifejtettem. Eclipse xx szerepe is hasonló. A három mén együttesen a variancia 18,854%-át adja. A nóniusz és a gidrán állományokhoz képest számottevően korábban született a furioso-north star fajtán kívüli

egyedeket találtam. Ez az egyik legékesebb bizonyítéka a fajta nagymértékű angol telivér háttérének.

25. táblázat

A furioso-north star referenciaállomány genetikai variabilitásához legnagyobb arányban hozzájáruló ősök

Egyed	Nem	Születési év	A variabilitás lefedettségének az aránya (%)
Herod xx	angol telivér	1758	7,75
Godolphin Arabian	arab telivér	1724	6,12
Eclipse xx	angol telivér	1764	4,98
Furioso VI	furioso-north star	1969	4,70
Furioso XXVIII	furioso-north star	1902	3,70
Furioso XXIII	furioso-north star	1889	3,15
Furioso X	furioso-north star	1967	2,77
Snap xx	angol telivér	1750	2,62
North Star III	furioso-north star	1985	2,04
Furioso XL	furioso-north star	1993	1,97

A fajtába sorolható egyedek közül a Furioso VI törzsmén (3. kép) 4,7%-os hozzájárulással a legjelentősebb. Az 1969-es születésű Kiskunsági Ménesből származó mén főként Pusztaberényben fedezett, 12 fedezőmén ivadékából 3 törzsménné (Furioso XI, Furioso XIII, Furioso XV) vált.

A North Star III és Furioso XL törzsmének a '90-es években importként kerültek az országba. Az 1985-ös születésű North Star III (Nomád) különösen jó fajtajellel és kiváló vérmérséklettel rendelkezett, évekig a magyar lovastorna-válogatott megbízható lova volt. Szerepelt az aacheni Európa Bajnokságon, valamint a római világitékokon. Teljesítménye után nem meglepő, hogy 95 ivadéka szerepelt az adatbázisomban. A Motesicei ménesből behozott 1993-as születésű Fukar névre hallgató Furioso XL törzsmén különlegessége sokoldalú saját teljesítménye (5 szakágban tett saját

teljesítmény vizsgát) mellett szürke színe volt. Ez komoly elvi vitákat generált a hazai tenyésztők körében, melynek végén nemzetközi nyomásra 2006-ban az Egyesület a tenyésztési szabályzat 2.§ 4. bekezdésében, rögzítette: a fajtában a szürke szín is elfogadott, de nem kívánatos. Az adatbázisomban Furioso XL törzsmén után 51 utód szerepelt. Jól látható, hogy rövid idő alatt mindkét törzsmén korának meghatározó egyedévé vált, együtt a genetikai variabilitás több mint 4%-áért felelnek.



3. kép: **Furioso VI törzsmén** (tenyésztője: Kiskunsági Állami Gazdaság)

De a '90-es évek motesicei importlovai közül nem csak a törzsmének tenyészhatalma kiemelkedő. A 311 ős között az 58. helyen áll és a genetikai variabilitás 0,4%-át fedti le a különleges származású 3394 Motesice Furioso-17 (Gazduram), a fajta egyik jelenleg is aktív matuzsálemi korú képviselője. A nagy rámájú, régi gazdasági típust képviselő 1993-as születésű pej mén apai oldalán gidrán származású, apja a szlovák Gidran XVI törzsmén. A fajtában 1998-tól fedez, az adatbázisomban lévő ivadékaik száma 39, ezzel hetedik a referencia populációban.

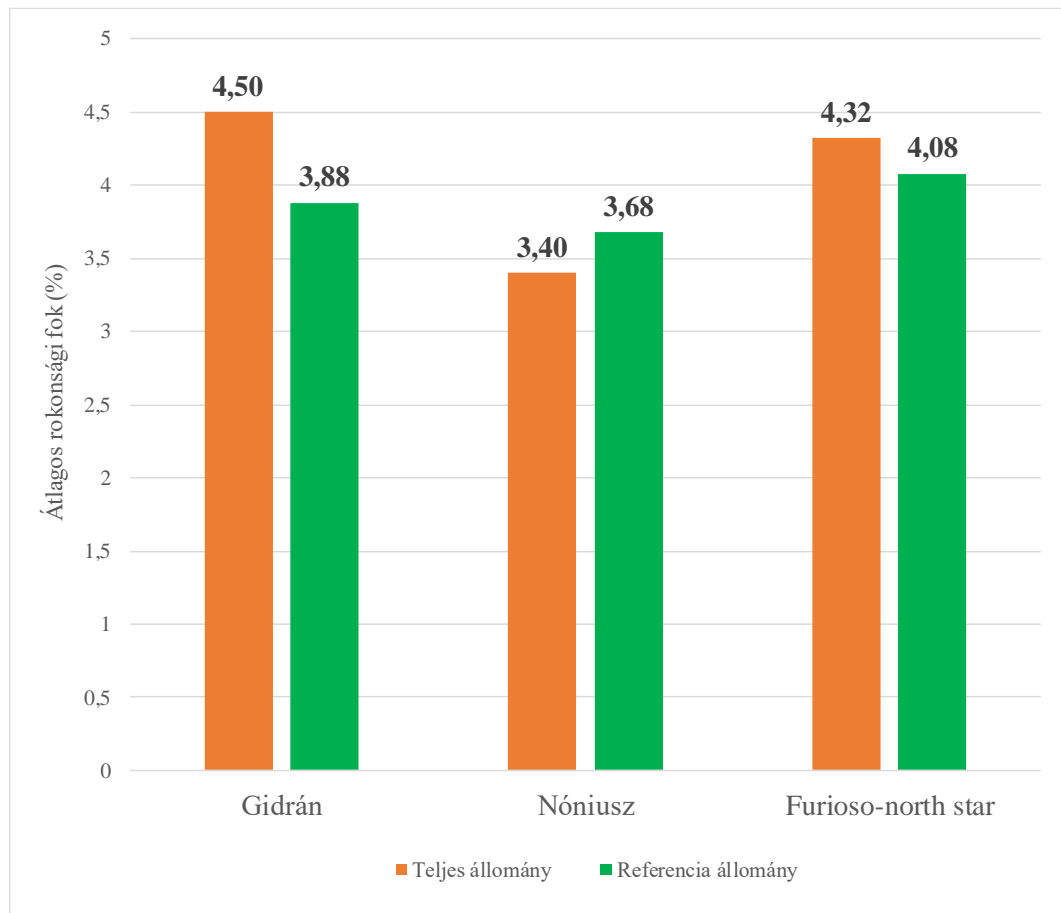
A lista első ötödében számos nagyhatású angol telivér mén található, mint: St. Simon xx (1,19% – 19. hely), Touchstone xx (1,11% – 21. hely), Stockwell xx (0,92% – 24. hely), vagy Melbourne xx (0,46% – 52. hely). A Rachel xx nevű angol telivér kanca 0,76%-os lefedettséggel a 31. helyen szerepel. De a múlt században alkalmazott ménnek is megjelennek, mint a magyar sportló 311 Aldato (0,82% – 28. hely), az arab telivér 2389

Visbaden ox (0,76% – 30. hely) vagy az angol telivér 1318 Masetta xx (0,62% – 38. hely). A közelmúlt népszerű nemesítői közül legelőkelőbb, 45. helyen 3729 Magdan Tano shagya-arab mén szerepelt 0,54% lefedettséggel.

A korábban már említett 2829 The Bart xx önállóan nem szerepel a táblázatban, azonban ivadécai révén megjelent, két törzsmén fia a The Bart Furioso I és a The Bart Furioso II egyaránt a lista élén szerepeltek. Előbbi 1,01%-kal, utóbbi 1,56%-kal járult hozzá a genetikai variabilitáshoz.

4.5. Átlagos rokonsági fok

A három fajta átlagos rokonsági fok értékeit a teljes és a referencia állományokra a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra: A populációk átlagos rokonsági fok értékei

A teljes állományok átlagos rokonsági fok értéke a gidrán fajtában a legmagasabb, (4,5%), míg a nóniusz esetében a legalacsonyabb (3,4%), a furioso-north star fajta értéke a gidránhoz közelít (4,32%). A referencia populációkba tartozó egyedek átlagos

rokonsági fok értéke a furioso-north star populációnál a legmagasabb (4,08%) és a nóniusz állományánál a legalacsonyabb (3,68%), de alapvetően mindhárom populációban mintegy 4%. A teljes állomány értékéhez képest a gidrán és a furioso-north star esetében csökkenés a nóniusz vonatkozásában növekedés mutatkozott.

Mivel minden fajta vonatkozásában a koefficiens értéke nagyobb, mint a Wright-féle beltenyésztési együttható fele, az érték megerősíti, hogy nem sikerült elkerülni a rokon egyedek párosítását. Az általam a referencia populációra számítottakhoz hasonló, de kissé alacsonyabb, 3,73%-os értéket közölt PJONTEK et al. (2012) a szlovák lipicai állományra. Az értékek nagymértékben elmaradtnak a 21%-os kladrubi lovakra (VOSTRÁ-VYDROVÁ et al., 2016) valamint a magyarországi angol telivér populációra (BOKOR et al., 2013) közölt 19,19%-os értékétől. De magasabbak, mint a kiemelkedően nagy egyedszámmal rendelkező quarter horse fajta esetében (FARIA et al., 2018a; FARIA et al., 2021; RODRIGUES et al., 2021).

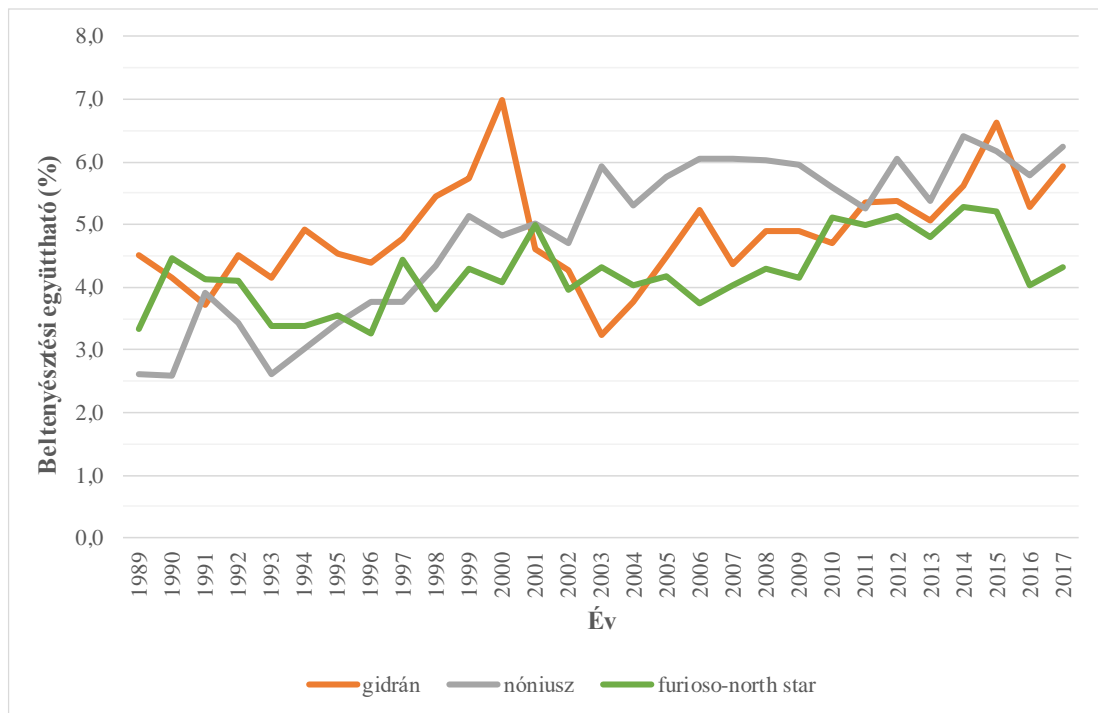
4.6. Beltenyésztettség

4.6.1. Az összes ős figyelembe vételével számított beltenyésztettség

Egy populációban a beltenyésztési együttható szintje döntő jelentőségű a fajta genetikai változatosságának megőrzésében. Az 5. ábra a Wright-féle beltenyésztési együttható évenkénti alakulását mutatja be a három fajta állományában 1989 és 2017 között.

A civil tenyésztésszervezés korszakának kezdetén mindhárom fajta állományszintű beltenyésztettsége 5% alatt volt. A trend a vizsgált időszakban alapvetően mindegyiknél folyamatos növekedést mutat. A gidrán esetében azonban jelentkezett egy markáns visszaesés. Az érték 2000-ben 6,99%-nál éri el a csúcsát, majd 2003-ra 3,24%-ra esik vissza. A visszaesés hátterében új egyedek tenyésztésbe való bekerülése áll. A 2001 és 2003 közötti időszakban tömegével születtek a romániai importokból származó törzsmének csikói. A radautzi ménesből behozott Gidran XVI törzsménnek 11, a Gidran XXII törzsménnek (Radautzon Gidran XXXVIII) 28, valamint a Gidran XXIV törzsménnek (Radautzon Gidran XXXIX) 27 ivadéka szerepel az adatbázisban az említett három évből. Ez utóbbi mént közel húsz éves korában állították tenyésztésbe Magyarországon. A „B” genealógiai vonal terebélyesítésének érdekében került az országba, regisztrált csikóinak száma meghaladja a 150 egyedet (MIHÓK és ERNST,

2015). Továbbá ebben a három évben számos ivadéka született shagya-arab fajtához tartozó nehéz kategóriás ugróló Mersuch XXII törzsménnek is. Több angol telivér háttérrel rendelkező ménnek (például: Cselszövő Gidran I, Déva Gidran II) volt jelentős csikószáma 2001 és 2003 között. Közülük a legjelentősebb a Gidran Razbeg I törzsmén 31 ivadékkal.



5. ábra: A Wright-féle beltenyésztési együtttható évenkénti alakulása

A nóniusz és furioso-north star fajtában ilyen mértékű visszaesés nem volt látható, a beltenyésztettség alakulásában. Azonban a vizsgált fajták tekintetében a nóniusznál a beltenyésztettség a legalacsonyabbról a legmagasabbra emelkedett, míg a furioso-north star folyamatos, de kisebb mértékű emelkedést mutatott.

A beltenyésztéstől a géntartalék védelem alatt álló fajták tenyésztésekor azért tartanak, mert általa a homozigotitás növekedése miatt a genetikai diverzitás szűkülésével kell számolni. Az egyes állományok beltenyésztettségi értékeit a 26. táblázat mutatja be. Általában kedvező, ha a populációk beltenyésztettségi koefficiense 1% alatt marad. Ez egyik vizsgált állomány esetében sem teljesült. Egy fajta 5% alatti együtttható esetén mérsékelhetetlen károkat még nem szenvedett, de már megjelennek magas együttthatóval rendelkező egyedek. A teljes állományt tekintve a hagyományos Wright-féle beltenyésztési koefficiens átlagosan a gidrán fajtába tartozó egyedeknél volt a legmagasabb és nóniusz populációnál a legalacsonyabb. A referencia állomány vonatkozásában ennek az ellentéte állt fent a koefficiens értéke átlagosan a nóniusz

populációban volt a legmagasabb (5,59). A teljes állományok beltenyésztési szintje a gidrán és a furioso-north star populációnál magasabb, mint a referencia populációké. Egyedül a nóniusz fajta esetében magasabb a referencia állomány értéke, tehát a jelenlegi állomány beltenyésztettebb.

26. táblázat

A három fajta beltenyésztettségének értékei (%)

Számítási mód	Gidrán		Nóniusz		Furioso-north star	
	teljes állomány	referencia állomány	teljes állomány	referencia állomány	teljes állomány	referencia állomány
Wright	5,02	4,95	3,82	5,59	4,70	4,31
Kalinowski	3,15	3,48	2,23	3,29	3,10	3,07
Új Kalinowski	1,86	1,48	1,59	2,40	1,60	1,24
Ballou	22,43	39,30	17,94	28,87	23,04	34,39
A _{Hc}	35,49	73,64	27,27	45,45	38,30	66,90

A 2019-ben aktív állományok közül a furioso-north star populációban a legalacsonyabb a beltenyésztettség átlagos mértéke (4,31), de mindhárom vizsgált referencia populációnál nagyjából 5% volt. Ez a szint valamivel alacsonyabb, mint a freibergi (PONCET et al., 2006) populáció beltenyésztettsége, de jóval kisebb, mint a kladrubi (VOSTRÁ-VYDROVÁ et al., 2016) vagy a fríz (SEVINGA et al., 2004) lovakra közölt. A DURU (2017) által a törökországi arab telivér (4,6), illetve az ÁLVAREZ et al. (2010) által a malorkai lovakra közölt érték (4,7) közel áll az általam számítottéhoz.

Akár a teljes-, akár a referencia populációt tekintve, a Ballou-féle mutató értéke magasabb volt, mint a többi számított paraméter, különösen a gidránnál. A teljes populációnál számított értékekhez képest a referencia állományok esetében növekedést tapasztaltam. A referencia populációban a nóniusz fajtában volt a legalacsonyabb, 28,87, míg a gidrán állomány esetében a legmagasabb 39,3 az értéke. Annak valószínűsége, hogy egy allél homozigóta volt a korábbi nemzedékekben, közel 30% volt a nóniusz, és 30% feletti a furioso-north star és majdnem 40% gidrán fajtában. A kapott koefficiensek a holsteini fajtára megállapítottnál (ROOS et al., 2015) magasabbak voltak.

A Kalinowski-féle értelmezésben a mutató olyan allélekkel foglalkozik, amelyek a múltban homozigóták voltak. A mutató a klasszikus Wright-féle mutató értékét bontja két részre, így ha az egyed Wright-féle beltenyésztettsége 0, akkor a Kalinowski-féle értelmezésben is 0 marad. A Kalinowski-féle és az új Kalinowski-féle mutató átlagos

értékei minden esetben alacsonyabbak, mint a Ballou vagy a Wright-féle együtttható értékei. Az új Kalinowski-féle beltenyésztési együtttható értékei kisebbek voltak a Kalinowski-féle együtttható értékeinél, így a beltenyésztés többnyire a múltból származik. A múltban lejátszódott beltenyésztés hányada hasonló volt a vizsgált fajták esetében. Ez valószínűleg a közös kancaalapnak és az angol telivér mének használatának korábbi eredménye.

A teljes populációt nézve a Kalinowski-féle mutató átlagos értéke a nóniusz fajta egyedeinél volt a legalacsonyabb, míg a gidránok esetében a legmagasabb. Az új Kalinowski-féle mutató a furioso-north starnál a legalacsonyabb és szintén a gidrán esetében a legmagasabb.

A Kalinowski-féle és az új Kalinowski-féle beltenyésztési együtttható értékei a referencia állomány esetében a furioso-north star állományban a legalacsonyabbak, a hagyományos értéke 3,07, míg az új értéke 1,24 volt. A felbontott érték azt jelzi, hogy a közelmúltban jelentős beltenyésztésen esett át a fajta, melynek értéke megegyezik a kladribi populációra leírtakkal (VOSTRÝ et al., 2021). A másik két fajtában megállapított érték alacsonyabb volt, a holsteini lovak (ROOS et al., 2015) értékéhez hasonló.

Az A_{HC} értéke megmutatja, hányszor kerültek az allélek származásilag azonos állapotba. A teljes populációt tekintve a legalacsonyabb értékkel a nóniusz a legmagasabb értékkel a furioso-north star állomány rendelkezett. A referencia populációnál viszont legmagasabb átlagos értékkel már a gidrán fajta egyedei bírtak. A teljes és a referencia állományok értéke között markáns különbség mutatkozik. A referencia populációk értéke minden esetben magasabb, a gidrán esetében a teljes állomány értékének dupláját is meghaladó.

Az egyes fajták legbeltenyésztettebb egyedeit mutatja be a 27., a 29. és a 31. táblázat. Az egyes referencia állományokban számos 15–20%, sőt néhány akár 30%-os Wright-féle beltenyésztettségi együttthatóval rendelkező egyed szerepelt. Ezen egyedek egyedi eseteket képviselnek, melyek számos okból bekövetkezhetnek (pl.: kényszer, anyagi korlátok, tenyésztői felelőtlenség). A kis létszámú, adott esetben veszélyeztetett fajták esetén a rokon egyedek egymással való párosítása gyakran elkerülhetetlen, azonban a szoros rokonpárosításból (szülő-ivadék, nagyszülő-unoka, testvér/féltestvér párosítások) származó egyedek születése elkerülendő, illetve ezen párosítások tervezése nagy szakértelmet igényel. Az ilyen párosítás diverzitás csökkenést okoz, ezért a géntartalék védelem alá eső fajták esetén ennek mérséklése és elkerülése tenyésztői és

tenyésztésszervezési feladat. Bizonyos érvek (pl.: egységesebb örökítés, tulajdonságok rögzítése, pedigrisztikai sajátosságok) indokolhatják ilyen ivadékok születését, de ezekre az egyedekre különleges figyelmet kell fordítani. Amennyiben ez megvalósul, jelenlétük további tudatos, okszerű, párosításokkal a fajta tágabb helyzetére hatást nem gyakorol.

A gidrán referencia populációból összesen 22 egyed beltenyésztettsége haladta meg a 10%-ot. A gidrán referencia populáció tíz legmagasabb Wright-féle beltenyésztési együtthatóval rendelkező egyedét és azok Kalinowski-féle együtthatóját ismerteti a 27. táblázat.

Kalinowski képlete két részre osztja fel a Wright féle beltenyésztettséget. Minél magasabb a Kalinowski-féle beltenyésztettség értéke, a jelenleg származásilag azonos allélek annál nagyobb része került a korábbi generációk során már legalább egyszer ilyen állapotba. Értelemszerűen magas Kalinowski-féle betenyésztettséget magas Wright-féle együtthatójú egyedeknél tudtam kimutatni. Azonban a tíz legmagasabb Wright-féle és tíz legmagasabb Kalinowski-féle együtthatóval rendelkező egyed között nincs teljes átfedés, a tizből csak hat ló azonos.

A táblázatban szereplő valamennyi egyed kanca. A két legmagasabb együtthatóval rendelkező egyed – Gidran XXX-47 (Holdfény), Gidran XXX-60 (Hozomány) – ugyanabból a szülő-ivadék párosításból származik, együtthatójuk egyaránt 29,37%. Egyikük, Gidran XXX-47 (Holdfény) származását a 6. ábrán mutatom be. A származási lapon is látható, hogy a párosításban az anya a Gidran IV törzsménre beltenyésztett. Ez a két egyed rendelkezik a legmagasabb Kalinowski-féle beltenyésztettségi együtthatóval is, melynek értéke 14,80%, tehát a beltenyésztettség nagyjából fele régebbi eredetű.

A harmadik helyen szereplő Gidran XXIV-126 (Sirály) nagyszülő-unoka párosításból született. Az egyed rendelkezik a negyedik legmagasabb Kalinowski-féle mutatóval, beltenyésztettségének több mint fele korábbról származik. A negyedik és ötödik egyed származásában angol telivér ménnek (Naum xx, 2394 Déva xx) szerepeltek halmozottan, közülük Déva Gidran-18 (Linda) rendelkezik a harmadik legmagasabb Kalinowski-féle együtthatóval, viszont ennek aránya a Wright-féle együtthatóhoz több mint 70%-os. A hatodik pozícióban lévő Gidran Razbeg-52 (Spinakker) anyai és apai nagyanyja is megegyezett. Ez az egyed rendelkezik a táblázat legalacsonyabb Kalinowski-féle mutatójával.

A legmagasabb beltenyésztettségi együtthatójú gidrán egyedek a referencia populációban

Egyed	Születési év	Apa	Anya	Wright (%)	Kalinowski (%)
Gidran XXX-47 (Holdfény)	2014	Gidran XXX (2002)	Gidran XXX-44 (Harmat)	29,37	14,80
Gidran XXX-60 (Hozomány)	2015	Gidran XXX (2002)	Gidran XXX-44 (Harmat)	29,37	14,80
Gidran XXIV-126 (Sirály)	2007	Gidran XXIV (1983) (XXXIX R)	Gidran XIX-63 (Moldika)	19,07	11,00
Gidran Mersuch-22 (Virág)	2010	4888 Mersuch XXII Gidran-46	Mersuch XXII Gidran-42 (Vera)	18,46	6,77
Déva Gidrán-18 (Linda)	2000	Déva Gidrán II (1993)	148 Déva Gidrán-3 (Kincses)	18,16	12,80
Gidran Razbeg-52 (Spinakker)	2012	4849 Gidrán Razbeg I-2 (Sobri)	Siglavý Bagdady Gidrán-20 (Sárgarigó)	14,58	6,99
Gidran XXIX-20 (Málna)	2013	Gidran XXIX (1997)	Gidran XXIII-39 (Mimóza)	13,83	7,10
Gidran XXX-15 (Póli)	2012	Gidran XXX (2002)	Gidran XXXIX-62 (Penta)	13,44	8,70
Gidran XXX-12 (Rendes)	2012	Gidran XXX (2002)	Gidran XXIV-133 (Renáta)	13,17	7,99
Gidran XXX-22 (Csinos)	2012	Gidran XXX (2002)	Gidran XXIV-36 (Dolina)	12,68	7,98

A táblázatban szereplő egyedek felének az apja a 2002-ben született Gidrán XIX-69 (Muskétás), amely később a XXX-as törzsményszámot kapta (4. kép). A mén apja a Gidrán XIX törzsmén, amely nehéz kategóriában versenyzett, nagyapja a bolgár import Gidrán IV törzsmén (eredetileg 856 Gomul), melynek több törzsmén ivadéka vált meghatározóvá a fajtában. A törzsmén származásának anyai oldalán a második ősi sorban egy román import törzsmén (Magyarországon Gidrán XXIV, Romániában: Gidrán XXXIX) és egy Naum xx ivadék (671 Naum Gidrán-53) található. A törzsménnek az adatbázisomban 51 ivadék szerepel.



4. kép: **Gidrán XXX törzsmén** (tenyésztője: Vörös József, Gyűrűs)

Mivel a Wright-féle együtthatóból képezzük a Kalinowski-féle együtthatót, ezért érdemes a két mutató egymáshoz való arányát megvizsgálni. A 28. táblázat a 10 legmagasabb arányszámmal rendelkező egyedet mutatja be. Mind a 10 egyed kanca és Kalinowski-féle mutatójuk értéke 90%-feletti a Wright-féle beltenyésztési koefficienshez képest. Szembetűnő, hogy az apák oszlopában csak angol telivér méneket látunk. Mindhárom ménre igaz, hogy hosszú pedigrével rendelkeznek, sőt pedigrételjesség szempontjából 4694 Balu xx és 5220 Licinio xx kiemelkedőek. A teljes generációs ekvivalenst tekintve a két mén a teljes adattábla 15 legjobb értékkel rendelkező egyede között szerepel. 4694 Balu xx értéke 21,54, ezzel 6. helyen áll, viszont egyike annak a kilenc egyednek amelyről 9 teljes generációnyi információ áll rendelkezésünkre, továbbá

a mén 36 generációra visszavezethető. 5220 Licinio xx ugyan csak 5 teljes generációs pedigrével rendelkezik, azonban ennek ellenére is 36 generációig visszavezethető, teljes generációs ekvivalensének értéke 21,31, ez a 12. legmagasabb érték. Némiképp elmarad ettől a pedigré teljességtől 5275 Roven xx, mely 5 teljes-, és 34 maximális nemzedékkel rendelkezik, teljesen generációs ekvivalens értéke 19,84.

28. táblázat

A referencia állomány arányaiban legmagasabb Kalinowski-féle együtthatóval rendelkező egyedek

Egyed	Születési év	Apa	Anya	Wright (%)	Kalinowski (%)	Arány (%)
Licinio Gidran-31 (Púder)	2012	5220 Licinio xx	Gidran XXVIII-131 (Panka)	2,74	2,57	93,796
Licinio Gidran-12 (Páva)	2011	5220 Licinio xx	Gidran XXVIII-131 (Panka)	2,74	2,57	93,796
Licinio Gidran-13 (Pehely)	2014	5220 Licinio xx	Gidran XXVIII-31 (Pirkadat)	3,24	3,03	93,519
Balu Gidran-12 (Gerlice)	2016	4694 Balu xx	Gidran-22 (Gitta)	3,34	3,12	93,413
Balu Gidran-21 (Pipacs)	2012	4694 Balu xx	Gidran-74 (Pacsirta)	4,78	4,46	93,305
Balu Gidran-20 (Kaláris)	2009	4694 Balu xx	Gidran Cselszövő I-22 (Keszkenő)	4,3	4,01	93,256
Roven Gidran-33 (Léda)	2014	5275 Roven xx	Gidran XXIV-29 (Léha)	3,78	3,52	93,122
Balu Gidran-31 (Nikita)	2010	4694 Balu xx	Veganum Gidran-36 (Mirza)	3,54	3,29	92,938
Roven Gidran-34 (Rozi)	2015	5275 Roven xx	Balu Gidran-41 (Rezeda)	6,28	5,83	92,834
Balu Gidran-8 (Röpke)	2013	4694 Balu xx	Gidran X-43 (Ráchel)	3,33	3,09	92,793

Minél nagyobb egy egyed pedigreljessége, annál pontosabb adatok nyerhetők vele kapcsolatban. A három nemesítő mén 4694 Balu xx (Wright:11.14%, Kalinowski: 10,29%, arány: 92,36%), 5275 Roven xx (Wright: 9,67%, Kalinowski: 8,74%, arány: 90,38%) és 5220 Licinio xx (Wright: 9,88%, Kalinowski: 9,09%, arány: 92,00%) önmagukban is magas arányszámmal rendelkezett. A számadatok tükrében mindhárom egyed vonatkozásában igaz, hogy az allélek jelentős része a múltban már átesett a beltenyésztésen. Továbbá mindhárom egyed kiemelkedően magas 1,30 és 1,54 közötti A_{HC} értékkel rendelkezik, így az allélek többször is ki voltak téve a beltenyésztésnek. Ez a régről jövő beltenyésztettség utódaik értékén is rajta hagyja a hosszú tenyésztéstörténet nyomait. Ez felhívja a figyelmet arra is, hogy a nemesítőként újonnan bevonható angol telivér méneket körültekintően kell megválasztani, hiszen származásukban szerepelhetnek a fajtában már korábban használt ménék és azok felmenői. Azonban a listázott utódok közül egyik sem rendelkezik kiemelkedő beltenyésztettségi együtthatóval, a legmagasabb éppen meghaladja a 6%-ot.

A nóniusz referencia populáció egyedeiből összesen 46 egyed rendelkezik 10%-ot meghaladó értékkel. A nóniusz referencia populáció 10 legmagasabb Wright-féle beltenyésztési együtthatóval rendelkező egyedét és azok Kalinowski-féle együtthatóját mutatja be a 29. táblázat. A gidrán fajta referencia állományához hasonlóan a 10 legmagasabb Wright-féle és 10 legmagasabb Kalinowski-féle együtthatóval rendelkező egyed között itt sincs teljes átfedés, a tízből nyolc ló azonos, tehát némiképp több mint a gidrán esetében. A táblázatban szereplő összes egyed kanca. A legbeltenyésztettebb egyed a 2009-es születésű 4341 Nonius-142 (Saci), amelynek közel 30%-os a beltenyésztési együtthatója. A többi egyed mutatója legalább 10%-kal alacsonyabb.

Az első helyen álló egyed szülő-ivadék párosításból született, továbbá az anyja beltenyésztett a Nonius XXXIX törzsménre, származása a 7. ábrán látható. Az ehhez társuló 9,53%-os Kalinowski-féle érték is az egyik legmagasabb a fajta egyedei közül.

A legmagasabb beltenyésztettségi együtthatójú nóniusz egyedek a referencia populációban

Egyed	Születési év	Apa	Anya	Wright (%)	Kalinowski (%)
4341 Nonius-142 (Saci)	2009	2819 Makó Nonius-9	3238 Nonius-10 (Emma)	27,99	9,53
4709 Nonius IV-126 (Dáma)	2009	Nonius IV (1996)	3826 Nonius XVII-11 (Melitta)	19,70	10,48
4708 Nonius IV-129 (Csoda)	2016	Nonius IV (1996)	4031 Nonius XVII-133 (Panka)	18,49	9,52
Nonius-217	2009	2556 Nonius XV-3	2271 Tündér	18,24	9,79
4250 Nonius IV-142 (Vonzó)	2012	Nonius IV (1996)	273 Nonius XVII-73 (Dudus)	18,01	8,28
4471 Nonius IV-120 (Zserbó)	2013	Nonius IV (1996)	273 Nonius XVII-73 (Dudus)	18,01	8,28
6015 Hajdúböszörmény Nonius-121	2014	Nonius XVIII (1999)	3425 Nonius XLIII-212 (Hajadon)	17,58	7,00
4498 Nonius-106 (Vándor)	2015	4160 Nonius XVII-63	3857 Nonius XVII-111 (Móni)	16,41	7,64
4110 Nonius-222 (Sári)	2009	4453 Csörötnek Nonius-3	103 Állampuszta Szolga	15,15	8,89
4734 Nonius XIV-100 Cicus)	2016	Nonius XIV (2005)	4249 Nonius IV-138 (Vadóc)	14,72	9,53

Azonosítója: HUN K NO091420000

Neve: 4341 Nonius-142 (Saci)

Neme: kanca

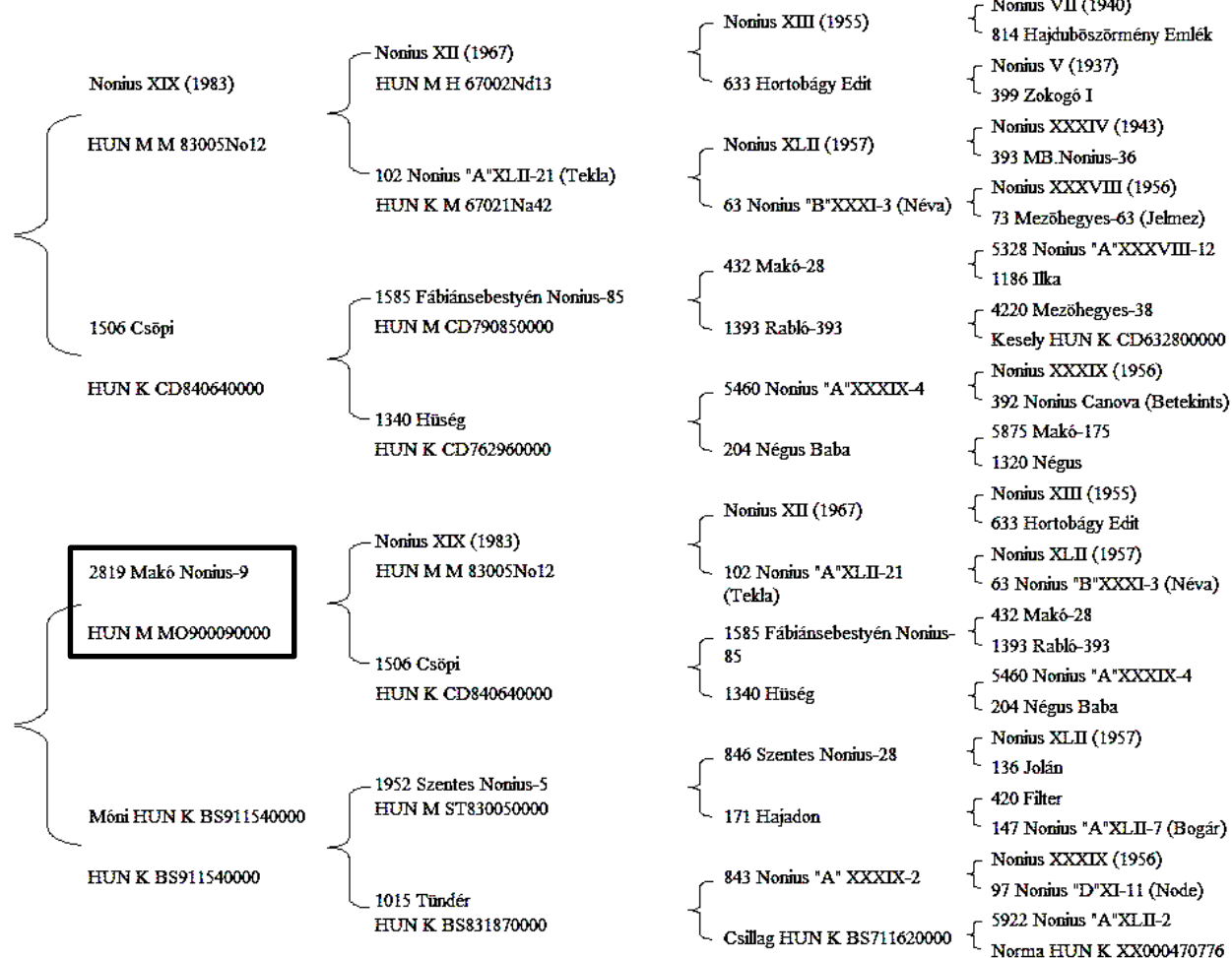
Eredeti neve:

Apa

2819 Makó Nonius-9
HUN M MO90009000C

Anya

3238 Nonius-10 (Emma)
HUN K NO960100000



7. ábra: 4341 Nonius-142 (Saci) származása
(kiemelve a közös ős: 2819 Makó Nonius-9.)

A második és harmadik egyed mindkét nagyapja megegyezett, tehát féltestvérek párosításából származik. A második helyen álló 4709 Nonius IV-126 (Dáma) rendelkezik a legmagasabb 10%-ot is meghaladó Kalinowski értékkel. A negyedik egyed pedigében több egyed is halmozva szerepelt. Az ötödiktől a nyolcadik pozícióig található lovak mind apai féltestvérek párosításából származtak, anyai származásaikban eltérő törzsméneket halmozva. Az ötödik és hatodik pozícióban lévő egyedek ugyanabból a párosításból származtak. A kilencedik és tizedik pozícióban szereplő egyedk pedigében a Nonius XVII törzsmén (1980) szerepelt halmozva. A Kalinowski-féle együtthatók értéke minden esetben 7% felett van, ez nagyjából minden ló esetében a Wright-féle beltenyésztettségi együttható felét jelenti.



5. kép: **Nonius IV törzsmén** (tenyésztője: Állami Ménesbirtok Rt., Mezőhegyes)

A táblázatban szereplő 4 egyednek is az 1996-os születésű 3665 Nonius XVII-30 (Ernő) később Nonius IV törzsmén az apja, melynek az adatbázisomban 236 ivadéka szerepel. A törzsmén a fajta egyik feltűnően jó mozgású és küllemi tulajdonságaiban kiemelkedő egyede (5. kép). A 2005. évi OMÉK aranyérmese, díjlovaglásban középkategóriában minősült, ideális fogatló-adottságokkal rendelkező mén. Apja a jó küllemi tulajdonságokkal rendelkező Nonius XVII (1980) törzsmén szintúgy a fajta egyik kiemelkedő egyede. Anyja a 196 Nonius X-20 (Hugocskám), mely anyai oldalon 311

Aldato unokája. A kanca kipróbált fogatló, több tenyészszemle győztese, valamint a 2000. évi OMÉK bronzérmese volt.

A nóniusz esetben is megvizsgáltuk a Wright- és a Kalinowski-féle együttható egymáshoz való arányát, a tíz legmagasabb arányszámmal rendelkező egyed a 30. táblázat mutatja be.

30. táblázat

A referencia állomány arányaiban legmagasabb Kalinowski-féle együtthatóval rendelkező egyedei

Egyed	Szül. év	Apa	Anya	Wright (%)	Kalinowski (%)	Arány (%)
299 Akitos Nonius-33 (Júlia)	2001	3185 Akitos xx	275 Nonius XVII-37 (Ejnye)	1,39	1,27	91,367
298 Akitos Nonius-28 (Írisz)	2000	3185 Akitos xx	257 Nonius XXII-84 (Alkony)	1,85	1,69	91,351
531 Garde Royale Nonius-63 (Mohó)	2004	2384 Garde Royale xx	972 Nonius XXIII-53 (Cécó)	1,14	1,04	91,228
294 Akitos Nonius-13 (Ilonka)	2000	3185 Akitos xx	235 Nonius IX-169 (Cúgos)	1,60	1,45	90,625
305 Akitos Nonius-6 (Kócbaba)	2001	3185 Akitos xx	235 Nonius IX-169 (Cúgos)	1,60	1,45	90,625
296 Akitos Nonius-16 (Ida)	2000	3185 Akitos xx	250 Nonius XXII-25 (Hahó)	2,95	2,67	90,508
3878 Akitos Nonius-43 (Jázmin)	2001	3185 Akitos xx	273 Nonius XVII-73 (Dudus)	1,23	1,11	90,244
297 Akitos Nonius-17 (Ilka)	2000	3185 Akitos xx	207 Nonius IX-123 (Súgó)	1,7	1,53	90,000
301 Akitos Nonius-37 (Jusztina)	2001	3185 Akitos xx	256 Mezőhegyes-24 (Viola)	1,28	1,15	89,844
3815 Akitos Nonius-45	1997	3185 Akitos xx	202 Nonius XII-11 (Róza)	1,15	1,03	89,565

Az arányok ez esetben is magasak, 90% közeliek, vagy ezt meghaladóak, azonban az egyedek Wright-féle beltenyésztettsége jóval alacsonyabb, mint a gidrán esetében. A táblázat legmagasabb Wright-féle együtthatóval rendelkező egyede 296 Akitos Nonius-16 (Ida) értéke sem éri el a 3%-ot. A gidránhoz hasonlóan az apaállatok ez esetben is angol telivérek, kilenc egyed 3185 Akitos xx, egy pedig 2384 Garde Royale xx ivadéka. A két mén egyaránt 34 generációra visszavezethető származással rendelkezik, előbbi 7, utóbbi 5 teljes generációs pedigrével szerepel az adatbázisomban. A Wright-féle beltenyésztési együttható értéke 3185 Akitos xx esetében 10,01%, melyből 9,41% a Kalinowski féle együttható, tehát 94,03%-os az arány. 2384 Garde Royale xx esetében 10,34%-os Wright-féle értékhez 9,04%-os Kalinowski társul, amely 87,4%-os arányt jelent. A ménnek a múltban történt beltenyésztést örökítik tovább ivadékaikban.

A furioso-north star referencia állományban 35 egyed rendelkezett legalább 10%-os Wright-féle beltenyésztési együtthatóval, közülük az első 10 egyedet Kalinowski-féle beltenyésztettségi együttható értékeikkel mutatja be a 31. táblázat. A 10 legmagasabb Wright- és Kalinowski-féle együtthatójú egyedek közt ezúttal sem teljes az átfedés, a tízből hét ló azonos.

A táblázatban kilenc kanca és egy mén szerepel. A mén 5335 The Bart Furioso II-35 (Titán) nemzetközi fogathajtó versenyeken sikerrel szerepelt. A legbeltenyésztettebb egyed The Bart Furioso III-84 (Boglár), melynek együtthatója meghaladja a 30%-ot, származása részletesebben a 8. ábrán tanulmányozható. A ló Kalinowski-féle beltenyésztettségi együtthatója 16,64%, tehát beltenyésztésének több mint a fele múltbeli eredetű. Az első négy helyen szereplő egyedek szülő-ivadék párosításból származtak, ráadásul Furioso Hadfi-16 (Dórika) és Hadfi Furioso-37 (Lenke) ugyanabból. E párosításban az apaállat a The Bart Furioso III törzsmén a Furioso XV (1978) törzsménre rokontenyésztett. E négy egyednek kiemelkedően magas Wright-féle beltenyésztettségi értéke van a táblázatban szereplő többi lóhoz képest, Kalinowski-féle értékeik szempontjából azonban az első egyed kimagaslik, a további három nagyjából azonos értéket képvisel. A Wright- és a Kalinowski-féle beltenyésztettségi aránya mindháromnál nagyjából 43%-os. Az ötödik és hetedik helyen álló egyedek nagyszülő-unoka párosításból származtak, azonban The Bart Furioso II-86 (Irgalom) a táblázat második legmagasabb Kalinowski-féle értékével rendelkezett. A hatodik helyen álló Furioso XXXVI-96 (Gyöngy) nevű lónak ugyanabból a párosításból származik az apja, mint az egyik nagyanyja. Az utolsó három egyed anyai oldali féltestvérek párosításából született. A kilencedik helyen álló egyetlen mén a Fruska nevű tenyészkancára is rokontenyésztett.

A legmagasabb beltenyésztettségi együtthatójú furioso-north star egyedek a referencia populációban

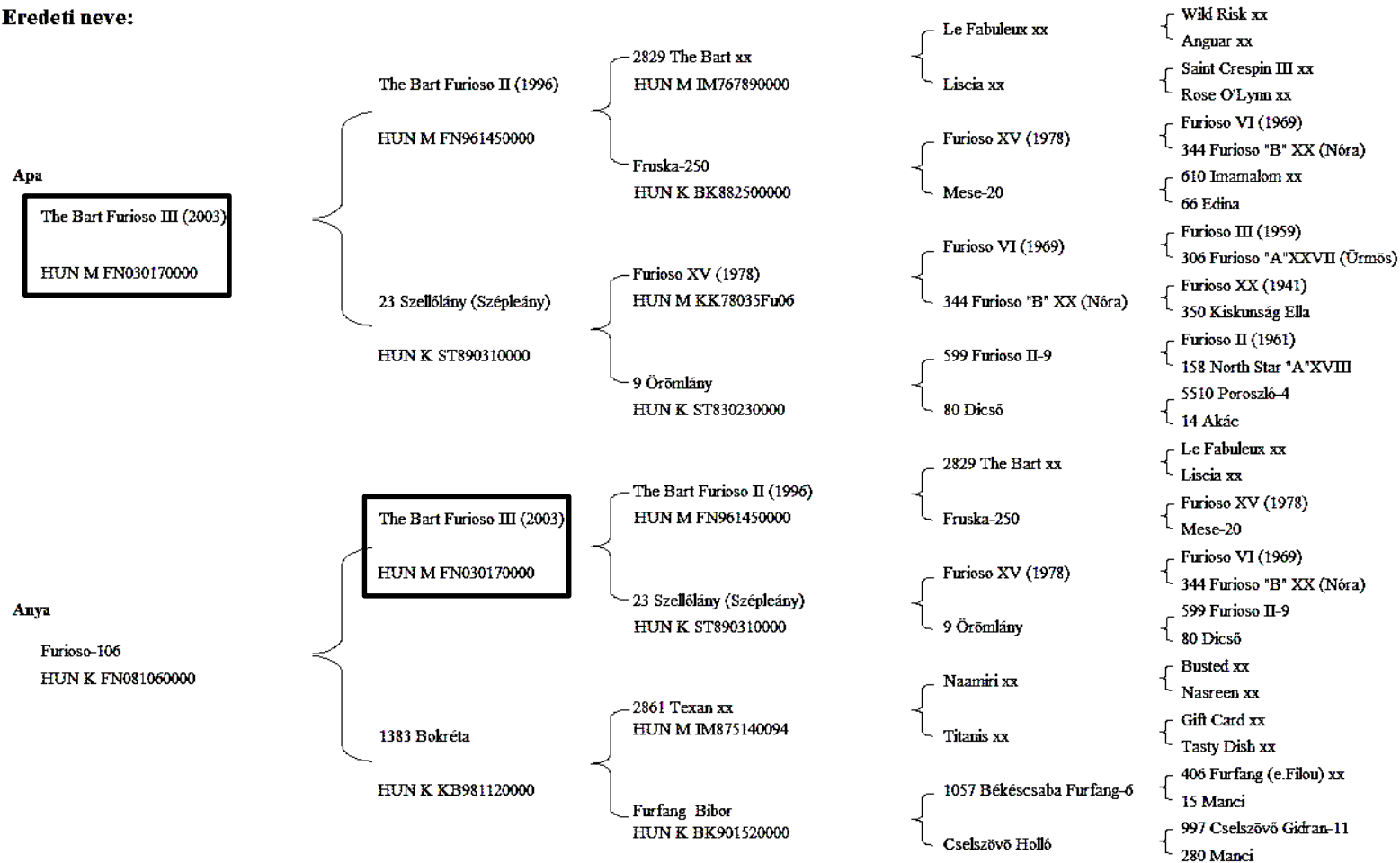
Egyed	Ivar	Születési év	Apa	Anya	Wright (%)	Kalinowski (%)
The Bart Furioso III-84 (Boglár)	kanca	2014	The Bart Furioso III (2003)	Furioso-106	30,01	16,64
Hadfi Furioso-61 (Mira)	kanca	2012	3233 Szentes Hadfi-5 Mandarin	Furioso-110 (Mici)	27,76	11,94
Furioso Hadfi-16 (Dórika)	kanca	2014	3233 Szentes Hadfi-5 Mandarin	Furioso-63 (Levendula)	27,68	11,83
Hadfi Furioso-37 (Lenke)	kanca	2013	3233 Szentes Hadfi-5 Mandarin	Furioso-63 (Levendula)	27,68	11,83
The Bart Furioso II-92 (Büszke)	kanca	2016	The Bart Furioso II (1996)	Furioso XLVIII-101	18,95	11,66
Furioso XXXVI-96 (Gyöngy)	kanca	2012	Furioso XXXVI (1995)	Gyümölcs	18,36	10,68
The Bart Furioso II-86 (Irgalom)	kanca	2015	The Bart Furioso II (1996)	Furioso-38	18,35	12,08
The Bart Furioso III-89 (Dilemma)	kanca	2015	The Bart Furioso III (2003)	Furioso-43 (Dicső)	17,12	8,58
5335 The Bart Furioso II-35 (Titán)	mén	2004	The Bart Furioso II (1996)	Furioso-131 (Fintor)	16,39	8,56
The Bart Furioso II-94 (Félénk)	kanca	2006	The Bart Furioso II (1996)	Furioso-31 (Fátyol)	15,76	7,95

Azonosítója: HUN K FN14084Tf03

Neve: *The Bart Furioso III-84 (Boglár)*

Neme: kanca

Eredeti neve:



8. ábra: *The Bart Furioso III-84 (Boglár)* származása
(kiemelve a közös őst: *The Bart Furioso III*)

A fajta tenyésztésében a közelmúltban alkalmazott angol telivér mének közül a 2829 The Bart xx vált a legsikeresebbé (6. kép). A kiemelt tíz egyed apai származásában szintén szembetűnő a The Bart vonalba tartozó mének jelenléte. A mén tenyészhatását törzsmén fiaiban, unokáiban keresztül fejt ki. A The Bart Furioso I (Igor) modern sportküllemű mén kimagaslott kortársai közül, a versenysportban több lovassal bizonyított. Tulajdonságait stabilan örökölte ivadékaikra. A The Bart Furioso II (Trónörökös) használatával a könnyű angol félvér típust kívánták erősíteni, ivadékaikat szabályos lábszerkezet, átlag feletti mozgás és szép küllem jellemzi. The Bart Furioso III (Tévedés) fajtaátlagot meghaladóan teljesítő mén, mely átlagon felüli mozgását ivadékaiban is örökölte. Apai féltestvérével (5335 The Bart II-35 Titán, lásd 30. táblázat 9. sor) fogathajtásban magyar bajnoki bronzérmes. A született csikók megfelelő típusa és fajtaátlag feletti (sőt, gyakran a sportlófajtákkal egyenértékű) mozgása indokolta a The Bart vonalba tartozó mének használatát.



6. kép: 2829 The Bart xx angol telivér mén (tenyésztője: Ponjola Farm, Kentucky, USA)

A Wright-, és a Kalinowski-féle beltenyésztettség arányszámának vizsgálatokor a furioso-north star referencia populációban négy olyan egyedet is találtam, melynek csak a múltból származik a beltenyésztettsége. A 10 legmagasabb arányszámmal rendelkező egyedet a 32. táblázat szemlélteti.

A referencia állomány arányaiban legmagasabb Kalinowski-féle együttthatóval rendelkező egyedei

Egyed	Születési év	Ivar	Apa	Anya	Wright (%)	Kalinowski (%)	Arány (%)
Magdan North Star-55 (Hercegnő)	2005	kanca	3729 Magdan Tano	North Star VI-6 (Sármány)	0,04	0,04	100
Húség (2002)	2002	kanca	3029 Izsófalva Koheilan-49 (Kenitra)	Furioso IX (Hálás)	0,01	0,01	100
Kenitra Furioso-64 (Karib)	2003	mén	3029 Izsófalva Koheilan-49 (Kenitra)	Furioso IX (Hálás)	0,01	0,01	100
Kenitra Furioso-93 (Árvácska)	2004	kanca	3029 Izsófalva Koheilan-49 (Kenitra)	Furioso IX (Hálás)	0,01	0,01	100
Hand Furioso-119 (Lelkes)	2013	kanca	4708 Hand	Furioso-83 (Hórus Lili)	1,94	1,83	94,33
Bremen Plan Furioso-76 (Cheleng)	2015	mén	5537 Bremen Plan xx	Furioso-67	4,96	4,63	93,35
Bremen Plan Furioso-21 Nyír	2015	kanca	5537 Bremen Plan xx	Bobherceg Furioso-35 (Napvirág)	4,67	4,33	92,72
Bremen Plan Furioso-32 Napóleon	2015	mén	5537 Bremen Plan xx	Furioso XXXV-5 (Nusi)	2,31	2,14	92,64
Bremen Plan Furioso-98 Pletyka	2015	kanca	5537 Bremen Plan xx	Furioso-43 (Pihe)	3,1	2,87	92,58
Hand Furioso-34 Liget	2011	kanca	4708 Hand	1612 Liliom	2,89	2,67	92,39

A 10 egyed közt 3 mén és 7 kanca található, mindegyik ló arányszáma meghaladja a 92%-ot. Az apák oldalán ezúttal is nemesítőket találunk. Shagya-arab fajtájú 3729 Magdan Tano és 3029 Izsófalva Koheilan-49 (Kenitra), amely hazánkban egyike volt fajtája legnagyobb saját teljesítménnyel rendelkező egyedeinek. A magyar sportló fajtájú magasfélvér 4708 Hand kiemelkedő ugróképességű egyed, amely jó küllemet és

kiváló csoportot örökített. A lengyel importból származó amerikai felmenőkkel rendelkező 5537 Bremen Plan xx az angol telivér fajtaéhoz tartozik.

Az arányszám mind a négy esetben 100%. Mind a négynek 5 teljes generációs, valamint legalább a 35. ősi sorig visszavezethető pedigrije van, így nem az adatok hiánya vezet a magas arányszámhoz. Azonban az egyedeknél a Wright-féle beltenyésztettség együttható értéke rendkívül alacsony, alig századszázalékos nagyságrendben mérhető. A további egyedek beltenyésztettsége 1,94 és 4,96% között alakult.

4.6.2. Parciális beltenyésztettség

Az előző alfejezetben a beltenyésztési együttható értékeit az összes ősi figyelembevételével vizsgáltam. Ebben az alfejezetben az egyes fajták alapító-, valamint vonalalapító ménjeire elemeztem a beltenyésztettséget. A ménék listája megtalálható a 3.3.11. fejezetben. Az egyedekre külön-külön számított értéket a melléklet 1–3. táblázata tartalmazza.

A gidrán fajta esetében három genealógiai vonalat tartanak fent. A vonalak alapítóit a XX. század fordulója előtt jelölték ki. Az egyes vonalakba tartozó ménék átlagos parciális beltenyésztettségét az alapító Gidran Seniorra, és a három vonalalapító ménre a 33. táblázat mutatja be.

33. táblázat

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

	Wright-féle mutató	Gidran Senior	"A" vonalalapító	"B" vonalalapító	"C" vonalalapító
"A" vonalú ménék	4,87±1,92	0,03±0,01	0,32±0,17	0,11±0,07	0,02±0,01
"B" vonalú ménék	3,51±2,10	0,02±0,02	0,27±0,19	0,07±0,08	0,03±0,04
"C" vonalú ménék	3,52±1,33	0,02±0,01	0,34±0,10	0,11±0,04	0,01±0,01

A fajta hazai tenyésztéstörténete során a "C" vonal megléte többször veszélybe került, melyen több alkalommal ménék importálásával segítettek. A múlt század első felében osztrák importból került az országba 725 Gidran XXIV-3 karintiai országos fedezőmén, mely hazánkban a Gidran III törzsményszámot kapta, majd a század végén a Radautzi ménésből érkezett 2725 Gidran XXXVI-19, a majdani Gidran XVIII törzsmén. Gidran XXVII törzsmén az új évezredben bulgáriai importból 4889 Podbor néven került

az országba. A vonal múltjának ismeretében 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 ménnek esetén a legmagasabb, 0,49%, azonban ez is alacsonynak mondható. A vizsgált ménnek közül a 4543 Gidran XIII-43 Fáraó használati nevű egyed rendelkezett arányaiban a legmagasabb parciális beltenyésztettséggel a fajtaalapító ős tekintetében. Az egyed Wright-féle beltenyésztési együtthatója 5,83, Gidran Seniorra ebből 0,06, tehát 1,03% esik.

Mindhárom genealógiai vonal esetében az "A" vonal alapító ménjére számítottam a legmagasabb, míg a "C" vonalalapítóra a legalacsonyabb parciális beltenyésztettség értéket. Mindhárom vonal 0,02% parciális beltenyésztettséget mutatott Nonius Seniorra is, ami a közös mezőhegyesi eredetre utal.

A gidrán fajta tenyésztése során a genealógiai vonalak szerinti tenyésztés egy fontos rendező elv, mivel megléte a fajtaidentitás egyik eleme. A Tenyésztő Egyesület egyensúly fenntartására törekszik a vonalak között. A számértékek azt bizonyítják, valóban a pedigrek szélső apai ágágának őrzéséről beszélünk, a vonalakba tartozó ménnek a legtöbb esetben nem mutatnak számottevő beltenyésztettséget vonalalapítójukra.

A nóniusz fajtában ma is létezik mind a 4 genealógiai vonal, azonban nincsenek egyensúlyban. Míg a "D" vonalba csupán 9 mén tartozott, addig a legnépesebb "A" vonalban 26 mént tartottak nyilván. Ez a 34. táblázat értékein is meglátszik, mely az egyes vonalakba tartozó nóniusz ménnek átlagos parciális beltenyésztettségét mutatja a fajta-, illetve a négy vonalalapítóra.

Mind a négy vonal esetén az "A" vonal alapító ménjére számítottam a legmagasabb beltenyésztettséget, míg a "D" vonal alapítójára a legalacsonyabbat. Sőt, a "D" vonalalapító átlagos értéke minden vonal esetében alacsonyabb a Nonius Seniorra meghatározottnál.

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

A nóniusz fajtára számított Wright-féle beltenyésztési együttható értékei magasabbak voltak, mint a gidrán fajtában számított. A "D" vonalba tartozó ménnek esetén

átlagosan majdnem elérte a 8%-ot. Ehhez mérten a parciális beltenyésztettségek értékei is magasabbak voltak. A legmagasabb parciális beltenyésztettséget az "A" vonalba tartozó 6505 Nonius XIV-15 (Dante) ménre számítottam. A Wright-féle együtthatója 10,57%, a megjelölt ősökre számolt parciális beltenyésztettsége 4,52%, melyből 2,09% az "A" vonal alapító ménjére vonatkozik. A gidrán esetében a vizsgált ménekre vonatkozó legmagasabb összesített (és alapítóra vonatkozó) parciális beltenyésztéssel rendelkező egyed (Gidran XXXV törzsmén – 4543 Gidran XIII-43 (Fáraó)) értéke éppen meghaladta az 1%-ot. Arányaiban a legmagasabb alapítóra vonatkozó parciális beltenyésztettséggel a 5315 Nonius IX-13 (Rája) rendelkezett. Wright-féle együtthatójának (0,97) 22,68%-a (0,22) jut Nonius Senior alapítóra.

34. táblázat

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

	Wright-féle mutató	Nonius Senior	"A" vonalalapító	"B" vonalalapító	"C" vonalalapító	"D" vonalalapító
"A" vonalú mének	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 mének	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 mének	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 mének	7,96±4,45	0,10±0,06	1,07±0,43	0,62±0,25	0,64±0,30	0,02±0,02

A furioso-north star fajta négy tradicionális mén vonallal rendelkezik, azonban ezekből napjainkra egy kihaltnak tekinthető. A Furioso "A" vonal ménlétszáma drasztikusan lecsökkent. A "B" vonal két ágra oszlik, a mének 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. A North Star "B" vonal képviselői hazánkban utoljára az '80-as években voltak megtalálhatóak. Ez a 35. táblázat értékein is meglátszik, mely az egyes vonalakba tartozó furioso-north star mének átlagos parciális beltenyésztettségét mutatja

a fajta-, illetve a vonalalapító ménekre. Mindhárom ménvonal a legkisebb parciális beltenyésztettséget a North Star "B" vonal alapítójára mutatta.

A fajtaazonosság egyik sarokköve a Furioso vagy a North Star törzshöz való tartozás, azonban a Furioso törzsbe tartozó mének nagyobb parciális beltenyésztettséget mutattak North Star Seniorra, mint Furioso Seniorra. Az egyes ménvonalak kapcsán a legmagasabb átlagos parciális beltenyésztettséget minden esetben a Furioso "A" vonal alapító 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.

35. táblázat

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

	Wright-féle mutató	Furioso Senior	North Star Senior	Furioso "A" alapító	Furioso "B" alapító	North Star "A" alapító	North Star "B" alapító
Furioso "A" vonalú mének	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 mének	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 mének	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

A Wright-féle beltenyésztettség alacsonyabb, mint a nóniusz mének esetében, a legmagasabb együtthatóval rendelkező Furioso "B" és North Star "A" vonalba tartozó méneknél éppen 4% feletti. A parciális beltenyésztettség értékei a gidránál tapasztaltakhoz hasonló. A vizsgált ménekre vonatkozó legmagasabb összesített parciális beltenyésztéssel rendelkező egyed (Furioso IV törzsmén – 5659 Furioso XXVI-121 (Botond)) értéke 1,5% alatt marad.

Arányaiban Furioso Seniorra és North Star Seniorra is a Furioso XLI törzsmén (Születési néven: 3720 Furioso XX-73, használati néven: Havas) rendelkezik a legmagasabb parciális értékkel. A ló 3,42 Wright-féle beltenyésztettségi együtthatójából 0,03 az előbbire, míg 0,16 az utóbbira esik. Ez beltenyésztettségének 0,88, illetve 4,58%-át jelentik.

A Tenyésztő Egyesület 2014-ben új vonalbeosztást vezetett be, amely a tradicionális vonalakon túl, mindkét törzs esetében "C" és "D" vonalakat is megkülönböztet. Ezt részben a nemzetközi tenyészállat-mozgás hívta életre. Kijelölés előtt a Furioso "D" vonalat a hazai "A" vonal cseh és szlovák tenyészetekben kialakult ágának tekintették. Azonban az 1990-es évek sikeres importjai után több egyed került be az országba így a vonal meghonosodott és létszámában feldúsult. A North Star "D" vonal szintén régi magyar törzsménekre visszavezethető külföldről behozott (motesicei, bonchidai) méneken alapul. Az egyesület vonalként tekint több nagyhatású telivér utódaira is mint például: The Bart xx vonal, Blokád xx vonal, Bűvölő xx vonal.

4.7. Effektív populációméret

Az effektív populációméret kulcsfontosságú koefficiens a géntartalékvédelem alatt álló fajták esetében. A teljes generációs ekvivalens alapján számított értékek mindhárom referencia populációban meghaladták a kritikus 50-es határt. A legalacsonyabb együttható (70,35) a furioso-north star állományt jellemezte. A gidrán és nóniusz fajták értéke egyaránt 77,67 volt. Mindhárom populáció beleesett a genetikai diverzitás fenntartásához szükséges minimum 50 és 100 közötti intervallumba. Azonban ez nem ad megnyugvásra okot, hiszen ha az érték 100 alatt van a fitness tulajdonságok csökkenése várható.

A furioso-north star állomány értéke közel állt a GIONTELLA et al. (2019) által maremmano fajtára meghatározott 68-hoz. A másik két fajta értéke megközelítette a PJONTEK et al. (2012) által a szlovák sportló fajtára közölt 81,18-as értéket. A vizsgált fajtákhoz hasonlóan hosszú tenyésztési múlttal rendelkező kladrubi fajta értéke csak 52,9 (VOSTRÁ-VYDROVÁ et al., 2016) ellenben a szlovák lipicai állomány 117,14, míg a magyar angol telivér állomány 159,12 (BOKOR et al., 2013).

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A kutatás során igyekeztem visszavezetni a mezőhegyesi őshonos lófajták 2019-ben aktív, törzskönyvi ellenőrzésben tartott állományát az alapító egyedekig. A referencia populáció egyedeire vonatkozóan kifejezetten hosszú pedigrek álltak rendelkezésemre. Ezt a pedigrelteljességet jellemző mutatószámok is igazolták. A hosszú pedigrek háttérében rendszerint a fajták tenyésztése során folyamatosan alkalmazott angol telivérek állnak.

Ezt a genetikai variabilitás vizsgálata során kapott értékek is megerősítették. A furioso-north star és a gidrán fajtákban a teljes állományok esetében a 10 legnagyobb lefedettséget adó ős mindegyike angol telivér vagy angol telivér alapító. A nóniusznál azonban a genetikai variabilitásért felelős egyedek között a fajtába sorolható törzsmének is megjelentek. A három fajta telivérezettsége nem azonos. Eredményeim szerint is leginkább a furioso-north star, a legkevésbé (jellegéből adódóan) a nóniusz telivérezett. A rendelkezésre álló mély pedigrek ismeretében érdemes alaposan megvizsgálni a nemesítésre bevonható egyedek származását.

A referencia populációk genetikai diverzitása beszűkült. Mindhárom fajta megszenvedte a palacknyak hatást. Ennek további szűkülése a fajták fennmaradását is veszélyeztetheti.

A dolgozatból kiderül, hogy valamennyi referencia populáció beltenyésztett, a beltenyésztettségük értéke 5% közelében alakult. Minden fajtában találhatóak rokontenyésztett egyedek, amelyek Wright-féle beltenyésztési együtthatója 30% körüli. A tenyésztő egyesületek kiemelt figyelmet kell fordítsanak a szoros rokonpárosításokból származó egyedekre. Továbbtenyésztésük csak gondosan megtervezett célpárosításokkal ajánlott.

A Kalinowski-féle együttható révén kimutattam, hogy a fajták beltenyésztettsége régről jövő. Számos angol telivér esetén különösen magas értéket tapasztaltam. Ez ismételten felhívja a figyelmet arra, hogy a nemesítőként újonnan bevonható angol telivér mének körültekintő megválasztására. Ha a nemesítőként alkalmazni kívánt egyeket származásában a fajtában már korábban alkalmazott mének, és/vagy azok felmenői szerepelnek, a nemesítéssel a következő nemzedékben a beltenyésztettség is növekedhet.

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A mezőhegyesi őshonos lófajták 2019-ben aktív, törzskönyvi ellenőrzésben tartott állományaiban az átlagos rokonsági fok értéke 3,68–4,08%. Az alapító ősök effektív száma 95–99 egyed, a nem alapító ősök effektív száma a gidrán és a nóniusz fajtákban 22–24, a furioso-north star esetében 43 egyed.
2. A mezőhegyesi őshonos lófajták 2019-ben aktív, törzskönyvi ellenőrzésben tartott állományaiban a genetikai variabilitásáért már leginkább fajtabeli törzsmének felelősek. A mezőhegyesi őshonos lófajták genetikai szerkezetének változatosságáért felelős egyedek száma mindhárom fajtában csökkent, a gidrán esetében 1724-ről 138-ra, nóniusz esetében 4246-ról 239-re, míg a furioso-north star vonatkozásában 3123-ről 311-re.
3. A mezőhegyesi őshonos lófajtákat nagymértékű palacknyak hatás sújtotta. A nem alapító ősök effektív számának és az alapító ősök effektív számának aránya a gidrán esetében 0,24, a nóniusz esetében 0,23, míg a furioso-north star esetében 0,43.
4. A mezőhegyesi őshonos lófajták beltenyésztettségét többféle számítási módszerrel határoztam meg. A referencia állományok Wright-féle beltenyésztettsége 4,31–5,59% között alakult. Az együtthatók Kalinowski-féle módszerrel történő két részre bontása alapján megállapítottam, hogy a jelenleg származásilag azonos allélek már a korábbi generációkban homozigóta állapotba kerültek.
5. Azonosítottam a három mezőhegyesi történelmi fajtában közösen használt legnagyobb hatással bíró egyedeket: Herod xx, Godolphin Arabian és Eclipse xx.
6. Meghatároztam a mezőhegyesi őshonos lófajták vonalba sorolt ménjeinek a fajták négy alapító ménjére vonatkozó parciális beltenyésztettségét. A gidrán fajta ménjei 0,01–0,06, nóniusz fajta ménjei 0,01–2,36, a furioso-north star fajta ménjei 0,01–0,18 közötti parciális beltenyésztettségi együtthatóval rendelkeznek fajta alapítóikra vonatkoztatva.

7. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

1. Az elkészült géntartalékvédelmi állapotfelmérés segítséget nyújthat a tenyésztő egyesületeknek a három fajta tenyésztési programjának kidolgozásához, illetve a meglévő tenyésztési program tudatos módosításához.
2. Az adatok iránymutatást adhatnak a kutatás során feltárt magas Wright-féle beltenyésztési együtthatóval rendelkező egyedek koefficiens csökkentő célpárosításainak meghatározásához, ezáltal is csökkentve a beltenyésztettségét
3. A génmegőrzés szempontjából nézve az egyes nemzedékek váltása között eltelt minél hosszabb idő pozitív, mert amíg aktív az egyed nem kell génkieséstől tartanunk. Amennyiben a most feltárt nemzedékköz értékek maximalizálásra kerülnek a genetikai diverzitás csökkenése lassíthatóvá válik. Az adatbázisom segítségével a nemzedékköz értékek pontosan nyomon követhetők.
4. Az általam alkotott adatbázisban a nemesítő egyedek származása mélyebbre van vezetve, mint ahogy azok az országos szintű adatbázisba bekerülnek. Így a tenyésztő egyesületek sokkal pontosabb képet kaphatnak az általuk fenntartott állomány származásáról.
5. A mély angol telivér származások által pontos képet kaphatunk a fajták telivérezettségéről, a tenyésztés során a fajtákba bekerült tenyészállatokról, valamint az ezek révén bekerült ősookról is. Ez segíthet a további nemesítő egyedek kiválasztásában.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatás célja a három őshonos, nemzeti kincsként védett mezőhegyesi eredetű lófajta (a gidrán, a nóniusz és a furioso-north star) pedigréelemzéssel végzett populációgenetikai állapotfelmérése. Kiemelt figyelemmel a genetikai variabilitásra és a beltenyésztettségre, amelyet több számítási módon is meghatároztam.

A munka alapját egy Microsoft Access adatbázis felépítése adta, amely tartalmazta az egyes egyedek nevét, ivarát, apja nevét, anyja nevét, születési idejét, fajtáját, és azonosítóját. Az alapadatokat az egyes fajták tenyésztő egyesületei bocsátották rendelkezésemre. Ezt a három adatbázist fésültem és kapcsoltam össze, majd online adatbázisok, méneskönyvek, szakirodalmi források és származási lapok használatával kiegészítettem. Az elemzéshez felhasznált végleges adattábla 47682 egyed adatait tartalmazta. A vizsgálat során a fajták 2019-ben aktív, törzskönyvi ellenőrzésben tartott állományokat választottam referencia populációknak. A referencia populációkra különböző populációgenetikai mutatók értékeit határoztam meg. A vizsgálatokat ENDOG, PopRep és Grain szoftverekkel végeztem.

Elsőként a vizsgált állományok pedigrételjességét értékeltem. Ennek értéke határozza meg az adatbázis minőségét. Minél teljesebb a pedigré, a számított értékek annál pontosabbak. A maximálisan ismert nemzedékek száma mindhárom fajtában meghaladja a 36 generációt. A leghosszabb származású egyed 43 generációra vezethető vissza. A 2019-ben aktív állományokat alkotó 1534 ló 99,3%-ának a 30. ősi sorban is volt ismert felmenője. A teljes ismert ősi sorok száma heterogénebb képet mutatott. A gidránok 6,1, míg a furioso-north star populáció egyedei átlagosan 4,69 teljes ismert generációval rendelkeztek. A nóniusz populáció értéke ehhez közel állt (4,95). A referencia populációkba tartozó egyedek 78,6%-a legalább 5 teljesen ismert nemzedékre visszanyúló származással rendelkezett. A teljes generációs ekvivalens értékek 12,64 és 16,45 közötti intervallumban helyezkedtek el. Előbbi a nóniusz, utóbbi a gidrán fajtához tartozott. A furioso-north star egyedek átlagos értéke 15,18. A pedigrételjesség évenkénti alakulását tekintve a gidrán állomány származásai a legteljesebbek. A hosszú pedigrék hátterében a fajták tenyésztése során bevont angol telivér egyedek állnak.

Az elemzés során a nemzedékköz értékeket négy leszármazási úton (ménelőállító mén, kancaelőállító mén, ménnevelő kanca, kancanevelő kanca) határoztam meg. A leghosszabb leszármazási útvonalak minden esetben a ménekhez kötődtek értékük

12,54– 12,77 év között változott. Előbbi a nóniuszhoz (ménelőállító mén), utóbbi a gidránhoz (kancaelőállító mén) kapcsolódott. A furioso-north star fajta leghosszabb nemzedékköz értéke 12,64 év a ménelőállító mének leszármazási útvonalán. A négyféle szülő-ivadék leszármazási út megfelelő nemzedékköz értékeit páronként kétféle t-próbával összehasonlítva a mének leszármazási útjain számított értékek és az egyes kanca leszármazási utak értékei között minden fajta vonatkozásában szignifikáns eltérést tapasztaltam ($p < 0,05$), továbbá a gidrán fajta esetében a két kanca leszármazási útvonal között is. A hosszabb nemzedékköz értékeket egy egyed hosszú ideig tenyésztésben tartása eredményezte, ez idő alatt a genetikai sokféleség nem csökken.

Az alapító ősök tényleges száma a furioso-north star fajtában a legmagasabb (2874), míg a gidrán populáció esetében a legalacsonyabb (1725). A nem alapító ősök tényleges száma szintén ezt a tendenciát követi, 311 egyed a furioso-north star fajtában és 138 a gidrán esetében. Az effektív alapító ősök száma egyaránt 99–99 a gidrán és a furioso-north star fajták referencia populációban, ettől kissé elmarad a nóniusz esetében (95). Az effektív és a valós számok közötti igen nagymértékű különbség miatt a genetikai variabilitás jelentős mértékű csökkenésére következtethetünk. Az effektív számok egymáshoz viszonyított arányának különbsége szembeűnő, a palacknyak hatás mindhárom fajtát sújtotta. A mértéke a gidrán és a nóniusz fajták esetében volt magasabb. A nagymértékű génvesztés okai a fajták tenyésztéstörténetében keresendők. Az alapító ősök genom ekvivalens értéke a gidrán esetében 7,84 a nóniusz esetében 7,97, ezektől magasabb 11,75 a furioso-north star fajtában. A génsodródás mértéke a korábban bemutatott együtthatókkal összhangban áll, ezért a szélsőértékeket ezúttal is a gidrán (7,9%) és a furioso-north star (12%) fajtákra állapítottam meg. A nóniusz populáció 8,4%-os értéke ezúttal is a gidránhoz állt közel.

A referencia állományok genetikai variabilitása mindhárom esetben csökkent a teljes állományhoz képest. A gidrán és a nóniusz állományok diverzitásának feléért 9–9 egyed felelős, a furioso-north star esetén ez 17, mely némiképp kedvezőbb. A teljes állományokat a furioso-north star és a gidrán esetében leginkább angol telivérek határozzák meg. A fajták telivérezettségére régről jövő, a referencia populációt lefedő genetikai variabilitást leginkább meghatározó angol telivér mének a XVIII-XIX. századból származnak. A referencia populációk genetikai variabilitásáért fajtába tartozó törzsmének és nemesítő egyedek felelősek.

Mindhárom fajta állománya beltenyésztett. A Wright-féle beltenyésztési együttható a furioso-north star fajtában a legalacsonyabb (4,31%), míg a nóniusznál (5,59%) a

legmagasabb. A Kalinowski módszere a Wright-féle beltenyésztési együtthatót két részre bontja. Minél magasabb a Kalinowski-féle beltenyésztettség értéke, a jelenleg származásilag azonos allélek annál nagyobb része került a korábbi generációk során már legalább egyszer ilyen állapotba. Míg ha az új Kalinowski-féle mutató értéke magas, akkor ennek fordítottja igaz. Az új Kalinowski-féle beltenyésztési együttható értékei kisebbek voltak a Kalinowski-féle együttható értékeinél, így a beltenyésztés többnyire a múltból származik. A múltban lejátszódott beltenyésztés hányada hasonló volt a vizsgált fajták esetében. Ez valószínűleg a közös kancaalapnak és az angol telivér ménnek használatának korábbi eredménye.

Az egyes referencia állományokban számos 15–20%, sőt néhány akár 30%-os Wright-féle beltenyésztettségű együtthatóval rendelkező egyed szerepelt. A legmagasabb együtthatóval rendelkező egyedek szülő-ivadék párosításból származnak, azonban az ilyen szoros rokonpárosításból származó egyedek születése elkerülendő. Jelenlétük a populációban megfelelő párosítások esetén a fajta tágabb helyzetére hatást nem gyakorol.

Megvizsgáltam a fajták parciális beltenyésztettségét a fajta- illetve vonalalapító ménekre. Minden fajta esetében bebizonyosodott, hogy a genealógiai vonalak jelentős része nem mutat különösebb beltenyésztettséget az alapító ménre. A fajtáknál genealógiai vonalak és nem genetikai vonalak szerinti tenyésztés zajlik.

A referencia populációkba tartozó egyedek átlagos rokonsági fok értéke a furioso-north star populációnál a legmagasabb (4,08) és a nóniusz állománynál a legalacsonyabb (3,68), de alapvetően mindhárom populációban mintegy 4%. A teljes állomány értékéhez képest a gidrán és a furioso-north star esetében csökkenés a nóniusznál mutatkozott. Mivel minden fajta vonatkozásában a koefficiens értéke nagyobb, mint a Wright-féle beltenyésztési együttható fele, az érték megerősíti, hogy nem sikerült elkerülni a rokon egyedek párosítását.

Az effektív populációméret kulcsfontosságú koefficiens a géntartalékvédelem alatt álló fajták esetében. Mindhárom referencia populáció értéke meghaladta a kritikus 50-es határt. A legalacsonyabb együttható (70,35) a furioso-north star állományt jellemezte. A gidrán és nóniusz fajták értéke egyaránt 77,67 volt. Mindhárom populáció beleesett a genetikai diverzitás fenntartásához szükséges minimum 50 és 100 közötti intervallumba.

9. SUMMARY

The aim of the study was to evaluate the population genetic status of the three indigenous horse breeds (Gidran, Nonius, Furioso-North Star) from Mezőhegyes with pedigree analysis. The main focuses were on the genetic variability and the inbreeding, which was measured in several different ways.

The research work was based on a Microsoft Access database, in which the name and sex of each horse, name of sire and dam, date of birth, breed and identification number were registered. The base pedigree information for each breed was given by the appropriate breeding associations. These three databases were connected to each other, and after that completed with the missing data from online databases, studbooks and literature sources. Altogether, there were the pedigree data of 47,682 animals in the database. The active populations in 2019 were chosen as reference population for each breed. Several population genetic coefficient were calculated for these reference populations. Databases were analysed by using the ENDOG, PopRep and GRain software.

First of all, the pedigree completeness was evaluated, as it describes the quality of the dataset. The more complete pedigree allows more precise results. The average maximum generations were close to 36 generations for each breeds. There was one individual with 43 generations length pedigree. In the active populations almost every horses (99.3%) had ancestors at least 30 generations back. The number mean number of complete generations was more heterogenic. The mean number of complete generations was 6.1 for the Gidran, and 4.69 for the Furioso-North Star. The Nonius (4.95) were close to the Furioso-North Star. At least five generations were completely known for the 78.6% of the animals in the three reference populations. The complete generations equivalent varied between 12.64 and 16.45. The Gidran was the highest and the Nonius was the lowest. The mean number was 15.18 for Furioso-North Star reference population. The pedigree completeness per year was more completed for the Gidran breed. The background of the long pedigrees was the usage of the English Thoroughbred breeding stallions.

The generation interval was measured in four different pathways (sire–daughter, sire–son, dam–daughter, dam–son). The longest pathways were computed for the sire pathways the values varied between 12.54 and 12.77 years. The lower was the Nonius

(sire-to-son) and the higher was the Gidran (sire-to-daughter). The sire-to-son pathway was the longest for the Furioso-North Star breed, these value was 12.64 years. The four pathways were compared pairwise for each breed, using independent samples t-test. There were significant differences between the mare and the sire pathways ($p < 0.05$) for the Furioso-North Star and the Nonius breed as sire pathways were approximately two years longer than those of broodmares. Besides the significant different between the sire and dam pathways, dam-to-son and dam-to-daughter pathways was also significantly different for the Gidran breed. The longer breeding time was caused to longer generation interval, in this time the genetic diversity still constant.

The number of founders was the highest for the Furioso-North Star breed (2874), and the lowest for the Gidran population (1725). The tendency of the number of ancestors was similar, there were 311 ancestors for the Furioso-North Star and 138 for the Gidran breed. The effective numbers of founders were both 99 for the Gidran and the Furioso-North Star, and 95 for the Nonius reference population. The difference between the total and the effective numbers was high, so gene loss was considerable. The ratio between the coefficients was reasonable, each breed suffered the bottleneck effect. The values were lower for the Gidran and the Nonius breeds. The reason behind these huge gene losses might be found in their breeding history. The calculated founder genome equivalent was estimated at 7.84 for Gidran, and 7.97 for the Nonius reference population. The value for the Furioso-North Star was higher than that, 11.75. The level of the genetic drift was in the same tendency, the lowest (7.9%) for the Gidran and the highest (12%) for the Furioso-North Star. The Nonius population were close to the Gidran (8.4%).

The genetic variability was decreased in each reference population to the total population. Only 9-9 animals cover the 50% of the genetic variability for Gidran and Nonius breeds, respectively. In the Furioso-North Star population that was a bit higher, 17 horses. The English Thoroughbred horses were most influential for the total populations. The value of the English Thoroughbred gene percentage originated mainly from the past, the most influential stallions responsible for the genetic diversity lived in the 18th and 19th century. The genetic variability for the reference populations was mostly covered by breeding stallions from each breed.

Each reference population was inbred. The Wright inbreeding coefficient was the lowest for the Furioso-North Star (4.31%) and highest for the Nonius population (5.59%). The Wright inbreeding coefficient was split into two parts using Kalinowski's method: alleles which had undergone inbreeding in the past and alleles identical by descent for the

first time. The higher the value of Kalinowski coefficient means that the inbreeding was from the past, if the new Kalinowski coefficient was higher the alleles identical by descent for the first time. The estimated new Kalinowski values were smaller than Kalinowski values, so inbreeding originated mostly from the past, and these levels were similar in each breed. This was probably the result of the common mare base and the usage of English Thoroughbred stallions.

There were some highly inbred (15-20%) horses in each reference population, moreover there were a few animals more than 30% Wright coefficients. The individuals with highest coefficient came from father-daughter mating, that type of mating should be avoided. These highly inbred animals are still in the population, but if they will be mated with an appropriate breeding stallion they won't make an effect for the population structure.

The partial inbreeding coefficient was analysed for each breed to their breed founder and line founder stallions. It was proven for each breed there wasn't high partial inbreeding for these stallions in their genealogical line. In these breeds the breeding method was genealogical and not genetical.

The average relatedness was the highest for the Furioso-North Star (4.08%) and the lowest for the Nonius breed (3.68%), but the value was approximately 4% for each reference population. Compared to the value of the total population the Gidran and the Furioso-North Star were decreased, the Nonius slightly increased. Because the value of the coefficient was higher than the half of the Wright coefficient there were matings between relatives in the breeding.

The effective population size was a crucial part in the endangered populations. The coefficient for each reference population was above the critical 50. The lowest effective population size (70.35) was characterised by the Furioso-North Star population. The values of the Gidran and the Furioso-North Star were both 77.67. Each population was between 50 and 100, these levels are necessary to maintain the genetic diversity.

10. IRODALOM

1. 32/2004. (IV. 19.) Országgyűlési Határozat a védett őshonos vagy veszélyeztetett, magas genetikai értéket képviselő tenyésztett magyar állatfajták nemzeti kincsé nyilvánításáról
<https://mkogy.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a04h0032.OGY>
2. ÁCS V. – BOKOR Á. – NAGY I. (2019): Population Structure Analysis of the Border Collie Dog Breed in Hungary, *Animals*. 9, 250.
3. ÁLVAREZ, J. – ROYO, L. J. – PÉRREZ-PARDAL, L. – FERNÁNDEZ, I. – PAYERAS, L. – GOYACHE, F. (2010): Assessing losses of genetic variability in the endangered Mallorquí horse. *Czech Journal of Animal Science*. 55 (10), 456–462.
4. AVERS, C. (1989): *Process and Pattern in Evolution*. Oxford University Press. 608.
5. BAENA, M. M. – GERVÁSIOB, I. C. – DE FÁTIMA BRETANHA ROCHAC, R. – PROCÓPIOD, A. M. – SILVA DE MOURA, R. – CONCEIÇÃO MEIRELLESA, S. L. (2020): Population structure and genetic diversity of Mangalarga Marchador horses. *Livestock Science*. 239, 104–109.
6. BALLOU, J. D. (1997): Ancestral inbreeding only minimally affects inbreeding depression in mammalian populations. *Journal of Heredity*. 88, 169–178.
7. BARTOLOMÉ, E. – CERVANTES, I. – VALERA, M. – GUTIÉRREZ, J. P. (2011): Influence of foreign breeds on the genetic structure of the Spanish Sport Horse population. *Livestock Science*. 142 (1-3), 70–79.
8. BARTOLOMÉ, E. – VALERA, M. – FERNÁNDEZ, J. – RODRÍGUEZ-RAMILO, S. T. (2022): Effects of Selection on Breed Contribution in the Caballo de Deporte Español. *Animals*. 12, 1635.
9. BAUMUNG, R. – FARKAS J. – BOICHARD, D. – MÉSZÁROS J. – SÖLKNER, J. – CURIK, I. (2015): GRAIN: a computer program to calculate ancestral and partial inbreeding coefficients using a gene dropping approach. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 132 (2), 100–108.

10. BÉRCZY K. (1865): Magyar Méneskönyv – A Magyarországon volt és lévő angol telivér lovak jegyzéke és származása, Pest, 236.
11. BODÓ I. (2002): A biológiai sokféleség megőrzése a magyar háziállatfajtákban. *Acta Agraria Debreceniensis*. 9, 18–29.
12. BODÓ I. (2011): Háziállatok génvédelme. Debrecen, Debreceni Egyetemi Kiadó, 116.
13. BODÓ I. és DOMOKOS G. (2016): A mezőhegyesi félvér. Magyar Lótenyésztők Országos Szövetsége, 365.
14. BODÓ I. és HECKER W. (1992): Lótenyésztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 429.
15. BODÓ I. és HECKER W. (2013): Lótenyésztés, lótartás, lóhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 402.
16. BODÓ I. és PATAKI B. (2003): A nevezetes hazai lófajták. pp. 27–58 In: Történelmi állatfajtáink enciklopédiája. (Szerk.: TÓZSÉR J. és BEDŐ S.) Mezőgazda Kiadó, Budapest 299.
17. BOICHARD, D. – Maignel, L. – VERRIER, É. (1997): The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. *Genetics Selection Evolution*. 29–23.
18. BOICHARD, D. (2002): PEDIG: a fortran package for pedigree analysis suited for large populations. Proc. 7th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Montpellier, France, 19-23 August 2002, CD-ROM communication No. 28–13.
19. 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.
20. 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.

21. 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. *Archiv Tierzucht*. 54 (4), 327–337
22. BRAMANTE, G. – PIERAGOSTINI, E. – CIANI, E. (2022): Genetic Variability within the Murgese Horse Breed Inferred from Genealogical Data and Morphometric Measurements. *Diversity*. 14, 422.
23. BROWN, W. M. (1981): Mechanisms of Evolution in Animal Mitochondrial DNA. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 361, 119–132.
24. BUSSIMAN, F. O. – PEREZ, B. C. – VENTURA, R. V. – PEIXOTO, M. G. C. D. – CURI, R. A. – BALIEIRO, J. C. C. (2018): Pedigree analysis and inbreeding effects over morphological traits in Campolina horse population, *Animal*. 12 (11), 2246–2255.
25. CABALLERO, A. és TORO, M. A. (2000): Interrelations between effective population size and other pedigree tools for the management of conserved populations. *Genetics Research*. 75, 331–343.
26. ČAČIĆ, M – CUBRIC-CURIK, V. – RISTOV, S – CURIK, I. (2014): Computational approach to utilisation of mitochondrial DNA in the verification of complex pedigree errors. *Livestock Science*. 169, 42–47.
27. CERVANTES, I. – MOLINA, A. – GOYACHE, F. – GUTIÉRREZ, J. P. – VALERA, M. (2008): Population history and genetic variability in the Spanish Arab Horse assessed via pedigree analysis. *Livestock Science*. 113, 24–33.
28. CHEVALET, C. és DE ROCHAMBEAU, H. (1986): Variabilité génétique et controle des souches consanguines. *Sciences et Techniques de l'Animal de Laboratoire*, 11, 251–257.
29. COLLEAU, J. J. (2002): An indirect approach to the extensive calculation of relationship coefficients. *Genetics Selection Evolution*. 34 (4), 409–421.
30. CROW, J. F. (1948): Alternate hypotheses of hybrid vigor. *Genetics*. 33, 477–487.

31. CUNNINGHAM, E. P. – DOOLEY, J. J. – SPLAN, R. K. – BRADLEY, D. G. (2001): Microsatellite diversity, pedigree relatedness and the contributions of founder lineages to thoroughbred horses. *Animal Genetics*. 32, 360–364.
32. CURIK, I. – ZECHNER, P. – SÖLKNER, J. – ACHMANN, R. – BODO, I. – DOVC, P. – KAVAR, T. – MARTI, E. – BREM, G. (2003): Inbreeding, Microsatellite, Heterozygosity, and Morphological Traits in Lipizzan Horses. *Journal of Heredity*. 94 (2), 125–132.
33. CURIK, I. – FERENCAKOVIC, M. – SÖLKNER, J. (2014): Inbreeding and runs of homozygosity: A possible solution to an old problem. *Livestock Science*. 166, 26–34.
34. CSÍKVÁRI M. (2014) (szerk.) *Furioso-North Star Ménkönyv (1993-2013)*, Furioso-North Star Lótenyésztő Országos Egyesület, 248.
35. CSÍKVÁRI M. (2015) (szerk.) *Furioso-North Star tenyésztési évkönyv (2015)*, Furioso-North Star Lótenyésztő Országos Egyesület, 211.
36. CSÓNAKI J. – MONORI I. – ZÁMBORI M. (1991): *Furioso North Star Méneskönyv I. kötet*. Furioso-North Star Lótenyésztő Országos Egyesület, 195.
37. CSÓNAKI J. – MONORI I. – ZÁMBORI M. (1992): *Furioso North Star Méneskönyv II. kötet*. Furioso-North Star Lótenyésztő Országos Egyesület, 266.
38. CSÓNAKI J. – FÁBIÁN GY. – ZÁMBORI M. (1995): *Furioso North Star Méneskönyv III. kötet. 1990-1994* Furioso-North Star Lótenyésztő Országos Egyesület, 266.
39. DARWIN, C. (1868): *The variation of animals and plants under domestication*. John Murray, London, 436, 29.
40. DARWIN, C. (1876): *The effects of cross and self-fertilization in the vegetable kingdom*. Appleton, NY, 487.
41. DE ROCHAMBEAU, H. – FOURNET-HANOCQ, F. – VU TIEN KHANG, J. (2000): Measuring genetic variability in small populations. *Annales de zootechnie*, 49, 77–93.

42. DELGADO, J. F. – DE ANDRÉS, N. – VALERA, M. – GUTIÉRREZ, J. P. – CERVANTES, I. (2014): Assessment of population structure depending on breeding objectives in Spanish Arabian horse by genealogical and molecular information. *Livestock Science*. 168, 9–16.
43. DELL, A. – CURRY, M. – YARNELL, K. – STARBUCK, G. – WILSON, P. B. (2020): Genetic analysis of the endangered Cleveland Bay horse: A century of breeding characterised by pedigree and microsatellite data. *Plos One*. 15 (10), e0240410.
44. DOBSON, L. – MCCUISTION, K. C. – LUKEFAHR, S. D. – MOORE, S. – DELANEY, D. – LEE, J. (2010): Historic Genetic Characterization of King Ranch Quarter Horses. *The Professional Animal Scientist*. 26 (1), 1–8
45. 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.
46. DOHY J. (1989). *Az állattenyésztés genetikai alapjai*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 128–141.
47. DOHY J. (1999): *Genetika állattenyésztőknek*. Mezőgazda kiadó, Budapest 341.
48. DUNKA B. (2009): *A Hortobágyi nóniusz törzsménes története 1945-től 2008-ig*. Szerzői kiadás, Debrecen, 155.
49. DURU, S. (2017): Pedigree analysis of the Turkish Arab horse population: structure, inbreeding and genetic variability. *Animal*. 11, 1449–1456.
50. ERDÉLYI M. (2007): *Lovak, amit a lovakról tudni érdemes*. Pannon-Literatúra Kft., Kisújszállás, 151.
51. FALCONER, D. S, – MACKAY, T. F. C. (1996): *Introduction to Quantitative Genetics*. 4th Ed. Longman, London, 464.
52. FAO (1998): *Secondary Guidelines for Development of National Farm Aimal Genetic Resource Management of Small Populations at Risk*. FAO, Rome,

53. FAO (2021): Domestic Animal Diversity Information System <https://www.fao.org/dad-is/browse-by-country-and-species/en/>
54. FARIA, R. A. S. – MAIORANO, A. M. – BERNARDES, P. A. – PEREIRA, L. G. – SILVA, M. G. B. – CURI, R. A. – VASCONCELOS SILVA, J. A. (2018a): Assessment of pedigree information in the Quarter Horse: Population, breeding and genetic diversity. *Livestock Science*. 214, 135–141.
55. FARIA, R. A. S. – VICENTE A. P. A. – DUARTE GUEDES DOS SANTOS, R. I. – MAIORANO, A. M. – CURI, R. A. – LOYOLA CHARDULO L. A. – VASCONCELOS SILVA, J. A. (2018b): Genetic Diversity of Lusitano Horse in Brazil Using Pedigree Information. *Journal of Equine Veterinary Science*. 69, 149–158.
56. FARIA, R. A. S. – VICENTE, A. P. A. – TORO OSPINA, A. J. – VASCONCELOS SILVA, J. A. (2021): Pedigree analysis of the racing line Quarter Horse: Genetic diversity and most influential ancestors. *Livestock Science*. 247, 104484.
57. FARKAS J. – CURIK, I. – CSATÓ L. – CSÖRNYEI Z. – BAUMUNG, R. – NAGY, I. (2007): Bayesian inference of inbreeding effects on litter size and gestation length in Hungarian Landrace and Hungarian Large White pigs. *Livestock Science*. 112, 109–114.
58. FRANKEL, O. H. – SOULÉ, M. E. (1981): *Conservation and Evolution*. Cambridge University Press, Cambridge UK, 366.
59. FRANKHAM, R. – BALLOU, J. D. – BRISCOE, D. A. (2002): *Introduction to conservation genetics*. Cambridge University Press, Cambridge, 617.
60. GAFFINEY, B. – CUNNINGHAM, E. P. (1988): Estimation of genetic trend in racing performance of Thoroughbred horses. *Nature*. 332, 722–723.
61. GÁSPÁRDY A. – JÁVORKA L. – VÖLGYI-CSÍK J. (2003): Nemzedékköz és nemzedékváltás. *Mezőhír*. 3, 94–96.
62. GHARAHVEYSI, S. – IRANI, M. (2011): Inbreeding Study on the Iranian Arab Horse Population. *World Journal of Zoology*. 6 (1), 01–06.

63. GIONTELLA, A. – PIERAMATI, C. – SILVESTRELLI, M. – SARTI, F. M. (2019): Analysis of founders and performance test effects on an autochthonous horse population through pedigree analysis: structure, genetic variability and inbreeding. *Animal*. 13 (1), 15–24.
64. GIONTELLA, A. – CARDINALI, I. – LANCIONI, H. – GIOVANNINI, S. – PIERAMATI, C. – SILVESTRELLI, M. – SARTI, F. M. (2020a): Mitochondrial DNA Survey Reveals the Lack of Accuracy in Maremmano Horse Studbook Records, *Animals*. 10, 839.
65. GIONTELLA, A. – SARTI, F. M. – CARDINALI, I. – GIOVANNINI, S. – CHIERCHI, R. – LANCIONI, H. – SILVESTRELLI, M. – PIERAMATI, C. (2020b): Genetic Variability and Population Structure in the Sardinian Anglo-Arab Horse. *Animals*. 10, 1018.
66. GŁAŻEWSKA, I. – JEZIEŃSKI, T. (2004): Pedigree analysis of Polish Arabian horses based on founder contributions. *Livestock Production Science*. 90 (2-3), 293–298.
67. GONZÁLEZ-RECIO, O. – LÓPEZ DE MATURANA, E. – GUTIÉRREZ, J. P. (2007): Inbreeding depression on female fertility and calving ease in Spanish dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 90, 5744–5752.
68. GRILZ-SEGER, G. – NEUDITSCHKO, M. – RICARD, A. – VELIE, B. – LINDGREN, G. – MESARIČ, M. – COTMAN, M. – HORNA, M. – DOBRETSBERGER, M. – BREM, G. – DRUML, T. (2019): Genome-Wide Homozygosity Patterns and Evidence for Selection in a Set of European and Near Eastern Horse Breeds. *Genes*. 10, 491.
69. GROENEVELD, E. – WESTHUIZEN, B. V. D. – MAIWASHE, A. – VOORDEWIND, F. – FERRAZ, J. B. S. (2009): POPREP: A genetic report for population management. *Genetics and Molecular Research*. 8 (3), 1158–1178.
70. GUTIÉRREZ, J. P. – GOYACHE, F. (2005): A note on ENDOG: a computer program for analysing pedigree information. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 122, 172–176.

71. HALL, S. J. G. (2016): Effective population sizes in cattle, sheep, horses, pigs and goats estimated from census and herdbook data. *Animal*. 10 (11), 1778–1785.
72. HAMANN, H. – DISTL, O. (2008): Genetic variability in Hanoverian warmblood horses using pedigree analysis. *Journal of Animal Science*. 86 (7), 1503–1513.
73. HILL, W. G. (2000): Maintenance of quantitative genetic variation in animal breeding programmes. *Livestock Production Science*. 63, 99–109.
74. IVANKOVIĆ, A. – BITTANTE, G. – KONJAČIĆ, M. – KELAVA UGARKOVIĆ, N. – PEĆINA, M. – RAMLJAK, J. (2021): Evaluation of the Conservation Status of the Croatian Posavac Horse Breed Based on Pedigree and Microsatellite Data. *Animals*. 11, 2130.
75. JAMES, J. W. (1962): The spread of genes in random mating control population. *Genetics Research*. 3, 1–10.
76. JAMES, J. W. (1971): The founder effect and response to artificial selection. *Genetics Research*. 16, 241–250.
77. JAMES, J. W. (1972): Computation of genetic contributions from pedigrees. *Theoretical and Applied Genetics*. *Genet.*, 42, 272–273
78. JAMES, J.W. (1977): A note on selection differentials and generation length when generations overlap. *Animal Production*. 24, 109–112.
79. JÓNÁS S. – HAJBA N. – MIHÓK S. – VÖRÖS J. (2006): Monograph of the Gidran horse. Center-Print Press, Debrecen,
80. KALINOWSKI, S. T. – HEDRICK, P. W. – MILLER, P. S. (2000): Inbreeding Depression in the Speke's Gazelle Captive Breeding Program. *Conservation Biology*. 14, 1375–1384.
81. KAVAR, T. – BREM, G. – HABE, F. – SÖLKNER, J. – DOVČ, P. (2002): History of Lipizzan horse maternal lines as revealed by mtDNA analysis. *Genetic Selection Evolution*. 34, 635.

82. KHANSHOUR, A. és COTHRAN, E. G. (2011): Whole mtDNA D-loop Sequence Variation of the Arabian Horse Strains. *Journal of Equine Veterinary Science*. 31 (5-6), 240–241.
83. 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.
84. KOENIG, S. és SIMIANER, H. (2006): Approaches to the management of inbreeding and relationship in the German Holstein dairy cattle population. *Livestock Science*. 103, 40–53
85. KOMLÓSI I. (2012): Juh és szarvasmarha tenyésztési programok fejlesztését megalapozó kutatások. Akadémiai doktori értekezés
86. KORRIDA, A. – GUTIÉRREZ, J. P. – AGGREY, S. E. – AMIN-ALAMI, A. (2013): Genetic variability characterization of the moroccan houbara bustard (*Chlamydotis undulata undulata*) inferred from pedigree analysis. *Zoo Biology*. 32 (4), 366–373.
87. LACY, R. C. (1989): Analysis of founder representation in pedigrees: founder equivalents and foundergenome equivalents. *Zoo Biology*. 8 (2), 111–123.
88. LACY, R. C. (1995): Clarification of genetic terms and their use in the management of captive populations. *Zoo Biology*. 14 (6), 565–578.
89. LACY, R. C. – ALAKS, G. – WALSH, A. (1996): Hierarchical analysis of inbreeding depression in *Peromyscus polionotus*. *Evolution*. 50, 2187–2200.
90. LAIKRE, L. – RYMAN, N. (1991): Inbreeding Depression in a Captive Wolf (*Canis lupus*) Population. *Conservation Biology*. 5 (1), 33–40.
91. LOPES, M. S. – MENDONÇA, D. – CYMBRON, T. – VALERA, M. – DA COSTA-FERREIRA, J. – DA CÂMARA MACHADO, A. (2005): The Lusitano horse maternal lineage based on mitochondrial D-loop sequence variation. *Animal Genetics*. 36 (3), 196–202.
92. MACCLUER, J. W. – VAN DE BERG, J. L. – READ, B. – RYDER O. A. (1986): Pedigree analysis by computer simulation. *Zoo Biology*. 5 (2). 147–160.

93. MACHMOUM, M. – BADAOU, B. – PETIT, D. – GERMOT, A. – EL ALAOUI, M. A. – BOUJENANE, I. – PIRO, M. (2023): Genetic Diversity and Maternal Phylogenetic Relationships among Populations and Strains of Arabian Show Horses. *Animals*. 13 (12), 2021.
94. MACIEL, F. C. – BERTOLI, C. D. – BRACCINI, N. J. – COBUCI, J. A. – PAIVA, S. A. – MCMANUS, C. (2014): Population structure and genealogical analysis of the Brazilian Creole horse. *Animal Genetic Resources*. 42, 1–11.
95. MAIGNEL, L. – BOICHARD, D. – VERRIER, E. (1996): Genetic variability of French dairy breeds estimated from pedigree information. *Inter Bull*. 14, 49–54.
96. MCMANUS, C. – SANTOS, S. A. – DALLAGO, B. S. L. – PAIVA, S. R. – MARTINS, R. F. S. – NETO, J. B. – MARQUES, P. R. – PINTO DE ABREU, U. G. (2013): Evaluation of conservation program for the Pantaneiro horse in Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 42 (6) 404–423.
97. MEDEIROS, B. R. – BERTOLI, C. D. – GARBADE, P. – MCMANUS, C. M. (2014): Brazilian Sport Horse: pedigree analysis of the Brasileiro de Hipismo breed. *Ital. Journal of Animal Science*. 13, 657–664.
98. MEUWISSEN, T. H. E. (1999): Operation of conservation schemes. In: *Genebanks and the Conservation of Farm Animal Genetic Resources*. (Szerk.: Oldenbroek, J. K.) Institute for Animal Science and Health, Lelystad, 91–113.
99. MEUWISSEN, T. H. E. (2009): Genetic management of small populations: A review. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 59, 71–79.
100. MIHÓK S. (2006): *A gidrán ló monográfiája*. Debrecen, Kisbéri és Gidrán Lótenyésztő Országos Egyesület
101. MIHÓK S. (2014): *A hucul*. Mezőgazda kiadó, Budapest, 251.
102. MIHÓK S. (szerk.) (2012): *Gidrán méneskönyv II. kötet, Kisbéri és Gidrán Lótenyésztő Országos Egyesület*, 450.
103. MIHÓK S. (szerk.) (2020): *Gidrán méneskönyv III. kötet, Gidrán Lótenyésztők Magyarországi Egyesülete*, 533.

104. MIHÓK S. és ERNST J. (2015): A gidrán. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 303.
105. MOUREAUX, S. – VERRIER, É. – RICARD, A. – MÉRIAUX, J. C. (1996): Genetic variability within French race and riding horse breeds from genealogical data and blood marker polymorphism. *Genetics Selection Evolution*. 28, 83–102.
106. MRODE, R. – HAN, J. – MWACHARO, J. – KONING, D. (2016): Novel tools to inform animal breeding programs. *Livestock and Fish Brief* 14.
107. NAGY I. (2016): Kvantitatív genetikai vizsgálatok multipara állatfajokban. Akadémiai doktori értekezés
108. NAGY I., – CURIK, I., – RADNAI I., – CERVANTES, I. – GYOVAI P., – BAUMUNG, R. – FARKAS J. – SZENDRŐ ZS. (2010): Genetic diversity and population structure of the synthetic Pannon White rabbit revealed by pedigree analyses. *Journal of Animal Science*. 88, 1267–1275.
109. NEI, M. – MARUYAMA, T. – CHAKRABORTY, R. (1975): The bottleneck effect and genetic variability in populations. *Evolution Int. Journal of Organic Evolution*. 29. 1.
110. NOLTE, W. – THALLER, G. – KUEHN, C. (2019): Selection signatures in four German warmblood horse breeds: Tracing breeding history in the modern sport horse. *PLoS ONE*. 14 (4), e0215913.
111. NYÁRI L. (2005): Házi berkenye (*Sorbus domestica* L.) és barkócaberkenye (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz) populációk génmegőrzése a Magyar-középhegységben. PhD Értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem
112. ÓCSAG I. (1984): A nóniusz. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 169.
113. ÓCSAG I. (1990): Kis magyar lovaskönyv. Ko-libri kiadó, Budapest, 180.
114. PECSENYE K. (2017): Védett lepkék populációinak genetikai diverzitása. Akadémiai doktori értekezés

115. PERDOMO-GONZÁLEZ, D. I – SÁNCHEZ-GUERRERO, M. J. – MOLINA, A. – MERCEDES VALERA (2020): Genetic Structure Analysis of the Pura Raza Español Horse Population through Partial Inbreeding Coefficient Estimation. *Animals*. 10, 1360.
116. PIRCHNER F. (1968): Populáció genetikája az állattenyésztésben. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest, 60–66.
117. PJONTEK, J. – KADLEČÍK, O. – KASARDA, R. – HORNÝ, M. (2012): Pedigree analysis in four Slovak endangered horse breeds. *Czech Journal of Animal Science*. 57 (2), 54–64.
118. PODMANICZKY GY. (1903): Magyarország állami és magánmésesei lótenyésztésének kézikönyve. Pallas Részvénytársaság nyomdája, Budapest, 374.
119. PONCET, P. A. – PFISTER, W. – MUNTWYLER, J. – GLOWATZKI-MULLIS, M.L. – GAILLARD, C. (2006): Analysis of pedigree and conformation data to explain genetic variability of the horse breed Franches-Montagnes. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 123 (2), 114–121.
120. POSTA J. – SZABÓ P. – KOMLÓSI I. (2016): Pedigree analysis of Mangalica pig breeds. *Annals of Animal Science*. 16 (3), 701–709.
121. POSTA, J. – KOMLÓSI, I. – MIHÓK, S. (2006): Pedigree analysis of Hungarian Sport Horses. *Animal Welfare, Ethology and Housing Systems*. 2 (3), 182–188.
122. RODRIGUES, L. Y. – FARIA, R. A. S. – IL DE VASCONCELOS SILVA, J. A. (2021): Analysis of the Pedigree and Ancestors of the Cutting Population of the Quarter Horse Breed. *Journal of Equine Veterinary Science*. 99, 103385,
123. ROMBAUER T. (2015): Shagya Méneskönyv, Magyarországi Arablótenyésztők Egyesülete, 1275.
124. ROOS, L. – HINRICHS, D. – NISSEN, T – KRIETER, J. (2015): Investigations into genetic variability in Holstein horse breed using pedigree data. *Livestock Science*. 177, 25–32.

125. SAKTHIVE, M. – TAMILMANI, G. – ABDUL NAZAR, A. K. – JAYAKUMAR, R. – SANKAR, M. – RAMESHKUMAR, P. – ANIKUTTAN, K. K. – SAMAL, A. K. – ANBARASU, M. – GOPAKUMAR, G. (2019): Genetic variability of a small captive population of the cobia (*Rachycentron canadum*) through pedigree analyses. *Aquaculture*. 498, 435–443.
126. SCHURINK, A. – ARTS, D. J. G. – DUCRO, B. J. (2012): Genetic diversity in the Dutch harness horse population using pedigree analysis. *Livestock Science*, 143, 270–277.
127. SCHURINK, A. – SHRESTHA, M. – ERIKSSON, S. – BOSSE, M. – BOVENHUIS, H. – BACK, W. – JOHANSSON, A. M. – DUCRO B. J. (2019): The Genomic Makeup of Nine Horse Populations Sampled in the Netherlands. *Genes*. 10 (6), 480.
128. SEVINGA, M. – VRIJENHOEK, T. – HESSELINK, J. W. – BARKEMA, H. W. – GROEN, A. F. (2004): Effect of inbreeding on the incidence of retained placenta in Friesian horses. *Journal of Animal Science*. 82 (4), 982–986.
129. SIDERITS, M. – BAUMUNG, R. – FUERST-WALTL, B. (2013): Pedigree analysis in the German Paint Horse: Genetic variability and the influence of pedigree quality. *Livestock Science*. 151 (2-3), 152–157.
130. SIGURDSON, A. – JONMUDSON, J. V. (1995): Inbreeding and its impact in the closed population of Icelandic dairy cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 45, 11–16.
131. SÖLKNER, J. – FILIPCIC, L. – HAMPSHIRE, N. (1998): Genetic variability of populations and similarity of subpopulations in Austrian cattle breeds determined by analysis of pedigrees. *Animal Science*. 67, 249–256.
132. SUWANLEE, S. – BAUMUNG, R. – SÖLKNER, J. – CURIK, I. (2007): Evaluation of ancestral inbreeding coefficients: Ballou's formula versus gene dropping. *Conservation Genetics*. 8, 489–495.
133. SZ. BOZSIK N. (1985): Mezőhegyes lótenyésztésének története 1785-től 1985-ig. Mezőhegyesi Mezőgazdasági Kombinát Munkaközössége, Mezőhegyes, 83.

134. SZABÓ F. – KOMLÓSI I. – POSTA J. (2011): Állattenyésztési genetika (e-book)
<https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/handle/123456789/8541>
135. SZABÓ F. (szerk.) (2004): Általános állattenyésztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 460.
136. SZALAY I. – BODÓ I. (2007): Génbázisok megőrzése a fenntartható állattenyésztésben. Állattenyésztés és Takarmányozás. 56, 403–413.
137. SZISZKOSZ, N. – MIHÓK S. – JÁVOR A. – KUSZA SZ. (2016): Genetic diversity of the Hungarian Gidran horse in two mitochondrial DNA markers. PeerJ. 4:e1894.
138. SZMATOŁA, T. – GURGUL, A. – JASIELCZUK, I. – OCLON, E. – ROPKA-MOLIK, K. – STEFANIUK-SZMUKIER, M. – POLAK, G. – TOMCZYK-WRONA, I. – BUGNO-PONIEWIERSKA, M. (2022): Assessment and Distribution of Runs of Homozygosity in Horse Breeds Representing Different Utility Types. Animals. 12, 3293.
139. TABERLET, P. (1996): The use of mitochondrial DNA control region sequencing in conservation genetics. pp. 125–142 In: Molecular genetic approaches in conservation. (Szerk.: SMITH, T. B. és WAYNE, R. K.) Oxford University Press, New York, 504.
140. TAVEIRA, R. Z. – MOTA, M. D. S. – OLIVEIRA, H. N. (2004): Population parameter in Brazilian Thoroughbred. Journal of Animal Breeding and Genetics. 121 (6), 384–391.
141. TE BRAAKE, M. F. H. – GROEN, A. F. – VAN DER LUGHT, A. W. (1994): Trends in inbreeding in Dutch Black and White dairy cattle. Journal of Animal Breeding and Genetics. 111, 356–366.
142. TEEGEN, R. – EDEL, C. – THALLER, G. (2008): Population structure of the Trakehner Horse breed. Animal. 3 (1), 6–15.
143. THIRUVENKADAN, A. K. – KANDASAMY, N. – PANNEERSELVAM, S. (2009): Inheritance of racing performance of Thoroughbred horses. Livestock Science. 121 (2-3), 308–326.

144. VALERA, M. – MOLINA, A. – GUTIÉRREZ, J. P. – GÓMEZ, J. – GOYACHE, F. (2005): Pedigree analysis in the Andalusian horse: population structure, genetic variability and influence of the Carthusian strain. *Livestock Production Science*. 95, 57–66.
145. VAN OOSTERHOUT, C. – SMIT, G. – VAN HEUVEN, M. K. – BRAKEFIELD, P. M. (2000): Pedigree analysis on small laboratory populations of the butterfly *Bicyclus anynana*: The effects of selection on inbreeding and fitness. *Conservation Genetics* 1, 321–328.
146. VERES M. – ZILAHY I. (2014): Nonius Méneskönyv. Nonius Lótenyésztő Országos Egyesület, 1086.
147. VICENTE, A. A. – CAROLINO, N. – GAMA, L. T. (2012): Genetic diversity in the Lusitano horse breed assessed by pedigree analysis. *Livestock Science*. 148 (1), 16–25.
148. VIGNAL, A. – MILAN, D. – SANCRISTOBAL, M. – EGGEN, A. (2002): A review on SNP and other types of molecular markers and their use in animal genetics. *Genetics Selection Evolution*. 34, 275–305.
149. VÍGH ZS. – CSATÓ L. – NAGY I. (2008): A pedigré analízisben alkalmazott mutatószámok és értelmezésük. Szakirodalmi áttekintés Állattenyésztés és Takarmányozás. 57 (6), 549–564.
150. VOSTRÁ-VYDROVÁ, H. – VOSTRÝ, L. – HOFMANOVÁ, B. – KRUPA, E. – ZAVADILOVÁ, L. (2016): Pedigree analysis of the endangered Old Kladruber horse population. *Livestock Science*. 185, 17–23.
151. VOSTRÝ, L. – VOSTRÁ-VYDROVÁ, H. – CITEK, J. – GORJANC, G. – CURIK, I. (2021): Association of inbreeding and regional equine leucocyte antigen homozygosity with the prevalence of insect bite hypersensitivity in Old Kladruber horse. *Animal Genetics*. 52 (4), 422–430.

152. WOOLIAMS, J. A. – PONG-WONG, R. – VILLANEUVEA, 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.
153. WRIGHT, S. (1931): Evolution in Mendelian populations. *Genetics*. 16, 97–159.
154. WRIGTH, S. (1922): Coefficients of inbreeding and relationship. *The American Naturalist*. 56, 330-338.
155. YAMASHITA, J. – OKI, H. – HASEGAWA, T. – HONDA, T. – NOMURA, T. (2010): Demographic analysis of breeding structure in Japanese Thoroughbred population. *Journal of Equine Science*. 21 (2), 11–16.
156. ZALAI K. – BÉLLEY M. (szerk.) (2009): Magyar Méneskönyv XXIX. kötet 2002-2007. Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal, Budapest 587.
157. 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. *Livestock Production Science*. 77 (2-3), 137–146.

Felhasznált online adatbázisok:

1. A lófélékre vonatkozó információk központi nyilvántartása (Szlovákia): <http://www.horses.sk/>
2. All Breed Horse Pedigree Database: <https://www.allbreedpedigree.com/>
3. Equineline: <https://www.equineline.com/>
4. Magyarországi Galopp adatbázis: <https://www.abrakmester.com/>
5. OLIR (Országos Lótenyésztési Információs Rendszer): <https://ali.nebih.gov.hu/>
6. Online méneskönyv: <http://www.meneskonyv.hu/>
7. Shagya Arab Lovak Könyvtára: <https://shagyadata.ch/shagya/>
8. Thoroughbred Pedigree Database: <https://www.pedigreequery.com/>

11. ÁBRÁK, TÁBLÁZATOK, KÉPEK JEGYZÉKE

Ábrák:

1. ábra: A gidrán populáció évenkénti pedigreljességének alakulása.....	43
2. ábra: A nóniusz populáció évenkénti pedigreljességének alakulása.....	44
3. ábra: A furioso-north star populáció évenkénti pedigreljességének alakulása	44
4. ábra: A populációk átlagos rokonsági fok értékei	63
5. ábra: A Wright-féle beltenyésztési együttható évenkénti alakulása	65
6. ábra: Gidran XXX-47 (Holdfény) származása	70
7. ábra: 4341 Nonius-142 (Saci) származása.....	75
8. ábra: The Bart Furioso III-84 (Boglár) származása	80

Táblázatok:

1. táblázat: Teljes ismert ősi sorok száma mutatóra közölt értékek a szakirodalomban...	5
2. táblázat: Maximálisan ismert nemzedékek száma mutatóra közölt értékek a szakirodalomban	6
3. táblázat: A teljes generációs ekvivalens mutatóra közölt értékek a szakirodalomban .	7
4. táblázat: Nemzedékköz értékek a szakirodalomban	8
5. táblázat: Alapító ősök effektív száma értékek a szakirodalomban.....	10
6. táblázat: A nem alapító ősök effektív száma értékek a szakirodalomban	11
7. táblázat: A nem alapító ősök effektív számának és az alapító ősök effektív számának aránya (f_a/f_e) mutató értékei a szakirodalomban.....	13
8. táblázat: Az alapító ősök effektív számának és a nem alapító ősök effektív számának aránya (f_e/f_a) mutató értékei a szakirodalomban.....	13
9. táblázat: Az alapító ősök genom ekvivalens értéke mutató értékei a szakirodalomban	14
10. táblázat: Az alapító ősök genom ekvivalens értéke és az alapító ősök effektív számának aránya mutató értékei a szakirodalomban.....	15
11. táblázat: Az átlagos rokonsági fok értékei szakirodalmi forrásokban	16
12. táblázat: Wright-féle beltenyésztési együttható értékek a szakirodalomban	17
13. táblázat: Effektív populációméret értékek a szakirodalomban	20
14. táblázat: A vizsgált populációk egyedszámai	32

15. táblázat: A három fajta referencia populációinak pedigrelteljesség értékei (generáció)	41
16. táblázat: A gidrán lófajta nemzedékköz értékei a négyféle szülő-ivadék származási út alapján	45
17. táblázat: A nóniusz lófajta nemzedékköz értékei a négyféle szülő-ivadék származási út alapján	46
18. táblázat: A furioso-north star lófajta nemzedékköz értékei a négyféle szülő-ivadék származási út alapján	47
19. táblázat: Az ősök változékonyságát leíró mutatók	48
20. táblázat: Az állományok genetikai szerkezetének változatosságáért felelős egyedek száma	51
21. táblázat: A legmeghatározóbb egyedek hozzájárulásának mértéke (%)	53
22. táblázat: A teljes populációk genetikai variabilitásához legnagyobb mértékben hozzájáruló tíz egyed	54
23. táblázat: A gidrán referenciaállomány genetikai variabilitásához legnagyobb arányban hozzájáruló ősök	56
24. táblázat: A nóniusz referenciaállomány genetikai variabilitásához legnagyobb arányban hozzájáruló ősök	58
25. táblázat: A furioso-north star referenciaállomány genetikai variabilitásához legnagyobb arányban hozzájáruló ősök	61
26. táblázat: A három fajta beltenyésztettségének értékei (%)	66
27. táblázat: A legmagasabb beltenyésztettségi együtthatójú gidrán egyedek a referencia populációban	69
28. táblázat: A referencia állomány arányaiban legmagasabb Kalinowski-féle együtthatóval rendelkező egyedei	72
29. táblázat: A legmagasabb beltenyésztettségi együtthatójú nóniusz egyedek a referencia populációban	74
30. táblázat: A referencia állomány arányaiban legmagasabb Kalinowski-féle együtthatóval rendelkező egyedei	77
31. táblázat: A legmagasabb beltenyésztettségi együtthatójú furioso-north star egyedek a referencia populációban	79
32. táblázat: A referencia állomány arányaiban legmagasabb Kalinowski-féle együtthatóval rendelkező egyedei	82

33. táblázat: Az egyes vonalakba tartozó gidrán ménék átlagos Wright-féle beltenyésztettsége és parciális beltenyésztettsége a fajta- és vonalalapító egyedekre (%)	83
34. táblázat: Az egyes vonalakba tartozó nóniusz ménék átlagos Wright-féle beltenyésztettsége és parciális beltenyésztettsége a fajta- és vonalalapító egyedekre (%)	85
35. táblázat: Az egyes vonalakba tartozó furioso-north star ménék átlagos Wright-féle beltenyésztettsége és parciális beltenyésztettsége a fajta- és vonalalapító egyedekre (%)	86

A melléklet táblázatai:

1. táblázat: Az egyes genealógiai vonalakba tartozó gidrán ménék beltenyésztettsége és Gidran Senior alapítóira, valamint a három vonalalapítóira számított parciális beltenyésztettsége (%)	121
2. táblázat: Az egyes genealógiai vonalakba tartozó nóniusz ménék beltenyésztettsége és Nonius Senior alapítóira, valamint a négy vonalalapítóira számított parciális beltenyésztettsége (%)	123
3. táblázat: Az egyes genealógiai vonalakba tartozó furioso-north star ménék beltenyésztettsége és Furioso Senior valamint North Star Senior alapítóira, és a négy vonalalapítóira számított parciális beltenyésztettsége (%)	129

Képek:

1. kép: Gidran XI törzsmén.....	57
2. kép: 311 Aldato holsteini mén.....	59
3. kép: Furioso VI törzsmén	62
4. kép: Gidran XXX törzsmén	71
5. kép: Nonius IV törzsmén	76
6. kép: 2829 The Bart xx angol telivér mén.....	81

Képek forrása:

1. kép: Gidran XI törzsmén

Forrás: MIKÓK S. és ERNST J. (2015): 121. p.

2. kép: 311 Aldato holsteini mén

Forrás: BODÓ és DOMOKOS, (2019) 221. p.

3. kép: Furioso VI törzsmén

Forrás: BODÓ és DOMOKOS, (2019) 121. p.

4. kép: Gidran XXX törzsmén

Forrás: Gyűrűsi ménes

Letöltés helye: <https://www.facebook.com/Gy%C5%B1r%C5%B1si-m%C3%A9nes-541882032490680/photos/a.541926249152925/552880534724163>

5. kép: Nonius IV törzsmén

Forrás: Nonius Lótenyésztő Országos Egyesület

Letöltés helye: <http://noniuszegyesulet.hu/menek/nonius-iv-3665-nonius-xvii-30/>

6. kép: 2829 The Bart xx

Forrás: BODÓ és DOMOKOS, (2019) 218. p.

12. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/362/2023.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Klein Renáta

Doktori Iskola: Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

MTMT azonosító: 10062850

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

1. **Klein, R.**, Mihók, S., Oláh, J., Posta, J.: A mezőhegyesi őshonos lófajták parciális beltenyésztettségének vizsgálata = Evaluation of the partial inbreeding of the indigenous horse breeds from Mezőhegyes.
Acta Agrar. Kvár. 26 (2), 7-15, 2022. ISSN: 1418-1789.
DOI: <http://dx.doi.org/10.31914/aak.3442>

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (4)

2. **Klein, R.**, Oláh, J., Mihók, S., Posta, J.: Changes in the genetic variability of the Furioso-North Star population between 1989 and 2019.
Agrártud. Közl. 1, 61-65, 2022. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/10565>
3. **Klein, R.**, Oláh, J., Mihók, S., Posta, J.: The effect of foreign stallions on the Hungarian Furioso-North Star breed.
Agrártud. Közl. 1, 67-70, 2022. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/10566>
4. **Klein, R.**, Oláh, J., Mihók, S., Posta, J.: Progeny information about the Hungarian Furioso-North Star Horse population based on pedigree data.
Danub. Animal Genet. Resour. 5 (1), 5-10, 2020. ISSN: 2498-5910.
5. **Klein, R.**, Oláh, J., Mihók, S., Posta, J.: Genetic diversity of the Hungarian Furioso-North Star Horse Population.
Danub. Animal Genet. Resour. 4, 31-36, 2019. ISSN: 2498-5910.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

6. **Klein, R.**, Oláh, J., Mihók, S., Posta, J.: Pedigree-Based Description of Three Traditional Hungarian Horse Breeds.
Animals (Basel). 12 (16), 1-10, 2022. ISSN: 2076-2615.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ani12162071>
IF: 3





Magyar nyelvű konferencia közlemények (2)

7. **Klein, R.**, Posta, J.: Az angol telivér lófajta szerepe a mezőhegyesi hátasló fajták jelenlegi állományának genetikai diverzitásában.
In: XXVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum Keszthely : Konferenciakötet. Szerk.: Bene Szabolcs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Georgikon Campus, Keszthely, 17-22, 2022.
8. **Klein, R.**, Posta, J.: Telivér mének hatása a gidrán lófajta genetikai diverzitására.
In: XXIV. Tavasz Szél Konferencia 2021: Tanulmánykötet I.. Szerk.: Molnár Dániel, Molnár Dóra, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 156-161, 2021. ISBN: 9786158199117

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

9. **Klein, R.**, Posta, J.: Telivér mének hatása a gidrán lófajta genetikai diverzitására.
In: XXIV. Tavasz Szél Konferencia 2021 : Absztraktkötet. Szerk.: Molnár Dániel, Molnár Dóra, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 103, 2021. ISBN: 9786155586996

További közlemények

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (2)

10. Munro, J., Morgan-Davies, C., Karatzia, M. A., Ligda, C., de Heredia, I. B., Ruiz, R., Carta, A., Salaris, S., Keady, T., McClearn, B., Ocak-Yetisgin, S., **Klein, R.**, Grisot, P. G.: EuroSheep: co-construction approaches to understand main needs of sheep farmers and define innovative solutions to improve the sector's profitability.
In: Book of Abstracts of the 1st Regional Meeting of the European Federation of Animal Science. Eds.: Zdravko Barac; Georgia Hadjipavlou, The European Federation of Animal Science (EAAP), Nitra, 76, 2023.
11. Karatzia, M. A., Tsiokos, D., Salaris, S., Morgan-Davies, C., Munro, J., de Heredia, I. B., Ruiz, R., Ocak-Yetisgin, S., Keady, T., McClearn, B., **Klein, R.**, Grisot, P. G.: EuroSheep: Cost benefit and Sustainability analysis of Health and Nutrition Best Practices.
In: Book of Abstracts of the 1st Regional Meeting of the European Federation of Animal Science. Eds.: Zdravko Barac; Georgia Hadjipavlou, The European Federation of Animal Science (EAAP), Nitra, 48, 2023.





Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikkek (1)

12. **Klein, R.:** Innovatív technológiák Új Zéland juhtenyésztése stabilan fejlődik.

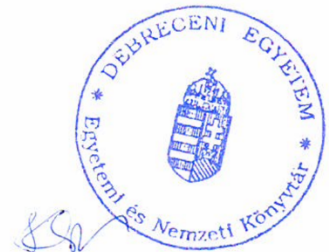
Magy. állatteny. lapja. 7, 44-45, 2023. ISSN: 1417-7811.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 3

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 3

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudománymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2023.07.26.



13. MELLÉKLETEK

1. táblázat

Az egyes genealógiai vonalakba tartozó gidrán mének beltenyésztettsége és Gidran Senior alapítóra, valamint a három vonalalapítóra számított parciális beltenyésztettsége (%)

Mén	Törzsmén szám	Vonal	Wright	Gidran Senior alapító	Gidran "A" XXXI (1863)	Gidran "B" XXXIII (1868)	Gidran "C" XXI (1863)
3833 Gidran XI-3 (Sárarany)	XXXII	Gidran A	4,46	0,03	0,37	0,14	0,02
3832 Gidran XI-32 (Regölő)	XXIX	Gidran A	4,95	0,04	0,47	0,19	0,03
4473 Gidran XXII-16 (Suttyó)		Gidran A	2,12	0,01	0,14	0,04	0,01
5992 Gidran XXX-44 (Mór)		Gidran A	5,53	0,02	0,29	0,09	0,00
5939 Gidran-30 (Mózes)		Gidran A	8,35	0,05	0,62	0,23	0,01
4632 Gidran XVI-19 (Szikra)	XXVI	Gidran A	2,7	0,01	0,13	0,02	0,01
Gidran XXX-42 (Kelevéz)		Gidran A	5,08	0,02	0,28	0,08	0,01
Gidran-15 (Sebes)	XL	Gidran A	5,75	0,02	0,24	0,11	0,03
4543 Gidran XIII-43 (Fáraó)	XXXV	Gidran B	5,83	0,06	0,63	0,27	0,07
4848 Gidran XXI-48 (Marci)		Gidran B	1,67	0,01	0,19	0,03	0,01
4883 Gidran XXIV-26 (Széptevő)	XXXIII	Gidran B	1,5	0,01	0,15	0,04	0,00
4948 Gidran-38 (Garibaldi)	XXXVIII	Gidran B	3,34	0,01	0,20	0,04	0,01

Mén	Törzsmén szám	Vonal	Wright	Gidran Senior alapító	Gidran "A" XXXI (1863)	Gidran "B" XXXIII (1868)	Gidran "C" XXI (1863)
5006 Gidran-18 (Nimród)		Gidran B	5,29	0,04	0,37	0,10	0,10
5435 Gidran XXIV-145 (Cinkos)	XXXIX	Gidran B	7,19	0,05	0,50	0,09	0,04
5437 Gidran XXIV-127 (Szelid)		Gidran B	1,49	0,01	0,15	0,04	0,00
5204 Gidran XXIV-24 (Papika)		Gidran B	2,96	0,01	0,18	0,04	0,00
Gidran XXIII-49 (Atamán)		Gidran B	2,32	0,00	0,05	0,02	0,00
5373 Gidran XXVII-4 (Bohém)	XXXVI	Gidran C	2,82	0,02	0,36	0,09	0,00
6028 Gidran XXVII-42 (Nótás)		Gidran C	3,58	0,03	0,46	0,15	0,01
Gidran XXI-32 (Soma)		Gidran C	5,17	0,03	0,30	0,13	0,02
5891 Gidran XXVIII-120 (Rézgróf)		Gidran C	4,31	0,03	0,39	0,13	0,02
6029 Gidran XXVII-43 (Kartel)	XXXVII	Gidran C	1,73	0,01	0,19	0,06	0,00

Az egyes genealógiai vonalakba tartozó nóniusz mének beltenyésztettsége és Nonius Senior alapítóra, valamint a négy vonalalapítóra számított parciális beltenyésztettsége (%)

Mén	Törzsmén szám	Vonal	Wright	Nonius Senior alapító	Nonius "A" XXIX (1880)	Nonius "B" XXXI (1880)	Nonius "C" XXXVI (1883)	Nonius "D" XLII (1847)
3665 Nonius XVII-30 (Ernö)	IV	Nonius A	6,28	1,38	0,66	0,66	0,01	1,38
4158 Nonius XLII-208 (Hangár)		Nonius A	3,26	0,59	0,39	0,25	0,01	0,59
4311 Nonius XLII-200 (Illés)		Nonius A	2,52	0,36	0,27	0,10	0,00	0,36
4584 Nonius XVII-64 (Betyár)		Nonius A	9,43	1,95	1,14	1,01	0,02	1,95
4928 Nonius XVII-9 (Mundér)		Nonius A	6,07	0,91	0,71	0,52	0,01	0,91
5055 Nonius XVII-1 (Nílus)	XIV	Nonius A	11,07	2,36	1,39	1,23	0,02	2,36
5056 Nonius XVII-16 (Mecset)	XVI	Nonius A	10,77	1,79	1,25	0,97	0,02	1,79
5293 Nonius IV-73 (Pezsgő)		Nonius A	6,59	1,19	0,66	0,59	0,01	1,19
5315 Nonius IX-13 (Rája)		Nonius A	0,97	0,22	0,11	0,12	0,00	0,22
5535 Mezőhegyes Nonius-7 (Torda)		Nonius A	4,86	0,73	0,60	0,43	0,01	0,73

Mén	Törzsmén szám	Vonal	Wright	Nonius Senior alapító	Nonius "A" XXIX (1880)	Nonius "B" XXXI (1880)	Nonius "C" XXXVI (1883)	Nonius "D" XLII (1847)
5650 Mezőhegyes Nonius-3 (Úrfi)		Nonius A	3,32	0,64	0,45	0,36	0,00	0,64
5652 Nonius IV-71 (Tajtékos)		Nonius A	4,94	0,95	0,49	0,49	0,01	0,95
5893 Hortobágy Nonius-91 (Zsarnok)		Nonius A	2,68	0,59	0,37	0,21	0,00	0,59
5895 Nonius IX-11 (Remonda)		Nonius A	5,82	1,02	0,81	0,59	0,01	1,02
5896 Mezőhegyes Nonius-13 (Tihany)		Nonius A	4,02	0,66	0,53	0,39	0,01	0,66
6019 Mezőhegyes Nonius-8 (Taksony)		Nonius A	2,17	0,38	0,30	0,24	0,00	0,38
6185 Nonius XIV-25 (Bálint)		Nonius A	7,89	1,35	0,74	0,82	0,01	1,35
6186 Nonius XIV-10 (Bajor)		Nonius A	2,58	0,41	0,20	0,25	0,00	0,41
6187 Olaszfa Nonius-133 (Bitang)		Nonius A	9,65	1,78	1,03	0,96	0,01	1,78
6292 Nonius XIV-25 (Csanád)		Nonius A	7,26	1,03	0,76	0,67	0,01	1,03
6294 Nonius XIV-7 (Csongor)		Nonius A	9,42	1,68	1,03	1,05	0,02	1,68
6297 Olaszfa Nonius-110 (Csillag)		Nonius A	6,34	1,27	0,79	0,64	0,01	1,27

Mén	Törzsmén szám	Vonal	Wright	Nonius Senior alapító	Nonius "A" XXIX (1880)	Nonius "B" XXXI (1880)	Nonius "C" XXXVI (1883)	Nonius "D" XLII (1847)
6505 Nonius XIV-15 (Dante)		Nonius A	10,57	2,09	1,14	1,19	0,02	2,09
6507 Bogyiszló Nonius-274 (Dongó)		Nonius A	3,35	0,63	0,46	0,35	0,01	0,63
6508 Hortobágy Nonius-62 (Dankó)		Nonius A	4,84	0,94	0,47	0,40	0,01	0,94
Nonius XIV-11 (Diadal)		Nonius A	11,75	2,09	1,23	1,18	0,02	2,09
5031 Nonius III-74 (Notesz)	X	Nonius B	6,99	0,06	1,08	0,77	0,37	0,01
5149 Debrecen Nonius-259 (Zarándok)		Nonius B	3,55	0,03	0,67	0,50	0,38	0,01
5158 Nonius III-18 (Origó)	XIII	Nonius B	1,38	0,01	0,32	0,34	0,13	0,00
5367 Nonius L-67 (Poros)		Nonius B	9,93	0,11	1,09	0,74	0,44	0,01
5445 Nonius VIII-65 (Sumér)		Nonius B	1,98	0,02	0,45	0,33	0,23	0,00
5660 Nonius VIII-68 (Tized)		Nonius B	2,25	0,01	0,29	0,29	0,12	0,00
5662 Nonius VIII-78 (Torda)		Nonius B	3,84	0,02	0,33	0,39	0,23	0,00
5770 Nonius X-72 (Vigadó)		Nonius B	3,73	0,03	0,52	0,27	0,20	0,00

Mén	Törzsmén szám	Vonal	Wright	Nonius Senior alapító	Nonius "A" XXIX (1880)	Nonius "B" XXXI (1880)	Nonius "C" XXXVI (1883)	Nonius "D" XLII (1847)
5771 Nonius VIII-74 (Ügyész)		Nonius B	4,57	0,03	0,62	0,49	0,33	0,01
6021 Nonius XIII-7 (Arad)		Nonius B	4,83	0,04	0,98	0,75	0,40	0,01
6189 Hortobágy Nonius-81 (Ballada)		Nonius B	4,82	0,05	0,85	0,53	0,41	0,01
6502 Nonius VIII-65 (Cigánybáró)		Nonius B	3,86	0,03	0,67	0,51	0,35	0,01
6504 Debrecen Nonius-162 (Dacos)		Nonius B	0,87	0,01	0,15	0,13	0,07	0,00
6506 Püspökladány Nonius-179 (Diadal)		Nonius B	4,14	0,03	0,74	0,43	0,33	0,01
Elek Nonius-122 (Egon)		Nonius B	3,46	0,02	0,50	0,39	0,30	0,01
3985 Fábriánsebestyén Nonius-198 (Főnix)	XLVII	Nonius C	4,16	0,03	0,74	0,47	0,43	0,01
4455 Nonius XXV-188 (Janus)	XI	Nonius C	2,3	0,02	0,50	0,33	0,29	0,01
4585 Báránd Nonius-200 (Kozák)		Nonius C	3,44	0,03	0,60	0,46	0,40	0,01
5262 Nonius XLVII-26 (Patron)		Nonius C	4,61	0,03	0,70	0,41	0,44	0,01
5368 Hortobágy Nonius-73 (Rosszpénz)	XV	Nonius C	4,24	0,04	0,91	0,54	0,45	0,01

Mén	Törzsmén szám	Vonal	Wright	Nonius Senior alapító	Nonius "A" XXIX (1880)	Nonius "B" XXXI (1880)	Nonius "C" XXXVI (1883)	Nonius "D" XLII (1847)
5651 Elek Nonius-163 (Tatár)		Nonius C	13,51	0,11	2,53	1,41	1,44	0,02
5661 Hortobágy Nonius-63 (Szamos)		Nonius C	4,35	0,04	0,83	0,51	0,47	0,01
5769 Nonius XII-149 (Vőfély)		Nonius C	2,72	0,01	0,37	0,22	0,23	0,00
5894 Hortobágy Nonius-81 (Zsiga)		Nonius C	0,35	0,00	0,10	0,10	0,06	0,00
5897 Nonius XII-147 (Vértes)		Nonius C	2,47	0,01	0,28	0,34	0,17	0,00
5898 Mezőhegyes Nonius-18 (Viking)		Nonius C	0,47	0,00	0,07	0,07	0,05	0,00
5899 Mezőhegyes Nonius-14 (Vezér)		Nonius C	3,37	0,03	0,63	0,51	0,35	0,00
6017 Nonius XII-130 (Zsoltár)		Nonius C	6,23	0,04	1,13	0,57	0,65	0,01
6018 Hortobágy Nonius-73 (Árnyas)		Nonius C	6,56	0,05	1,09	0,67	0,53	0,01
6020 Mezőhegyes Nonius-13 (Vándor)		Nonius C	2,79	0,02	0,50	0,42	0,28	0,00
6118 Ménfőcsanak Nonius-113 (Zafir)		Nonius C	1,8	0,01	0,33	0,29	0,18	0,00
6188 Hortobágy Nonius-62 (Ali)		Nonius C	10,31	0,08	1,35	0,88	0,82	0,01
6265 Nonius 37-27		Nonius C	2,43	0,00	0,02	0,01	0,03	0,00

Mén	Törzsmén szám	Vonal	Wright	Nonius Senior alapító	Nonius "A" XXIX (1880)	Nonius "B" XXXI (1880)	Nonius "C" XXXVI (1883)	Nonius "D" XLII (1847)
6296 Nonius XII-61 (Csendőr)		Nonius C	5,52	0,03	0,95	0,49	0,49	0,01
6501 Olaszfa Nonius-109 (Diadal)		Nonius C	0,66	0,01	0,10	0,10	0,07	0,00
Nonius XV-233 (Dongó)		Nonius C	6,35	0,05	1,25	0,69	0,64	0,01
Olaszfa Nonius-227 (Erdő)		Nonius C	5,82	0,04	1,03	0,58	0,57	0,01
Tolna Nonius-217 (Erik)		Nonius C	4,48	0,03	0,82	0,44	0,51	0,01
4628 Szilvásvárad Nonius-177 (Császáz)		Nonius D	2,39	0,02	0,45	0,25	0,20	0,00
5561 Nonius II-188 (Pákász)		Nonius D	9,61	0,12	1,52	0,91	1,05	0,04
5653 Szilvásvárad Nonius-121 (Tüzér)		Nonius D	8,3	0,09	1,21	0,60	0,83	0,02
5654 Szilvásvárad Nonius-120 (Tatár)		Nonius D	10,26	0,13	1,33	0,69	0,81	0,03
6015 Hajdúböszörmény Nonius-121 (Apolló)		Nonius D	17,3	0,22	1,78	1,09	1,01	0,05
6184 Hortobágy Nonius-74 (Bánk Bán)		Nonius D	5,57	0,05	0,89	0,48	0,44	0,01
6293 Balmazújváros Nonius-102 (Cinkos)		Nonius D	9,15	0,15	0,98	0,62	0,55	0,02
6295 Hajdúböszörmény Nonius-220 (Csatár)		Nonius D	5,3	0,08	0,86	0,43	0,49	0,02
Balmazújváros Nonius-259 (Elnök)		Nonius D	3,75	0,03	0,61	0,53	0,34	0,01

Az egyes genealógiai vonalakba tartozó furioso-north star ménék beltenyésztettsége és Furioso Senior valamint North Star Senior alapítóira, és a négy vonalalapítóra számított parciális beltenyésztettsége (%)

Mén	Törzsmén szám	Vonal	Wright	Furioso Senior alapító	North Star Senior alapító	Furioso "A" I (1850)	Furioso "B" X (1851)	North Star "A" IV (1899)	North Star "B" VI (1877)
5295 Furioso XXIX-8 (Bátor)	V	Furioso A	1,71	0,01	0,04	0,08	0,04	0,06	0,05
5659 Furioso XXVI-121 (Botond)	VI	Furioso A	6,28	0,05	0,18	0,40	0,17	0,36	0,29
5857 Furioso XXXIX-132 (King)		Furioso A	2,03	0,01	0,04	0,07	0,03	0,04	0,06
5859 Furioso XXXIX-142 (Ütköző)	IV	Furioso A	2,26	0,01	0,04	0,07	0,03	0,04	0,07
5940 Furioso XXII-9 (Gong)	III	Furioso A	3,26	0,02	0,06	0,18	0,06	0,12	0,11
3720 Furioso XX-73 (Havas-4)	XLI	Furioso B	3,42	0,03	0,16	0,32	0,13	0,20	0,28
3807 Hódmezővásárhely Furioso-27 (Szezám)		Furioso B	2,83	0,01	0,04	0,07	0,03	0,05	0,05
4890 Furioso-87 (Oszkár)		Furioso B	1,44	0,00	0,03	0,09	0,02	0,04	0,04
4896 Furioso XXVIII-20 (Hetyke)	XLV	Furioso B	5,28	0,04	0,15	0,30	0,13	0,26	0,26
5087 Furioso XXXII-45 (Futár)		Furioso B	3,79	0,02	0,08	0,19	0,07	0,14	0,13

Mén	Törzsmén szám	Vonal	Wright	Furioso Senior alapító	North Star Senior alapító	Furioso "A" I (1850)	Furioso "B" X (1851)	North Star "A" IV (1899)	North Star "B" VI (1877)
5266 Furioso XXXII-51 (Fillér)		Furioso B	3,78	0,02	0,07	0,18	0,07	0,14	0,14
5525 Furioso-22 (Tintás)	II	Furioso B	2,96	0,00	0,02	0,20	0,02	0,05	0,04
5667 Furioso-27 (Mendel)		Furioso B	6,95	0,03	0,12	0,23	0,10	0,23	0,19
5742 Furioso XLVIII-118 (Szinbád)		Furioso B	5,67	0,04	0,18	0,36	0,15	0,32	0,29
5815 Furioso XLII-101 (Napvirág)		Furioso B	4,8	0,03	0,11	0,23	0,09	0,20	0,17
6004 Furioso XLV-112 (Heves)		Furioso B	5,72	0,04	0,18	0,36	0,16	0,30	0,28
6008 Furioso XLIV-109 (Dália)		Furioso B	3,26	0,02	0,12	0,25	0,10	0,20	0,17
6710 Furioso XLII-103 (Cukorka)		Furioso B	2,94	0,01	0,04	0,08	0,03	0,07	0,05
6801 Furioso XLIV-101 (Üti)		Furioso B	4,06	0,03	0,14	0,29	0,12	0,23	0,20
4550 Nagycenk North Star-50	XVIII	North Star A	5,55	0,03	0,10	0,23	0,10	0,23	0,17
5621 North Star XIV-116 (Vító)		North Star A	3,21	0,02	0,08	0,28	0,07	0,15	0,12
5756 North Star XIV-7 (Kormos)	XIX	North Star A	4,54	0,01	0,03	0,18	0,03	0,07	0,05

Mén	Törzsmén szám	Vonal	Wright	Furioso Senior alapító	North Star Senior alapító	Furioso "A" I (1850)	Furioso "B" X (1851)	North Star "A" IV (1899)	North Star "B" VI (1877)
5759 North Star XIV-35 (Lándzsa)		North Star A	2,96	0,02	0,11	0,23	0,09	0,18	0,16
5760 North Star XIV-39 (Tövis)		North Star A	3,29	0,01	0,07	0,14	0,06	0,13	0,09
5865 North Star XIV-62 (Keve)		North Star A	4,53	0,01	0,04	0,18	0,03	0,07	0,04
5892 North Star XIV-63 (Tenkes)		North Star A	6,41	0,03	0,13	0,27	0,11	0,26	0,20
6038 North Star (Deli)		North Star A	1,58	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Hálával tartozom témavezetőmnek, **Dr. Posta János** egyetemi docensnek, aki az elmúlt években közös munkánk során végig türelemmel és nagy szakértelemmel állt mellettem és előre hajtott akkor is, amikor én nem éreztem, hogy képes vagyok rá.

Köszönöm szépen opponenseim **Prof. Dr. Nagy István** egyetemi tanár és **Dr. Gáspárdy András** egyetemi docens, segítő szándékú észrevételeit, melyek hozzájárultak a munkám javításához és az értekezés végleges formájához.

Köszönettel tartozom **Dr. Mihók Sándor** professzor úrnak önzetlen támogatásáért és szakadatlan szakmai iránymutatásaiért.

Szeretném megköszönni a fajták tenyésztő egyesületeinek, a **Gidrán Lótenyésztők Magyarországi Egyesülete**-nek (jogelőd: Kisbéri és Gidrán Lótenyésztő Országos Egyesület), a **Nonius Lótenyésztő Országos Egyesület**nek, és a **Furioso-North Star Lótenyésztő Országos Egyesület**nek, hogy hozzáférést biztosítottak az adataikhoz, felmerülő kérdéseimre válaszoltak.

Köszönöm **Dr. Komlósi István** professzor úr és az **Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola** bizalmát, hogy kívülről érkező hallgatóként is esélyt kaphattam.

Köszönöm illeti **Dr. Oláh János** tudományos főmunkatárs urat, amiért a képzési idő letelte után sem feledkezett meg rólam és napról-napra gazdagítja a juhtenyésztési ismereteimet.

Köszönöm az **irodatársaim**, a **tanszék**, a **barátaim** és a **családom** támogatását, sok erőt köszönhetek nekik.

Köszönöm párom **Kurucz Lajos** támogatását, aki végig mellettem állt az egyetemi évek hosszú útja során, amikor hol egymástól, hogy pedig együtt tanultunk, tanulunk.

Végezetül azoknak köszönöm, akik kételkedtek bennem. Végtelenül motivált, hiszen én megmondtam, de ti nem hittétek.

NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola keretében készítettem, a Debreceni Egyetem doktori (Ph.D.) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2023. augusztus 31.

.....

a jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy **Klein Renáta** doktorjelölt 2018–2022 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom.

Debrecen, 2023. augusztus 31.

.....

a témavezető aláírása