

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**LOVAK TENYÉSZÉRTÉKBECSLÉSE A DÍJUGRATÓ SPORTBAN
ELÉRT TELJESÍTMÉNY ALAPJÁN**

Készítette:

Rudiné Mezei Anita

doktorjelölt

Témavezető: Dr. Mihók Sándor C.Sc



DEBRECENI EGYETEM

Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

Debrecen

2015

TARTALOMJEGYZÉK

I.	A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI	3
	Célkitűzések.....	4
II.	A KUTATÁS MÓDSZEREI.....	5
III.	AZ ÉRTEKEZÉS FŐBB MEGÁLLAPÍTÁSAI.....	10
	Néhány leíró statisztikai adat a tenyésztékek megbízhatóságát befolyásoló tényezőkről	10
	A teljesítmény mérésére alkalmazott mérőszámok értékelése	10
	Genetikai paraméterek becslése	11
	Különböző nehézségi szinteken nyújtott teljesítmény értékelése	12
	Tenyésztékek bemutatása	13
	Sportversenyek eredményeinek értékelése random regresszióval	14
IV.	AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ, ILLETVE ÚJSZERŰ MEGÁLLAPÍTÁSAI.....	19
V.	AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA.....	20
VI.	PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN.....	21

I. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI

Napjainkban egyre nő az érdeklődés a tudományos módszerek iránt, hogy a tenyészcélban szereplő fontos jellemzők genetikai megalapozottsága ismerté váljon a lótenyésztésben is. Ennek a folyamatnak egyik állomása a tenyészértékbecslés módszere, aminek alkalmazásával mód nyílik az állatok előszelekciójára, a tenyésztésre leginkább alkalmas állatok kiválasztására.

A sportló szelekciója során direkt és indirekt szelekciós módszereket különböztetünk meg. A direkt módszerek az egyed teljesítményét mérik, az indirektek a teljesítménnyel valamilyen kapcsolatban lévő jellemzők becslése útján állnak elő. A direkt mérések a sportlovak esetében általában a lovassportokban (diszciplínákban) nyújtott teljesítményen alapulnak.

Ha egy egyedet tenyészteni szándékozunk, sikerre csak akkor számíthatunk, ha becslésre kerül az egyed populáció átlagához viszonyított genetikai értéke, ha ismerté válik a tenyészállat átörökítő képessége. Ennek kifejezője a becsült tenyészérték, ami azonban csak a vizsgált populáció viszonylatában igaz. Éppen ezért a lótenyésztésben is rendkívül fontos a különböző fajták, vagy akár a lovas- és lóversenysportok esetében szakáganként egy-egy állat tenyészértékét becsülni.

MIHÓK és mtsai (2009) a kutatási eredmények hasznosításának szükségességét hangsúlyozzák, ugyanis ennek elmaradása miatt egyre nehezebb az európai tudományos-, és gyakorlati életbe való partnerkénti bekapcsolódás. Arra az információra, amelyik a világon képződik, nagyon nagy szükség van, de nem lenne szabad lemondani ennek az információnak hazai kutatási eredményekkel való bővítéséről sem.

Magyarországon az elmúlt években több éves kutatási munka eredményeként került sor tenyészértékbecslési módszer kidolgozására POSTA és mtsai (2007b) által.

Az elvégzett vizsgálatok és azok eredményei abban kívánnak útmutatást nyújtani a tenyésztőknek, hogy a becsült genetikai paraméterek és tenyészértékek alapján segítsük a sikeres tenyész kiválasztást és a tudatosabb tenyésztésre való törekvést.

Célkitűzések

1. A hazai díjugratás szakági eredmények előkészítése értékelésre

- Az 1996–2011 közötti díjugrató szakági adatok összegyűjtése, és összeolvasztása egy adatbázissá.
- Származási adatok összegyűjtése.
- Tenyészértékek megbízhatóságát befolyásoló leíró statisztikai adatok bemutatása.

2. A hazai díjugrató szakágban versenyző sportlovak teljesítményének elemzése

- A teljesítmény vizsgálata különböző matematikai mérőszámokkal.
- A teljesítményt értékelő mérőszámokra illesztett modellek összehasonlítása, a megfelelő teljesítményt értékelő mérőszám kiválasztása.

3. Ugróteljesítményt értékelő tulajdonságok paraméterbecslése

- A legjobbaknak vélt értékmérő tulajdonságokra genetikai paraméterek becslése ismételtetőségi egyedmodellel.

4. Különböző verseny–nehézségi szinteken nyújtott teljesítmény értékelése

- Az eltérő nehézségi szinteken nyújtott teljesítmények közötti korreláció számítása.

5. Tenyészértékek bemutatása, a díjugrató szakági eredmények értékelése random regresszióval

- Tenyészértékbecslés a legjobbnak vélt teljesítmény mérőszámok alapján.
- A díjugratás szakági eredményekre legjobban illeszkedő random regressziós modell megtalálása.
- Genetikai paraméterek becslése random regressziós modellel.

II. A KUTATÁS MÓDSZEREI

A vizsgálatok alapjául szolgáló adatok a Magyar Lovassport Szövetség Díjugrató Szakágától származnak, amelyeket elektronikus formában (Microsoft Office Excel fájlok) bocsátottak rendelkezésemre. Az adatok az 1996 és 2011 közötti díjugratás szakági versenyek sporteredményét tartalmazták. A versenyszámok között Magyarországon rendezett versenyek eredményei, illetve magyar lovasok külföldi eredményei is szerepeltek.

Az adatok elemzéshez való előkészítése, szűrése, kódolása a Microsoft Office Access 2000 szoftverrel, és az ebben alkalmazott SQL nyelven írt programokkal történt. A rögzített adatok között megtalálható volt a ló neve, azonosítója (sportló azonosító és/vagy tenyésztési adatbázisban használt azonosító), ivara, lovasának neve, a verseny időpontja, versenyszám megnevezése, kapott hibapont, teljesített idő és az elért helyezés. A származási adatok összegyűjtésében az Országos Lótenyésztési Információs Rendszer (OLIR) nyújtott segítséget elektronikus formában. Azok a sportlovak, amelyek nem voltak rögzítve az országos nyilvántartási rendszerben, azok őseit sportló-nyilvántartásokból tudtam azonosítani. Az országba csak sportolási szándékból érkezett, csak regisztrált lovak származási adatait a Magyar Lótenyésztők Országos Szövetségétől megkértem, és a kutatási adatbázisba beépítettem.

A felépített pedigrét a PedigreeViewer programmal vizsgáltam meg, hogy van-e kör (egyed tévesen szerepel a felmenői között), vagy bármilyen nyilvánvaló hiba a származásban. Az elemzéshez felhasznált pedigrében négy generációra visszamenően végül 40142 ló szerepelt.

Az adatbázis közel 10 százaléka (37000 start) volt hibával vagy hiányosságokkal terhelt. Összesen sikerült javítanom és pótolnom 350 ló azonosítóját, 118 ló ivarát, 1310 lovas nevét, továbbá hiányzó helyszíneket, versenyszám típusokat és azok akadálymagasságait. A nem megfelelően rögzített adatok korrigálása után a pótolhatatlan adatok a teljes adatbázisnak mindösszesen 1%-át tették ki, melyeket töröltem. Így nem vettem figyelembe azokat a startokat, amikor a ló azonosítója hiányzott vagy ismeretlen volt a származása. Az adatbázisban végül 10199 ló 358342 startjának eredménye állt rendelkezésemre, amely a további vizsgálatok alapját képezte. A díjugratási teljesítmény mérésére alkalmazott mérőszámokban az elért helyezéseket, a versenyen indulók számát és a verseny nehézségi szintjét vettem alapul. Nyeremény

nem állt rendelkezésemre. A kapott hibapontokról és a teljesített időről nem volt minden esetben információ.

A REML módszer alkalmazásához a mérőszámokat különböző elemi függvényekkel transzformáltam, ugyanis a módszer alkalmazhatóságának feltétele az illesztett modell hibatagjainak normális eloszlása.

A mérőszámokra MRODE (1996) által javasolt ismételhetőségi egyedmodellt illesztettem. A tenyésztékbecslést megelőzően, az egyed teljesítményét befolyásoló környezeti hatások szignifikanciájának vizsgálatára egy megfelelően összetett statisztikai programcsomag alkalmazása szükséges, amelyre a SAS (SAS/STAT, 2003) szoftvert választottam. Az egyedmodellben figyelembe vett fix és véletlen hatások szignifikancia vizsgálatát a SAS PROC GLM eljárással végeztem el. A szignifikancia vizsgálat eredményeképp megállapítható, hogy az egyes hatások valóban befolyásolják –e a mért teljesítményt. A modellek illeszkedésének jóságát a determinációs együttható (R^2 érték) és RMSE értékek alapján hasonlítottam össze.

Elemzéseimben egyrészt vizsgáltam a verseny nehézségi szintjét, mint a teljesítményre ható fix hatást a modellbe építve. Másrészt az egyes nehézségi szintekkel súlyoztam a teljesítményt értékelő pontszámokat, így ezek a mérőszámok szélesebb skálán mozogtak, mint a nem súlyozott mérőszámok esetében. A magasabb versenyszinteken szereplő ló teljesítményét így nagyobb pontszámmal vettem figyelembe, az adatok szórása nőtt.

A nehézségi kategóriával nem súlyozott mérőszámokra az

$$Y_{ijklmno} = \mu + \text{Életkor}_i + \text{Ivar}_j + \text{Versenyév}_k + \text{Versenyhely}_l + \text{Nehézségi kategória}_m + \text{Lova}_n + \text{Perm}_o + \text{Egyed}_o + e_{ijklmno},$$

a nehézségi kategóriával súlyozott mérőszámokra az

$$Y_{ijklno} = \mu + \text{Életkor}_i + \text{Ivar}_j + \text{Versenyév}_k + \text{Versenyhely}_l + \text{Lova}_n + \text{Perm}_o + \text{Egyed}_o + e_{ijklno}$$

ismételhetőségi egyedmodellt alkalmaztam, ahol

$Y_{ijklmno}$, Y_{ijklno} = a ló eredményét értékelő pontszám

μ = a populációátlag, $e_{ijklmno}$, e_{ijklno} = a véletlen hiba értéke.

A modellben fix hatásként szerepelt az életkor, az ivar, a verseny év és a helyszín (a súlyozatlan modellben a verseny nehézségi szintje is), véletlen hatásként vettem figyelembe a lovast, az állandó környezeti hatást és az egyed hatását.

A versenyeket nehézségi szintjük szerint szakértők segítségével öt kategóriába soroltuk. A helyezéseket transzformáló mérőszámokat általánosított formában az 1. táblázat tartalmazza. A négyzetgyök és a logaritmus függvény szigorú monotonitása miatt a transzformált helyezés értékét egy „c” konstans számból vontam ki, amelyet BUGISLAUS és mtsai (2005) javaslata alapján úgy választottam meg, hogy a különbségek eredménye ne legyen negatív. Ezáltal egy ló minél jobb helyezést ér el, annál több pontot kap.

1. táblázat: A helyezéseken alapuló mérőszámok képzése különböző transzformációkkal

Négyzetgyök	Logaritmus	Inverz normális
$c - \sqrt{\text{helyezés}}$	$c - \log_a(\text{helyezés})$	$Y_j^i = \theta^{-1}\left(\frac{r_i - k}{N - 2k + 1}\right)$
$(c - \sqrt{\text{helyezés}}) * \text{kategória}$	$(c - \log_a(\text{helyezés})) * \text{kategória}$	$Y_j^i = \theta^{-1}\left(\frac{r_i - k}{N - 2k + 1}\right) * \text{kategória}$
$(c - \sqrt{\text{helyezés}}) * \text{kategória}^2$	$(c - \log_a(\text{helyezés})) * \text{kategória}^2$	$Y_j^i = \theta^{-1}\left(\frac{r_i - k}{N - 2k + 1}\right) * \text{kategória}^2$

Az inverz normális transzformáció esetén az

Y_j^i = a teljesítményt értékelő pontszám (az i. versenyen szereplő j. ló pontszáma)

r_i = az i. versenyen elért helyezés

N = a megfigyelések száma (adott versenyen indult lovak száma)

c, k = fix konstans érték

$\theta^{-1}(x)$ = a standard normális eloszlás inverzfüggvénye.

BLOM (1958) a k értéknek a $k=3/8$, TUKEY (1962) a $k=1/3$, és WAERDEN (1952) a $k=0$ értéket javasolta. Ezen pontszámok esetében egy ló teljesítményét nemcsak a helyezéssel, hanem az adott versenyen induló lovak számával is korrigáljuk.

A sportkarrier során addig elért dobogós helyezések számát, és arányát felhasználva további mérőszámokkal elemezhető a sportteljesítmény. A szakirodalomban fellelhető mérőszámokat a 2. táblázatban transzformáció típus szerint csoportosítottam, amelyeket szintén bevontam a vizsgálatba.

2. táblázat: A dobogós helyezéseken és a startok számán alapuló mérőszámok képzése transzformációkkal

Négyzetgyök, harmadik gyök	Logaritmus	Egyéb
$\sqrt{\text{dobogós helyezések aránya}}$	$\lg(\text{dobogós helyezések száma} + 1)$	dobogós helyezések száma évenként
$\sqrt{\text{dobogós helyezések száma}}$	$\ln\left(\frac{X + 0,5}{100,5 - X}\right)$ X=dobogós helyezések aránya*100	$\left(\frac{\text{dobogós helyezések száma}}{\text{startok száma}}\right)^{0,8}$
$\sqrt[3]{\text{dobogós helyezések száma}}$	$\lg(\text{startok száma})$	$\left(\frac{\text{dobogós helyezések száma}}{\text{startok száma}} * 100\right)^{0,8}$
$\sqrt[3]{\text{dobogós helyezések száma/év}}$		

A teljesítmény értékelésekor additív genetikai varianciát, állandó környezeti varianciát, lovas varianciáját és hibavarianciát becsültem. Ezeket a kovariancia komponenseket REML módszerrel számoltam, a VCE-6 szoftver alkalmazásával (GROENEVELD és mtsai, 2010). A becslésekhez a fentebb ismertetett lineáris vegyes modellt alkalmaztam. A becsült kovariancia komponensekből örökölhetőségi és ismételhetőségi értékeket becsültem.

Az eltérő nehézségű versenyszinteken nyújtott teljesítményt különböző tulajdonságként vizsgálva, fenotípusos és genetikai korrelációs értékeket becsültem a különböző versenyszintek között.

A tenyésztékek becslését a legjobb lineáris torzítatlan becslés (ismételhetőségi) egyedmodell (BLUP AM) módszerével végeztem a PEST szoftver (GROENEVELD és mtsai, 1990) felhasználásával. A becsült tenyésztékeket KOENEN (2005) útmutatása alapján 100-as átlaggal és 20-as szórással az alábbi képlet szerint transzformáltam át

$$T\acute{E}_{transzf} = 100 + \frac{T\acute{E}_o - \overline{T\acute{E}_o}}{\sigma_a} * 20$$

ahol

$T\acute{E}_{transzf}$ = a becsült tenyésztékekből transzformált tenyészték

$T\acute{E}_o$ = az eredeti becsült tenyészték

$\overline{T\acute{E}_o}$ = a referencia populáció eredeti becsült tenyésztékeinek átlaga

σ_a = a tulajdonság additív genetikai varianciájának négyzetgyöke.

Mindegyik tenyészték mellett becsültem az adott érték megbízhatósági értékét. A különböző teljesítmény mérőszámok alapján becsült tenyésztékeket Spearman-féle

rangkorrelációval elemeztem (SPEARMAN, 1904). A rangkorrelációval a tenyészmének tenyészérték szerinti sorrendje hasonlítható össze.

A random regressziós modellben a négy és tizenegy év közötti lovak közül azoknak az eredményeit vettem figyelembe, amelyeknek a vizsgált időtartamban legalább öt startjuk volt. Az így megszürt adatbázis 269598 sporteredményt tartalmazott. A legkedvezőbb három mérőszámra (Blom módszerrel normalizált és a kategóriával súlyozott helyezések, valamint a négyzetgyök és a 2-es alapú logaritmus alapú kategóriával súlyozott mérőszámokra) illeszttem random regressziós modellt. Az adatok hibavariációját nem tekinthető állandónak a vizsgálati időszakban (SCHAEFFER, 2004), ezért korcsoportokat alakítottam ki. A korosztályokon belül a hibavariációt konstansnak feltételeztem. Az életkort az évek alapján hat csoportra osztottam.

Az illesztéshez Legendre polinomot használtam. Az elemzésben alkalmazott random regressziós egyedmodell

$$Y_{ijkl}(t) = \mu + Ivar_i + Versenyév_j + Helyszín_k + Lovas_l + \sum_{n=1}^N t^n + \sum_{n=1}^N \alpha_0 \theta_n(q(t)) + \sum_{n=1}^N \gamma_0 \theta_n(q(t)) + e_{ijkl}$$

ahol

$Y_{ijkl}(t)$ = a ló teljesítményét értékelő pontszám

μ = a populációátlag

t = a napokban kifejezett életkor

$\theta_n(x)$ = a Legendre polinom

α_0 = a ló additív genetikai hatásának random regressziós együtthatója

γ_0 = az állandó környezeti hatás random regressziós együtthatója

$q(t)$ = a t paraméter -1 és 1 közé konvertált értéke

e_{ijkl} = a véletlen hiba értéke.

Az ivar, a versenyév és a helyszín fix hatásként, a lovas véletlen hatásként szerepelt a modellben. A random regressziós együtthatók variancia komponenseit REML módszerrel, a VCE-6 szoftverrel határoztam meg. A random regressziós együtthatók és a variancia komponensek alapján minden polinom esetén meghatároztam a sajátfüggvényeket és a hozzájuk tartozó sajátértékeket. A sajátérték mutatja meg a sajátfüggvény által leírt variancia nagyságát.

III. AZ ÉRTEKEZÉS FŐBB MEGÁLLAPÍTÁSAI

Néhány leíró statisztikai adat a tenyésztékek megbízhatóságát befolyásoló tényezőkről

Az 1996–2011 díjugró szakági eredményeket értékelve kiderült, hogy a lovak rövid ideig tartó sportkarrierje mellett a kevés lovankénti startszám jellemző. Ez a tény a becsülhető tenyésztékek megbízhatóságát, valamint a szelekció szakmai megalapozottságát csökkenti. A lovak közel kétharmada (67%) legfeljebb 3 évet tölt el a sportban, ami egy fiatal korban kezdő sportlónak nem ad esélyt képessége, későbbi teljesítménye kibontakoztatására. A lovak egyharmada kevesebb, mint 1 évig volt aktív a díjugró szakágban. A hazai díjugrástban résztvevő lóállományt értékelve, a számított átlagos versenyzési idő 3,14 év volt. A rövid ideig tartó sportpályafutás mellett a lovankénti átlagos startszám is kevés, 31,59. A lóállomány 80%–a 50–nél kevesebb starttal fejezi be sportpályafutását. A lovak sportban való kipróbálása okán javasolom minél hosszabb versenyzési időt és a lovankénti startok számának növelését, hogy kiegyenlítettebb és megbízhatóbb képet lehessen kapni a lovak valós teljesítményéről. Az információ többlet a jövőbeni eredményeket szolgálja, hogy azok még inkább elősegíthessék a sikeres tenyész kiválasztást és a tudatosabb tenyésztést.

A teljesítmény mérésére alkalmazott mérőszámok értékelése

A teljesítményt értékelő pontszámokra illesztett modellek közül jobbnak bizonyultak a nehézségi szinttel súlyozott mérőszámok modelljei, a nem súlyozott mérőszámok modelljeivel szemben (3. táblázat). A kategória négyzetével való súlyozás várakozásainkkal ellentétben nem eredményezett sokkal jobban illeszkedő modellt, mint a kategóriával való súlyozás. A verseny nehézségi szintjével súlyozott mérőszámokat tekintve, a négyzetgyök függvény és az inverz normális transzformációk jobb illeszkedést eredményeztek, mint a logaritmus függvény.

A dobogós helyezéseken alapuló teljesítmény mérőszámokra illesztett modellek jósága mindegyik esetben nagyon alacsony értéket eredményezett, így azok a teljesítmény értékelésére nem voltak alkalmasak.

3. táblázat: A vizsgált mérőszámokra illesztett modellek illeszkedésének összehasonlítása

Mérőszám	R²	R	RMSE
$15 - \sqrt{\text{helyezés}}$	0,18	0,42	1,30
$(15 - \sqrt{\text{helyezés}}) * \text{kategória}$	0,47	0,69	5,96
$(15 - \sqrt{\text{helyezés}}) * \text{kategória}^2$	0,46	0,68	26,71
$10 - \log_2(\text{helyezés})$	0,16	0,40	2,00
$(10 - \log_2(\text{helyezés})) * \text{kategória}$	0,43	0,66	0,70
$(10 - \log_2(\text{helyezés})) * \text{kategória}^2$	0,45	0,67	4,86
$3 - \lg(\text{helyezés})$	0,16	0,40	2,19
$(3 - \lg(\text{helyezés})) * \text{kategória}$	0,43	0,60	2,19
$(3 - \lg(\text{helyezés})) * \text{kategória}^2$	0,45	0,64	8,38
$5,5 - \ln(\text{helyezés})$	0,16	0,40	1,31
$(5,5 - \ln(\text{helyezés})) * \text{kategória}$	0,36	0,66	3,89
$(5,5 - \ln(\text{helyezés})) * \text{kategória}^2$	0,41	0,67	16,21
Blom pontszám+3	0,09	0,30	0,82
(Blom pontszám+3) * kategória	0,45	0,67	1,92
(Blom pontszám+3) * kategória ²	0,46	0,68	7,73
Tukey pontszám+3	0,09	0,30	0,83
(Tukey pontszám+3) * kategória	0,45	0,67	1,53
(Tukey pontszám+3) * kategória ²	0,47	0,69	7,61
Waerden pontszám+3	0,09	0,30	0,83
(Waerden pontszám+3) * kategória	0,45	0,67	1,52
(Waerden pontszám+3) * kategória ²	0,47	0,69	7,61

Genetikai paraméterek becslése

Mindegyik tulajdonság esetén (a külföldi szakirodalommal egybevágóan) szignifikáns és kicsi (0,02–0,07) örökölhetőségi értékeket, továbbá szignifikáns és kicsi, illetve közepes ismételhetségi értékeket (0,08–0,25) becsültem (4. táblázat). A kicsi örökölhetőségi és ismételhetségi értékek oka lehet egyrészt a tenyészméhenkénti kevés sportban teljesítő ivadék, a lovankénti kevés startszám, információhiány oldalági rokonok teljesítményéről, valamint a ló teljesítményét nagyon is befolyásoló nem konkrét környezeti tényezők jelenléte.

A nehézségi szinttel súlyozott tulajdonságokra nagyobb örökölhetőségi és ismételhetségi értékeket becsültem, több mint kétszeres értéket eredményeztek a nem

súlyozott mérőszámokra becsült értékeknél. A nehézségi szint, mint súlyzófaktor nem csak, hogy jobban illeszkedő modellt eredményezett, hanem növelte az örökölhetőségi és ismételhetőségi értékeket is. Tehát a verseny kategóriát érdemes súlyozásra használni, ahelyett, hogy a modellbe fix hatásként építenénk be.

A súlyozott mérőszámok esetében megnőtt a lovas és az állandó környezeti hatás teljesítményre gyakorolt hatása is, a fenotípusos variancia nagyobb hányadát magyarázzák. A maradéktag, vagyis azok a teljesítményt befolyásoló egyéb tényezők, amiket nem tudtam definiálni, ezáltal figyelembe venni, a modellben a fenotípusos varianciának túlnyomó részét képezi (60–85%).

További értékelésekre az alábbi mérőszámokat javaslom:

- $(15 - \sqrt{\text{helyezés}}) * \text{kategória}$
- $(10 - \log_2(\text{helyezés})) * \text{kategória}$
- $(\text{Blom} - \text{féle pontszám} + 3) * \text{kategória}$

4. táblázat: A vizsgált transzformációkkal átalakított mérőszámok esetében becsült variancia komponensek, örökölhetőségi és ismételhetőségi értékek

Mérőszám	h^2	R	lovas/ V_p	Állandó környezeti hatás/ V_p	Maradéktag (Hiba/ V_p)
$15 - \sqrt{\text{helyezés}}$	0,02 _(0,003)	0,09	0,06 _(0,003)	0,06 _(0,003)	0,85 _(0,003)
$(15 - \sqrt{\text{helyezés}}) * \text{kategória}$	0,07 _(0,006)	0,25	0,15 _(0,004)	0,18 _(0,006)	0,60 _(0,004)
$(15 - \sqrt{\text{helyezés}}) * \text{kategória}^2$	0,06 _(0,006)	0,23	0,12 _(0,004)	0,17 _(0,006)	0,65 _(0,004)
$10 - \log_2(\text{helyezés})$	0,02 _(0,003)	0,08	0,07 _(0,003)	0,06 _(0,003)	0,85 _(0,003)
$(10 - \log_2(\text{helyezés})) * \text{kategória}$	0,07 _(0,006)	0,23	0,12 _(0,003)	0,17 _(0,006)	0,64 _(0,004)
$(10 - \log_2(\text{helyezés})) * \text{kategória}^2$	0,05 _(0,006)	0,22	0,11 _(0,003)	0,17 _(0,005)	0,66 _(0,004)
Blom-féle pontszám+3	0,05 _(0,005)	0,13	0,05 _(0,002)	0,07 _(0,004)	0,83 _(0,003)
(Blom-féle pontszám+3) * kategória	0,07 _(0,006)	0,23	0,11 _(0,003)	0,16 _(0,006)	0,66 _(0,004)
(Blom-féle pontszám+3)*kategória ²	0,05 _(0,005)	0,22	0,11 _(0,003)	0,17 _(0,005)	0,67 _(0,004)

* V_p fenotípusos varianciát jelöli

Különböző nehézségi szinteken nyújtott teljesítmény értékelése

Az első négy nehézségi kategóriában nyújtott teljesítmények közötti genetikai korrelációk a logaritmikus és a négyzetgyök transzformációval nyert mérőszámok esetében közepesek és szorosak voltak ($r_g=0,48-1,00$). Szignifikáns ($P<0,05$) genetikai korrelációs értékeket az első három nehézségi szint között becsültem. A Blom

normalizálással képzett mérőszám alapján szoros genetikai korrelációs értékeket becsültem, és ez esetben mind a négy nehézségi szint között becsült genetikai korrelációs értékek szignifikánsnak ($P < 0,05$) bizonyultak. A nehézségi szintek közötti távolság növekedésével a korrelációs értékek minden mérőszám esetében csökkentek. A legnehezebb 5. nehézségi kategóriának a többi kategóriával való összehasonlítása a kevés elemszám miatt nem adott értelmezhető eredményeket, így a becsült korrelációs értékeket csak az első 4 nehézségi szintre ismertetem.

A fenotípusos korrelációk mindhárom mérőszám esetében laza ($r_f = 0,07-0,22$) összefüggést mutattak az egyes nehézségi szinteken nyújtott teljesítmények között. A nehézségi szintek közötti távolság növekedésével a fenotípusos korrelációk értékei is csökkentek.

Tenyészértékek bemutatása

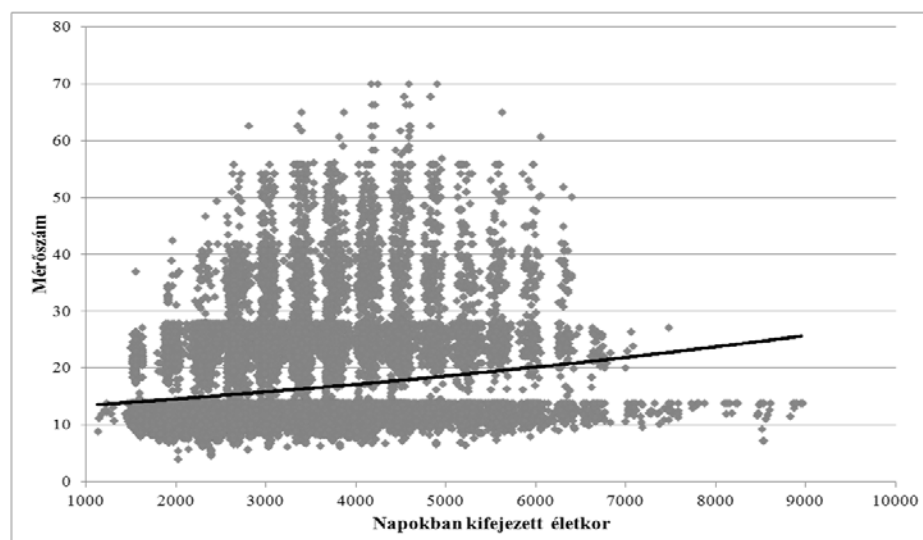
A három különböző transzformációval átalakított helyezések alapján becsült tenyészértékek között nagyon szoros ($r = 0,97 - 0,99$) rangkorrelációs értéket számítottam, tehát a három mérőszám esetében a mének sorrendje szinte azonos. A mének sorrendjét ún. tenyészérték stabilitási mutatóval vizsgálva, $0,78 - 0,88$ stabilitási értékeket eredményezett a három transzformáció típus. A legjobban illeszkedő mérőszám alapján, a vizsgálatban résztvevő 2350 apamén közül 35 mén esetében becsülhettem legalább $0,7$ megbízhatóságú tenyészértéket. A legkisebb ivadékszám e tenyészmenek esetében 27 volt. Az átlagtól legalább 1 szórásegységgel nagyobb (legalább 120 -as) tenyészértéket 12 mén esetében becsültem. Ezek közül 7 mén holsteini, 3 magyar sportló, 1 magyar félvér és 1 holland félvér fajtájú, amelyek sportban teljesítő ivadékszama 34 és 156 között változott. A legjobb 3 mén között a két holsteini ló mellett egy magyar sportló Ramzes III-80 Randi is helyett kapott, ami a díjugrató szakágra vetítve bizonyítja a magyar tenyésztésben lévő lehetőséget. Ezt azért is fontos hangsúlyozni, mert az utóbbi években az import tenyészmenektől származó egyedeket részesítik előnyben a díjugrató szakágban való kipróbálást illetően, a hazai tenyésztésű tenyészmenektől származó ivadékok helyett. Javaslom több hazai tenyésztésű tenyészmentől származó ivadék tesztelését a sportban. Hosszabb ideig tartó sportkarrier szükséges ahhoz, hogy még több lovat, tenyészment megbízhatóan értékelhessünk, és, hogy a mének szigorúbb szelekciója, ezáltal a tenyésztésbeli előrelépés megvalósulhasson.

Tájékoztató jelleggel közlöm a 0,6 – 0,69 megbízhatósági értékek mellett becsült tenyészértékű méneket is. Az átlagtól 2 szórásegységgel nagyobb tenyészértékeket 6 mén esetében eredményezett a vizsgálat. Az átlagértéket legalább 1 szórásegységgel meghaladó (legalább 120-as) tenyészértékű 34 mén közül 9 magyar tenyésztésű (5 magyar sportló, 2 mezőhegyesi sportló, 1 magyar félvér, 1 kisbéri félvér). A megbízható (0,7 fölötti) és a tájékoztatásul közölt (0,6–,069 megbízhatósági értékű) tenyészértékek közül a legnagyobb értéket elérő Cassini II és Cassini I édestestvérek (apa Capitol I, anya Wisma).

Sportversenyek eredményeinek értékelése random regresszióval

A varianciakomponensek és a sajátértékek vizsgálata során mindhárom mérőszám esetében az elsőfokú Legendre polinom (LP 1) bizonyult a legjobban illeszkedőnek. A random regressziós modellnek az eredményei mindhárom mérőszámra hasonlóan alakultak, ezért a továbbiakban csak a kategóriával súlyozott négyzetgyökös átalakítással kapott mérőszámra vonatkozó számításokat mutatom be.

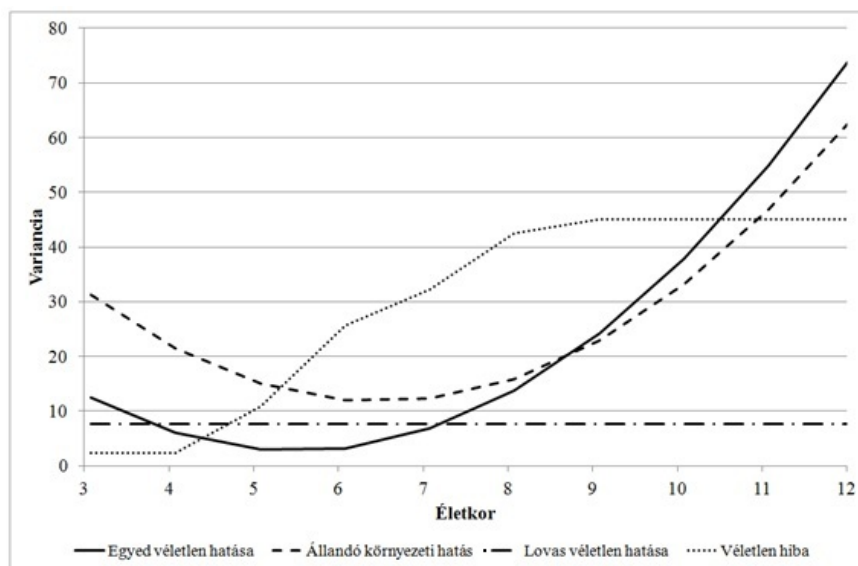
Az életkor előrehaladtával a teljesítményt értékelő pontszámok nőttek, az idősebb lovak átlagosan egyre nagyobb pontszámot értek el (1. ábra). Az átlagtól 2 szórás (szórásérték = 9,46) egységnyivel nagyobb pontszámot először 5 és fél éves korban, az átlagtól 3 illetve 4 szórás egységgel nagyobb pontszámot 7 és fél éves kortól mutattak a lovak.



1. ábra: A négyzetgyökös átalakítással kapott mérőszám és az életkor kapcsolata

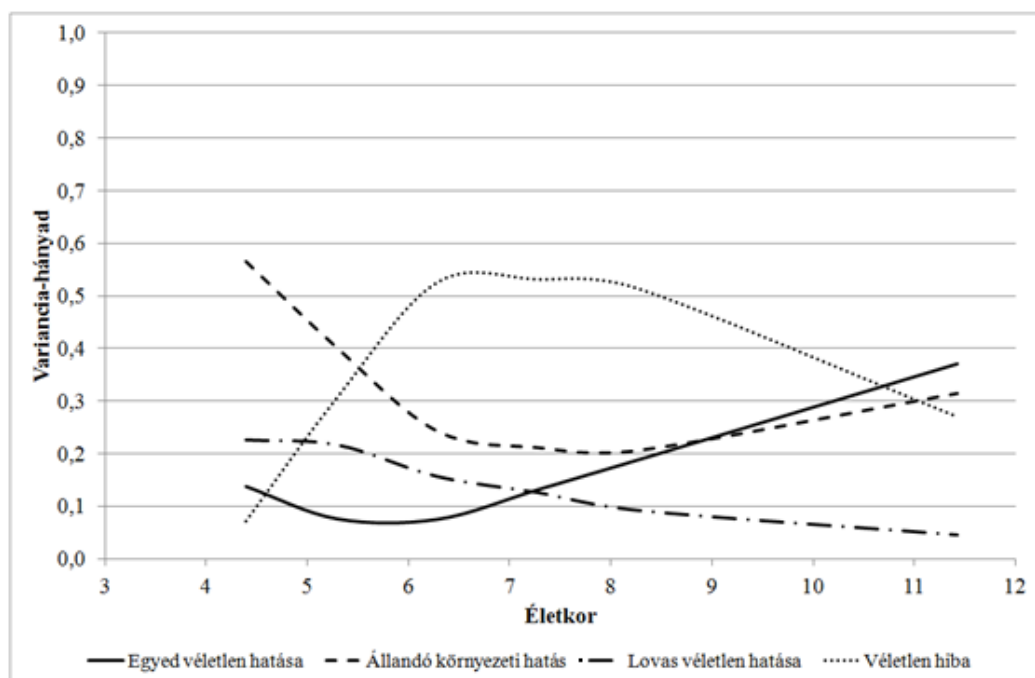
A legnagyobb pontszámokat, azaz a legjobb teljesítményt (átlagtól 5 szóráségségnyivel több értékeket) 9 éves kortól 13,5 éves korig érték el a lovak, összhangban a külföldi szakirodalommal.

Hat éves kor után a genetikai variancia folyamatosan nőtt, tehát egyre inkább megmutatkozott a lovak közötti genetikai képesség különbsége (2. ábra). A lovas véletlen hatására homogén varianciát becsültem, mértéke 7,63 volt. Az állandó környezeti hatás varianciája 6 éves korig csökkent, és 6–7 éves korban volt a legkisebb. Ez indokolható azzal is, hogy egy 4–5 éves korban sportba kerülő, sportpályafutását kezdő ló, 1–2 év alatt tapasztalatot szerez a legkönnyebb szintű versenyeken, a trenírozásnak köszönhetően fejlődik, kitapasztalja a versenyek környezeti hatásait, kevésbé reagál a különféle ingerekre, ezáltal a környezeti hatás variabilitása csökken. Az állandó környezeti hatás varianciája 7 éves kortól folyamatosan nőtt, amire utalhat az is, hogy az egyre nehezedő kategóriákban nagyobb változékonyság tapasztalható a lovakat ért addigi ingerekben (tapasztalat, felkészültség, egészségi állapot). A hiba varianciáját az évben kifejezett életkor szerinti korcsoportokra számítottam. A hibavariancia értéke is folyamatosan nőtt az értékelt korcsoportok között, 9 éves kortól már változatlan maradt, állandó értéket vett fel. Ez mindenképpen arra utal, hogy az életkor előrehaladtával a lovak sportteljesítménye közötti különbségeket egyre inkább olyan összetevők is befolyásolják (pl. menedzselés, felkészítés), amelyekre a mostani vizsgálatom nem terjedhetett ki.



2. ábra: A random regressziós modell (LP 1) négyzetgyökös átalakítással kapott mérőszámra becsült varianciái az életkor függvényében

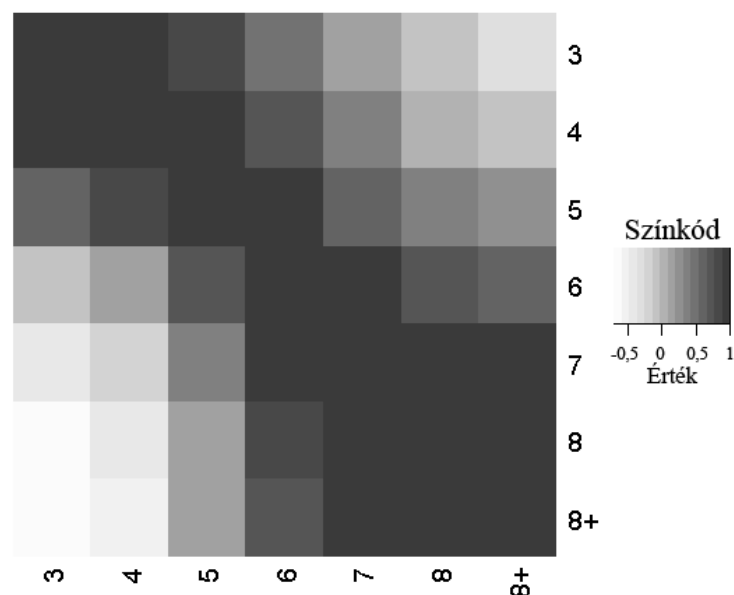
Az örökölhetőségi érték 6 éves kortól folyamatosan nőtt, értéke $h^2 = 0,08$ és $0,37$ között változott (3. ábra). A lovak 7,5 éves korától kezdve az egyed hatása a saját teljesítményére nagyobb volt, mint a lovas hatása. Az egyednek 9,5 éves korától nagyobb szerepe volt a teljesítmény kimenetelében, mint az állandó környezeti hatásnak. Minél magasabb szinten teljesített egy ló a díjugrató szakágban, teljesítményét annál inkább a genotípus határozta meg és arra egyre kevesebb hatása volt a lovasnak, persze egy adott lovas képzettségi szint felett! Az örökölhetőségi érték a hibára becsült varianciarányát a lovak 11 éves kora körül haladta meg. Az egyre idősödő korosztályokban egyre nagyobb örökölhetőségi értékeket becsültem. A lovas véletlen hatásának a teljes fenotípusos variancián belüli aránya ezzel ellentétben, kis mértékben, de folyamatosan csökkent. Az állandó környezeti hatás varianciarányada 7–8 éves korban volt a legkisebb, míg a véletlen hibára becsült varianciarányadok épp ebben az életkorban voltak a legnagyobbak. Ezekben a korosztályokban tapasztaltam leginkább, hogy a teljesítményt olyan tényezők befolyásolják, amelyeket nem tudtam figyelembe venni (nem volt információ) a teljesítményt leíró modellben. A véletlen hiba varianciarányada 8 éves kortól csökkent, míg az állandó környezeti hatásra becsült varianciarányada épp ekkortól kezdve újra nőtt.



3. ábra: A random regressziós modell (LP 1) négyzetgyökös átalakítással kapott mérőszámra becsült varianciarányadai az életkor függvényében

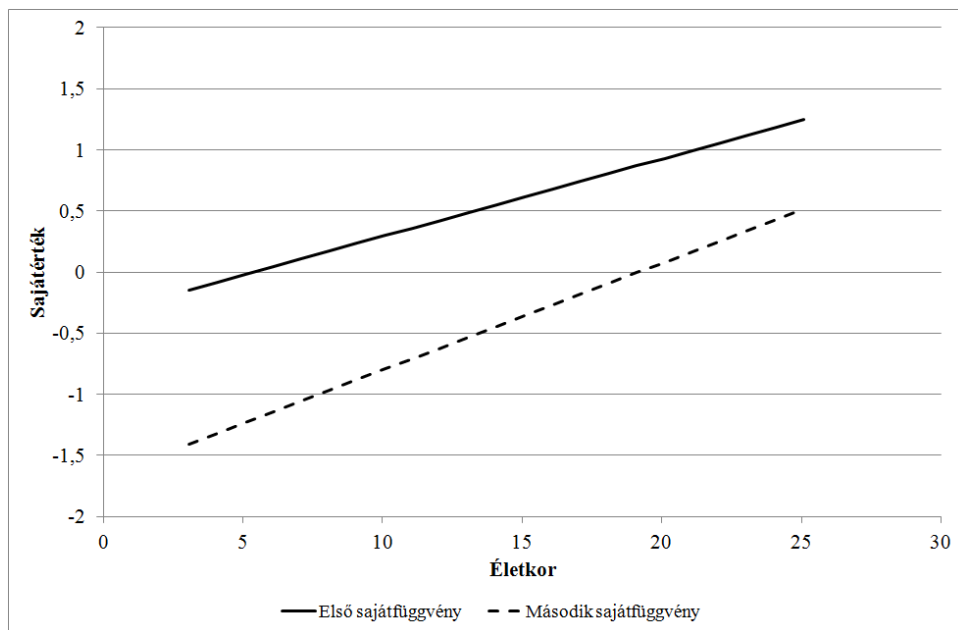
Tehát a tapasztaltabb 8 éves korosztálytól egyre inkább megfoghatóbbá (definiálhatóbbá) válnak a teljesítményt befolyásoló tényezők a hiba varianciarányának csökkenésével; az állandó környezeti hatás szerepe (edzettség, egészségi állapot) megnő a sportbeli eredmény kimenetelében, a csúcsteljesítmény megmutathatóságában.

A szomszédos korcsoportok között igen szoros genetikai és fenotípusos korreláció figyelhető meg (4. ábra). Az egyes korcsoportok közötti genetikai és fenotípusos korreláció az életkor előrehaladtával folyamatosan csökkent. A korai életkorban és a vizsgált időszak utolsó harmadában mutatott teljesítmények között negatív genetikai korreláció figyelhető meg. A genetikai korreláció értékeihez hasonlóan a korai és késői életkorból származó sporteredmények közötti fenotípusos korreláció értéke is laza összefüggést mutat. Egy pályafutását fiatalon, 4–5 éves korban, bár gyengébb teljesítménnyel kezdő sportló egyáltalán nem selejtezésre való, a későbbi sportteljesítményre a 7–8 éves életkorban nyújtott teljesítmény alapján következtethetünk nagyobb biztonsággal. A 7–8 éves korban nyújtott teljesítmény nagyon szoros korrelációban áll az ennél idősebb korban nyújtott teljesítménnyel, míg a 6 éves korban nyújtott teljesítmény közepes korrelációs értéket mutat. Ugyanez igaz a becsült genetikai korrelációs értékekre is.



4. ábra: A különböző életkorban elért sporteredmények közötti genetikai (átló fölött) és fenotípusos (átló alatt) korrelációk a négyzetgyökös átalakítással kapott mérőszámra

Az első sajátfüggvény hatéves kortól pozitív (5. ábra), tehát a sportteljesítmény alapján történő eredményes kiválasztáshoz szükséges mennyiségű sporteredmény összegyűjtéséhez legalább két év versenyzési idő szükséges egy pályafutását 4 évesen kezdő ló esetében, a jelenlegi versenyeztetési gyakorlat szerint. Az első sajátérték a teljes variancia 99%-át magyarázza. A második sajátfüggvény a variancia mindössze 1%-áért felelős, ami nem teszi indokolttá magasabb rendű polinomok felhasználását az elemzés során.



5. ábra: A random regressziós modellben (LP 1) a négyzetgyökös átalakítással kapott mérőszámra az egyed véletlen hatásának sajátfüggvényei

IV. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ, ILLETVE ÚJSZERŰ MEGÁLLAPÍTÁSAI

A dolgozatomban elvégzett elemzések eredményeiből az alábbi új tudományos eredmények állapíthatók meg:

- I. A hazai 1996–2011 közötti díjugratás szakági eredményeket értékelve az elért helyezések négyzetgyök és logaritmus függvényrel való transzformációja alkalmas mérőszámok a Blom–féle pontszámok mellett a teljesítmény mérésére.
- II. A verseny nehézségi szintjét érdemes súlyzófaktoroként használni a teljesítményt értékelő mérőszám számításában, ahelyett, hogy a modellben – fix hatásként tekintve – vennénk figyelembe.
- III. Az 1996–2011 közötti időtartamban fellelhető díjugrató szakági sporteredményekre szignifikáns és kicsi ($h^2 = 0,02–0,07$) örökölhetőségi értékek, továbbá szignifikáns és kicsi, illetve közepes ismételhetségi értékek ($R = 0,08–0,25$) jellemzők.
- IV. A két legkönnyebb, az 1–es és 2–es, valamint 2–es és 3–as nehézségi szintű versenyek eredményei összevonhatók, ugyanazon tulajdonságként kezelhetők. A 7–8 éves korban nyújtott teljesítmény nagyon szoros korrelációban áll az ennél idősebb korban nyújtott teljesítménnyel. A sportteljesítmény alapján történő eredményes kiválasztáshoz legalább két év versenyzési idő szükséges egy sportpályafutását 4 évesen kezdő sportló esetében.

V. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

- I. A Magyar Sportlótenyésztők Országos Egyesülete, mint fajtafenntartó a tenyésztési programjában hasznosíthatja a kapott eredményeket. A díjugratás szakági versenyeken nyújtott ivadékteljesítmény alapján becsült mének tenyészértékei útmutatást nyújtanak a jobb mének kiválasztásában, és különösen azok megbecsülésében. A külföldi tenyésztésű tenyészménektől származó ivadékok helyett több hazai tenyésztésű tenyészméntől származó ivadékot kellene tesztelni a sportban, hogy több magyar fajtájú tenyészménről nyerhessünk megbízható információt. A kutatási eredmények az ex situ génmegőrzésre is adnak javaslatot.
- II. A 7–8 éves korban nyújtott teljesítmény alapján nagyobb biztonsággal következtethetünk a későbbi életkorban nyújtott teljesítményre, a becsült szoros korrelációs értékek alapján, míg a 6 éves korban nyújtott teljesítmény még nem alkalmas a jövőbeni teljesítmény előrejelzésére. A sportteljesítmény alapján történő eredményes kiválasztáshoz legalább két év versenyzési idő szükséges egy sportpályafutását 4 évesen kezdő sportló esetében a jelenlegi versenyeztetési gyakorlat szerint.
- III. A díjugrató szakági teljesítmény mérésére és értékelésére alkalmasak a kutatásban vizsgált ismételhetőségi egyedmodellek és random regressziós modellek. A gyakorlatban a random regressziós modellek alkalmazását javaslom, ugyanis ezekkel a modellekkel jobban érzékeltethetők az egyedek közötti genetikai különbségek.

VI. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR



Nyilvántartási szám: DEENK/158/2015.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Rudiné Mezei Anita
Neptun kód: SIG3C3
Doktori Iskola: Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10048212

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű könyv(ek) (1)

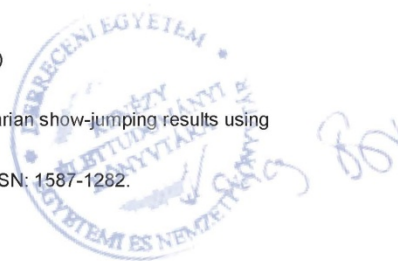
1. Posta J., **Rudiné Mezei A.**, Mihók S.: Sportlovak díjugratási sporteredményeinek értékelése:(az OTKA PD83885 posztdoktori kutatási pályázat keretében elvégzett kutatás eredményei 2011-2013). DE AGTC Állattenyésztéstani Tanszék, Debrecen, 88 p., 2013. ISBN: 9786155183997

Magyar nyelvű tudományos közlemény(ek) hazai folyóiratban (2)

2. Posta J., **Rudiné Mezei A.**, Mihók S.: A díjugrató sportban különböző nehézségi szinteken nyújtott sportteljesítmények értékelése.
Anim. Welf. Etol. Tartástechnol. 9 (3), 294-299, 2013. ISSN: 1786-8440.
3. **Mezei A.**: Lovak tenyésztékbecslése a díjugrató sportban elért teljesítmény alapján:(Irodalmi áttekintés).
Állatteny. Takarm. 60 (2), 185-196, 2011. ISSN: 0230-1814.

Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) hazai folyóiratban (2)

4. **Rudiné Mezei, A.**, Posta, J., Mihók, S.: Evaluation of Hungarian show-jumping results using different measurement variables.
Agrártud. Közl. [Debrecen]. 2013 (53), 81-85, 2013. ISSN: 1587-1282.



Cím: 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. □ Postacím: 4010 Debrecen, Pf. 39. □ Tel.: (52) 410-443
E-mail: publikaciok@lib.unideb.hu □ Honlap: www.lib.unideb.hu



5. **Rudiné Mezei, A.**, Posta, J., Mihók, S.: Random regression models for genetic evaluation of performance of the Hungarian show-jumping horse population.
Agrártud. Közl. 59, 87-91, 2014. ISSN: 1587-1282

Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) külföldi folyóiratban (1)

6. **Rudiné Mezei, A.**, Posta, J., Mihók, S.: Comparison of Different Measurement Variables Based on Hungarian Show Jumping Results.
Ann. Anim. Sci. 15 (1), 177-183, 2015. ISSN: 1642-3402.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/aoas-2014-0063>
IF:0.613 (2014)

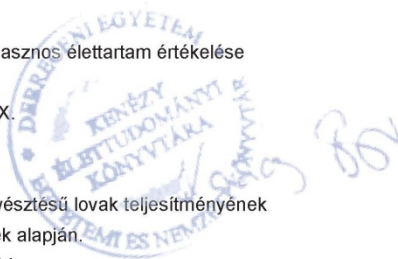
Magyar nyelvű konferencia közlemény(ek) (2)

7. Posta J., **Rudiné Mezei A.**, Mihók S.: A díjugratásban nyújtott teljesítményt értékelő különböző matematikai átalakítások összehasonlítása.
Az LV. Georgikon Napok elektronikus kiadványa 55, 41-50, 2013.
8. Posta J., **Mezei A.**, Mihók S.: Nehézségek a díjugratási sporteredmények számtan-statisztikai értékelésekor:(előtanulmány)..
Az LIII. Georgikon Napok elektronikus kiadványa 53, 595-601, 2011.

További Közlemények

Magyar nyelvű közlemény(ek) hazai folyóiratban (3)

9. Posta J., **Rudiné Mezei A.**, Mihók S.: Díjugrató sportban a hasznos élettartam értékelése különböző mérőszámokkal.
Magy. Állatorv. L. 135 (1), 7-11, 2013. ISSN: 0025-004X.
IF:0.185
10. **Rudiné Mezei A.**, Posta J., Mihók S.: Hazai és külföldi tenyésztésű lovak teljesítményének összehasonlítása a díjugrató sportban elért eredmények alapján.
Állatteny. Takarm. 62 (1), 57-69, 2013. ISSN: 0230-1814.





11. **Mezei A.**, Posta J., Mihók S.: Saját- és ivadéktelejesítmény vizsgálat a military sportban.
Agrártud. Közl. 48, 49-56, 2012. ISSN: 1587-1282.

Idegen nyelvű közlemény(ek) külföldi folyóiratban (1)

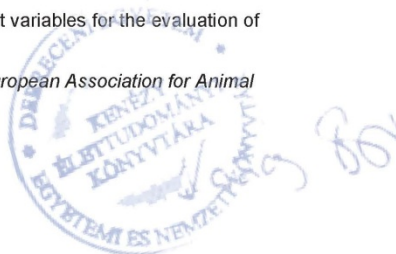
12. Posta, J., **Rudiné Mezei, A.**, Mihók, S., Mészáros, G.: Evaluation of the length of competitive life in Hungarian sporthorses.
J. Anim. Breed. Genet. 131, 529-535, 2014. ISSN: 0931-2668.
IF:1.566

Magyar nyelvű konferencia közlemény(ek) (2)

13. Posta J., **Mezei A.**, Mihók S.: A díjugrató sportban hasznos élettartam értékelése matematikai mérőszámokkal a magyarországi díjugrató lóállományban.
Az LIV. Georgikon Napok elektronikus kiadványa 54, 405-410, 2012.
14. **Rudiné Mezei A.**, Posta J., Mihók S.: Az import és hazai tenyésztésű lovak értékelése a díjugrató sportban elért teljesítmény alapján.
Az LIV. Georgikon Napok elektronikus kiadványa 54, 411-419, 2012.

Idegen nyelvű absztrakt kiadvány(ok) (4)

15. Posta, J., **Rudiné Mezei, A.**, Mihók, S.: Transformed variables for the genetic evaluation of the competition performance of jumping horses.
Book of abstracts of the 64rd Annual Meeting of the European Association for Animal Production 19, 358, 2013.
16. Posta, J., **Mezei, A.**, Mihók, S.: Mathematical measurement variables for the evaluation of durability of Hungarian Show-jumping horses.
Book of abstracts of the 63rd Annual Meeting of the European Association for Animal Production 18, 35, 2012.





17. Posta, J., **Mezei, A.**, Mihók, S.: Genetic evaluation of competition years, as a kind of measurement of durability in Hungarian show-jumping horses.
Proceedings of the 2nd International Equine Science Meeting 2, 51, 2012.

18. **Mezei, A.**, Posta, J., Mihók, S.: Analysis of eventing competition results of Hungarian Sporthorses.
Proceedings of the 2nd International Equine Science Meeting 2, 48, 2012.

Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikk(ek) (3)

19. Mihók S., Posta J., **Mezei A.**: A tenyésztétkbecslés jelentősége a sportlovak értékelésében és genetikai előrehaladásában 1. rész.
Lovas. Élet. XIII (2), 40-41, 2012. ISSN: 1419-5526.

20. Mihók S., Posta J., **Mezei A.**: A tenyésztétkbecslés jelentősége a sportlovak értékelésében és genetikai előrehaladásában 2. rész.
Lovas. Élet. 8 (3), 37-39, 2012. ISSN: 1419-5526.

21. **Mezei A.**, Posta J.: Nemzetközi tudományos lovas konferencia 2012.
Lovas nemz. 18 (5), 16-17, 2012. ISSN: 1416-2377.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 2,364

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapján szolgáló közleményekre): 0,613

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

Debrecen, 2015.08.17.

