

MTA DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**KVANTITATÍV GENETIKAI VIZSGÁLATOK
MULTIPARA ÁLLATFAJOKBAN**

DR. NAGY ISTVÁN
Ph.D., mezőgazdaságtudomány

KAPOSVÁR
2016

1. BEVEZETÉS

A kvantitatív genetika módszereit az állattenyésztők több évtizede folyamatosan alkalmazzák annak érdekében, hogy a vizsgált állományban az aktuálisan javítandó tulajdonságokban (tenyészcél) generációról generációra a lehető legnagyobb előrehaladást lehessen elérni. Állatnemesítési szempontból az elmúlt évszázad vélhetően legjelentősebb teljesítménye volt a Legjobb Lineáris Torzítatlan Becslés (Best Linear Unbiased Prediction, BLUP) módszer kidolgozása, melynek segítségével a tenyészcél alapján legjobb egyedek az adott állományban hatékonyan kiválogathatók. Annak ellenére, hogy a BLUP módszert Charles Henderson már az 1970-es években kidolgozta, a gyakorlati alkalmazása csak az 1990-es évektől vált lehetségessé, ugyanis ekkora készültek el a hozzá szükséges szoftverek. A módszer elterjedésével a BLUP szinte valamennyi gazdasági állatfaj esetében a szelekció legfontosabb eszközévé vált, azonban a nem kellő körülményekkel végzett BLUP tenyészérték alapú szelekciónak kedvezőtlen hatásai is lehetnek. Ilyen például a genetikai variabilitás jelentős csökkenése, a beltenyésztési együttható, illetve beltenyésztési ráta gyors emelkedése, valamint az ezzel gyakran együtt járó beltenyésztéses leromlás.

1.1 Előzmények

Kutatómunkám során az 1990-es évek közepétől kezdtem foglalkozni a kvantitatív genetika állattenyésztési alkalmazásával. PhD hallgatóként a magyar merinó állományt elsőként értékeltem egyedmodell alkalmazásával (Nagy és mtsai, 1999a). A PhD fokozat megszerzését (Nagy, 2000) követően 2000-től a hazai fajtatiszta sertésállományok majd 2004-től ezzel párhuzamosan a Pannon Nyúltenyésztési Programban szereplő nyúlajták genetikai értékelését végzem. A sertés-tenyésztésben BLUP módszerrel kapcsolatos kutatásaink összességében eredményesek voltak, hiszen Magyarországon 2008 január elsejétől a teljesítményvizsgálatok értékelését hivatalosan BLUP módszer alapján végzik. A Pannon Nyúltenyésztési Program keretében a világon egyedülálló módon az izom (húsmennyiség) növelésére végzünk szelekciót a Kaposvári Egyetemen nemesített Pannon fehér és Pannon nagytestű fajtákban. A Pannon Ka, a Pannon fehér és Pannon nagytestű nyúlajtáknak a tenyésztési programjában a tenyészértékbecslésért vagyok felelős, ezen kívül nemesítőként vettem részt a Pannon nagytestű nyúlajta létrehozásában.

1.2 Célkitűzés

Az értekezéshez kapcsolódó kvantitatív genetikai vizsgálatok céljai az alábbiak voltak:

- Különböző modellvariációk kidolgozása és összehasonlítása a hazai fajtatiszta és keresztezett sertésállományok, valamint a Pannon Nyúltenyésztési Programban szereplő nyúlajták szelekciós kritérium (szaporasági, növekedési, vágási, illetve húsmínőségi) tulajdonságaira nézve.
- A modellvariánsok alapján a vizsgált állományokra, illetve tulajdonságokra genetikai paraméterek, tenyészértékek, illetve genetikai trendek becslése.
- A Pannon fehér nyúlajtában végzett szelekció populációszerkezetre kifejtett hatásának értékelése pedigreanalízis alapján.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. Vizsgált állományok, értékelt tulajdonságok

2.1.1. Sertésállományok reprodukciós értékmérő tulajdonságai

A reprodukciós teljesítményt jellemző adatokat a szaporasági és felnevelési teljesítmény vizsgálat (SZFTV) keretében a Magyar Fajtatiszta Sertést Tenyésztők Egyesülete 90 tenyészetben gyűjtötte 2004 és 2014 között. A vizsgálatba magyar nagy fehér hússertés koca, magyar lapálysertés koca, valamint a magyar nagy fehér hússertés és magyar lapálysertés fajták keresztezésből született F1-es koca 230766 fialási adatát vontam be. Az értékelt kocák származását tartalmazó pedigrében összesen 93592 egyed volt. A vizsgálati egyedek elhelyezése, takarmányozása az SZFTV vizsgálatra vonatkozó előírásoknak megfelelően történt, melyeket a Sertés Teljesítményvizsgálati Kódex (MFSE, 2013) rögzít. Az értékelt tulajdonságok az alábbiak voltak: élve született malacok száma, nevelt malacok száma (a laktáció 28. napján), átlagos alomsúly (a laktáció 28. napján) és az alomsúly (a laktáció 28. napján).

2.1.2. Nyúlállományok reprodukciós, növekedési és vágási értékmérő tulajdonságai

A Kaposvári Egyetem Kísérleti Nyúltelepén a Pannon nyúltenyésztési program keretében gyűjtött reprodukciós, növekedési és vágási teljesítményt jellemző adatokat értékeltem, a Pannon fehér és a Pannon nagytestű nyúlfajtákra. A vizsgált periódus a Pannon fehér nyulak esetében 1992-2014, a Pannon nagytestű nyulaknál 2005-2014 volt. Az értékelt Pannon fehér és Pannon nagytestű egyedek származását rögzítő pedigrében összesen 125645, illetve 31567 egyed volt. Az értékelt tulajdonságok az alábbiak voltak: átlagos napi súlygyarapodás (5 és 10 hetes korban mért testsúlyok alapján), combizom-térfogat (11-12 Computer tomográf felvétel alapján, a csípőlapát és a térdízület között teljes átfedéssel, 10 mm-es szeletvastagsággal) és a 21 napos alomsúly.

2.1.3. Pannon fehér nyúlállomány reprodukciós, értékmérő tulajdonságai

A vizsgálat keretében a beltenyésztéses leromlás meghatározásához az 1992-2014 között született Pannon fehér nyulak szaporasági adatait értékeltem 1992 és 2016 között. A pedigré megegyezett a 2.4. pontban megadottakkal.

2.2. Statisztikai analízis

2.2.1. Sertésállományok reprodukciós értékmérő tulajdonságainak leíró statisztikai jellemzése

A fialási adatok fajtánkénti és tenyészetenkénti eloszlását az 1. táblázatban adtam meg.

1. táblázat – Fialási adatok (2004-2014) megoszlása

Fajta/konstrukció megnevezése	Tenyészet	Koca	Fialás
magyar nagy fehér hússertés (MNF)	63	40431	133604
magyar lapálysertés (ML)	29	14608	51025
F1 (MNF × ML)	53	17679	46137
Összesen	90	72718	230766
MNF és ML	10		
MNF és F1	38		
ML és F1	13		
MNF, ML és F1	6		

Az 1. táblázat, alapján az értékelt fialások eloszlása egyetlen vizsgált faktorra nézve sem mutatott egyenletes eloszlást. A fialások több mint 50%-át a magyar nagy fehér hússertések adták (1. táblázat). A magyar lapálysertések és az F1-es kocák fialásai a vizsgált adatbázisban hasonló nagyságrendet képviseltek (1. táblázat). A statisztikai analízishez az R-Project szoftvert, illetve a szoftver kiegészítő csomagját (R-Commander) használtam.

2.2.2. Nyúlállományok reprodukciós, növekedési és vágási értékmérő tulajdonságainak leíró statisztikai jellemzése

A vizsgált értékmérő tulajdonságok leíró statisztikáit a 2. táblázatban közöltem.

2. táblázat – A vizsgált tulajdonságok leíró statisztikai jellemzői

Fajta	Tulajdonság	Elemszám	Átlag	Szórás
Pannon fehér	SÚLY	6369	2,61	0,21
	SGY	125511	40,9	7,40
	COMB	6369	334	37,8
	NF21	18973	7,42	1,56
	KOR21	18973	20,8	0,81
	AL21	18973	2,65	0,66
Pannon nagytestű	SÚLY	4967	2,97	0,23
	SGY	31366	48,8	7,68
	COMB	4967	374	41,9
	NF21	3356	7,37	1,38
	KOR21	3356	20,8	0,72
	AL21	3356	2,74	0,64

SGY: átlagos napi súlygyarapodás; COMB: combizom-térfogat; NF21: nevelt fiókák száma a laktáció 28. napján; KOR21: fiókák életkora az alomsúly mérésekor; AL21: 21 napos alomsúly.

A két értékelt fajta eredményeit egymással összehasonlítva megállapítható, hogy a Pannon nagytestű nyulak átlagos súlygyarapodása, combizom-térfogata, illetve 21 napos alomsúlya meghaladja a Pannon fehér nyulak azonos tulajdonságoknál mért eredményeit. A különbségeket elsősorban az okozza, hogy a két fajta közül Pannon nagytestű nyulak kifejelettkori tömege mintegy 0,5 kg-al nagyobb. Ugyanakkor, a Pannon nagytestű fajta szelekciós kritériumai között az átlagos súlygyarapodás jelenleg is szerepel, míg ezt a tulajdonságot a Pannon fehér fajta tenyésztőprogramjában a 21 napos alomtömeg váltotta fel, ezért az 5 és 10 hetes kor közötti átlagos súlygyarapodás részben emiatt is eltérhet a Pannon nagytestű nyulak javára.

2.2.3. Pannon fehér nyúlállomány reprodukciós értékmérő tulajdonságainak leíró statisztikai jellemzése

A vizsgált értékmérő tulajdonságok leíró statisztikáit a 3. táblázatban közöltem.

3. táblázat – A vizsgált tulajdonságok leíró statisztikai jellemzői

Fajta	Tulajdonság	Elemsszám	Átlag	Szórás
Pannon fehér	SZÉF	21332	8,52	3,04
	SZHF	21332	0,43	1,10
	AL21	21332	2,65	0,66

SZÉF: élve született fiókák száma; SZHF: holtan született fiókák száma; AL21: 21 napos alomsúly

2.3. Genetikai paraméterbecslés és tenyésztérbécslés

2.3.1. Sertés állományok reprodukciós értékmérő tulajdonságainak genetikai paraméterbecslése és tenyésztérbécslése

Az SZFTV adatok genetikai paramétereit a VCE6 szoftverrel becsültem, egy, két, illetve háromtulajdonságos egyedmodellek segítségével. Az alkalmazott lineáris modellek általános szerkezete három csoportba sorolható:

$$y = Xb + Za + e$$

ahol y = megfigyelések vektora, b = környezeti tényezők vektora, a = additív genetikai hatások vektora, e = reziduális hatások vektora, X és Z , sorrendben a környezeti tényezők és az additív genetikai hatások előfordulási mátrixai.

$$y = Xb + Za + Wpe + e$$

ahol pe = tartós környezeti hatások vektora, W a tartós környezeti hatások előfordulási mátrixa. A többi tényező azonos az előző modell típusnál megadottakkal.

$$y = Xb + Za + Kc + e$$

ahol c = véletlen alomhatások vektora, K a véletlen alomhatások előfordulási mátrixa. A többi tényező azonos az előző modell típusnál megadottakkal.

Összesen 120 különböző modellt alkalmaztam, melyek szerkezetét az 4. táblázatban közöltem.

A becsült genetikai komponensek felhasználásával történt a vizsgált tulajdonságokra vonatkozó BLUP tenyésztérbécslés, az alkalmazott szoftver a PEST volt. A genetikai paraméterek becsléséhez felhasznált 120 modellből a VCE program futtatása során kapott státuszok, futási idők, illetve a szakirodalomban ismertett modell szerkezetek alapján kiválasztottam 9 (4. táblázat; 4, 19, 20, 27, 28, 35, 43, 44, 64 modellek) modellt, melyekre elvégeztem a modellek illesztésvizsgálatát. Az egyes vizsgált értékmérő tulajdonságokra történő illesztés vizsgálatokat a PEST szoftver PREDICTION alkalmazása alapján az alábbi paraméterek kiszámításával végeztem:

Átlagos négyzetes hiba (**MSE**):

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2$$

Torzítottság (**BIAS**):

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)$$

ahol y_i az adott értékmérő i -edik mért értéke, $\hat{y}_i$ az adott értékmérő i -edik mért értékének BLUP becslése. A modellek illesztési paramétereit az 5. táblázatban adtam meg. A vizsgált tulajdonságokra becsült tenyésztési értékek jellemzőit, illetve a becsült genetikai trendeket a legjobb illesztést mutató modellekre korlátoztam. Az egyes vizsgálati években született egyedek tenyésztési értékeinek átlagát lineáris regresszióval a vizsgálati évekre illesztettem, az így kapott regressziós együttható adta meg a vizsgált tulajdonságra becsült genetikai trendet.

4. táblázat – Vizsgálati egyedmodellek szerkezete

Modell	Tulajdonság				Faktorok (Típus)										
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	EGYED (A)	ALOM (R)	ISM (R)	FKOR (C)	VKOR (C)	NM28 (C/F)	FSOR (F)	FÉVH (F)	VÉVH (F)	FAJTA (F)	TENY (F)
1	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	X
2	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X
3	X	X	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X
4	X	X	X	-	X	-	X	-	-	-	X	X	X	X	X
5	X	X	X	-	X	X	-	X	X	-	-	X	X	X	X
6	X	X	X	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X	X	X
7	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X
8	X	X	X	-	X	-	X	X	X	-	-	X	X	X	X
9	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	X
10	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X
11	X	X	-	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X
12	X	X	-	-	X	-	X	-	-	-	X	X	X	X	X
13	X	X	-	-	X	X	-	X	X	-	-	X	X	X	X
14	X	X	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X	X	X
15	X	X	-	-	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X
16	X	X	-	-	X	-	X	X	X	-	-	X	X	X	X

SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján; EGYED (A): additív genetikai hatás; ALOM (R): véletlen alomhatás; ISM (R): tartós környezeti hatás; FKOR (C): koca életkora fialáskor (kovariáns); VKOR (C): koca életkora választáskor (Kovariáns); NM28 (C/F): nevelt malacok száma a laktáció 28. napján (kovariáns/fix hatás); FSOR (F): fialási sorszám (fix hatás); FÉVH (F): fialás év-hónap (fix hatás); VÉVH (F): választás év-hónap (fix hatás); FAJTA: fajta, illetve fajta konstrukció (fix hatás); TENY (F): tenyészet (fix hatás)

4. táblázat (folytatás) – Vizsgálati egyedmodellek szerkezete

Modell	Tulajdonság				Faktorok (Típus)										
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	EGYED (A)	ALOM (R)	ISM (R)	FKOR (C)	VKOR (C)	NM28 (C/F)	FSOR (F)	FÉVH (F)	VÉVH (F)	FAJTA (F)	TENY (F)
17	X	X	-	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	X
18	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X
19	X	X	-	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X
20	X	X	-	X	X	-	X	-	-	-	X	X	X	X	X
21	X	X	-	X	-	X	-	X	X	-	-	X	X	X	X
22	X	X	-	X	-	-	-	X	X	-	-	X	X	X	X
23	X	X	-	X	-	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X
24	X	X	-	X	-	-	X	X	X	-	-	X	X	X	X
25	X	-	-	X	X	X	-	-	-	F	X	X	X	X	X
26	X	-	-	X	X	-	-	-	-	F	X	X	X	X	X
27	X	-	-	X	X	X	X	-	-	F	X	X	X	X	X
28	X	-	-	X	X	-	X	-	-	F	X	X	X	X	X
29	X	-	-	X	X	X	-	X	X	F	-	X	X	X	X
30	X	-	-	X	X	-	-	X	X	F	-	X	X	X	X
31	X	-	-	X	X	X	X	X	X	F	-	X	X	X	X
32	X	-	-	X	X	-	X	X	X	F	-	X	X	X	X

SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján; EGYED (A): additív genetikai hatás; ALOM (R): véletlen alomhatás; ISM (R): tartós környezeti hatás; FKOR (C): koca életkora fialáskor (kovariáns); VKOR (C): koca életkora választáskor (Kovariáns); NM28 (C/F): nevelt malacok száma a laktáció 28. napján (kovariáns/fix hatás); FSOR (F): fialási sorszám (fix hatás); FÉVH (F): fialás év-hónap (fix hatás); VÉVH (F): választás év-hónap (fix hatás); FAJTA: fajta, illetve fajta konstrukció (fix hatás); TENY (F): tenyészet (fix hatás)

4. táblázat (folytatás) – Vizsgálati egyedmodellek szerkezete

Modell	Tulajdonság				Faktorok (Típus)										
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	EGYED (A)	ALOM (R)	ISM (R)	FKOR (C)	VKOR (C)	NM28 (C/F)	FSOR (F)	FÉVH (F)	VÉVH (F)	FAJTA (F)	TENY (F)
33	X	-	-	X	X	X	-	-	-	C	X	X	X	X	X
34	X	-	-	X	X	-	-	-	-	C	X	X	X	X	X
35	X	-	-	X	X	X	X	-	-	C	X	X	X	X	X
36	X	-	-	X	X	-	X	-	-	C	X	X	X	X	X
37	X	-	-	X	X	X	-	X	X	C	-	X	X	X	X
38	X	-	-	X	X	-	-	X	X	C	-	X	X	X	X
39	X	-	-	X	X	X	X	X	X	C	-	X	X	X	X
40	X	-	-	X	X	-	X	X	X	C	-	X	X	X	X
41	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	X
42	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X
43	X	-	-	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X
44	X	-	-	X	X	-	X	-	-	-	X	X	X	X	X
45	X	-	-	X	X	X	-	X	X	-	-	X	X	X	X
46	X	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X	X	X	X
47	X	-	-	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X
48	X	-	-	X	X	-	X	X	X	-	-	X	X	X	X

SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján; EGYED (A): additív genetikai hatás; ALOM (R): véletlen alomhatás; ISM (R): tartós környezeti hatás; FKOR (C): koca életkora fialáskor (kovariáns); VKOR (C): koca életkora választáskor (Kovariáns); NM28 (C/F): nevelt malacok száma a laktáció 28. napján (kovariáns/fix hatás); FSOR (F): fialási sorszám (fix hatás); FÉVH (F): fialás év-hónap (fix hatás); VÉVH (F): választás év-hónap (fix hatás); FAJTA: fajta, illetve fajta konstrukció (fix hatás); TENY (F): tenyészet (fix hatás)

4. táblázat (folytatás) – Vizsgálati egyedmodellek szerkezete

Modell	Tulajdonság				Faktorok (Típus)										
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	EGYED (A)	ALOM (R)	ISM (R)	FKOR (C)	VKOR (C)	NM28 (C/F)	FSOR (F)	FÉVH (F)	VÉVH (F)	FAJTA (F)	TENY (F)
49	X	-	-	-	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	X
50	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X
51	X	-	-	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X
52	X	-	-	-	X	-	X	-	-	-	X	X	X	X	X
53	X	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	X	X	X	X
54	X	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	X	X	X	X
55	X	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X
56	X	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-	X	X	X	X
57	-	X	-	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	X
58	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X
59	-	X	-	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X
60	-	X	-	X	X	-	X	-	-	-	X	X	X	X	X
61	-	X	-	X	X	X	-	-	X	-	-	X	X	X	X
62	-	X	-	X	X	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X
63	-	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-	X	X	X	X
64	-	X	-	X	X	-	X	-	X	-	-	X	X	X	X

SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján; EGYED (A): additív genetikai hatás; ALOM (R): véletlen alomhatás; ISM (R): tartós környezeti hatás; FKOR (C): koca életkora fialáskor (kovariáns); VKOR (C): koca életkora választáskor (Kovariáns); NM28 (C/F): nevelt malacok száma a laktáció 28. napján (kovariáns/fix hatás); FSOR (F): fialási sorszám (fix hatás); FÉVH (F): fialás év-hónap (fix hatás); VÉVH (F): választás év-hónap (fix hatás); FAJTA: fajta, illetve fajta konstrukció (fix hatás); TENY (F): tenyészet (fix hatás)

4. táblázat (folytatás) – Vizsgálati egyedmodellek szerkezete

Modell	Tulajdonság				Faktorok (Típus)										
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	EGYED (A)	ALOM (R)	ISM (R)	FKOR (C)	VKOR (C)	NM28 (C/F)	FSOR (F)	FÉVH (F)	VÉVH (F)	FAJTA (F)	TENY (F)
65	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	X
66	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X
67	-	X	-	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X
68	-	X	-	-	X	-	X	-	-	-	X	X	X	X	X
69	-	X	-	-	X	X	-	-	X	-	-	X	X	X	X
70	-	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X
71	-	X	-	-	X	X	X	-	X	-	-	X	X	X	X
72	-	X	-	-	X	-	X	-	X	-	-	X	X	X	X
73	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	X
74	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X
75	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X
76	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	X	X	X	X	X
77	-	-	-	X	X	X	-	-	X	-	-	X	X	X	X
78	-	-	-	X	X	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X
79	-	-	-	X	X	X	X	-	X	-	-	X	X	X	X
80	-	-	-	X	X	-	X	-	X	-	-	X	X	X	X

SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján; EGYED (A): additív genetikai hatás; ALOM (R): véletlen alomhatás; ISM (R): tartós környezeti hatás; FKOR (C): koca életkora fialáskor (kovariáns); VKOR (C): koca életkora választáskor (Kovariáns); NM28 (C/F): nevelt malacok száma a laktáció 28. napján (kovariáns/fix hatás); FSOR (F): fialási sorszám (fix hatás); FÉVH (F): fialás év-hónap (fix hatás); VÉVH (F): választás év-hónap (fix hatás); FAJTA: fajta, illetve fajta konstrukció (fix hatás); TENY (F): tenyészet (fix hatás)

4. táblázat (folytatás) – Vizsgálati egyedmodellek szerkezete

Modell	Tulajdonság				Faktorok (Típus)										
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	EGYED (A)	ALOM (R)	ISM (R)	FKOR (C)	VKOR (C)	NM28 (C/F)	FSOR (F)	FÉVH (F)	VÉVH (F)	FAJTA (F)	TENY (F)
81	-	-	-	X	X	X	-	-	-	F	X	X	X	X	X
82	-	-	-	X	X	-	-	-	-	F	X	X	X	X	X
83	-	-	-	X	X	X	X	-	-	F	X	X	X	X	X
84	-	-	-	X	X	-	X	-	-	F	X	X	X	X	X
85	-	-	-	X	X	X	-	-	X	F	-	X	X	X	X
86	-	-	-	X	X	-	-	-	X	F	-	X	X	X	X
87	-	-	-	X	X	X	X	-	X	F	-	X	X	X	X
88	-	-	-	X	X	-	X	-	X	F	-	X	X	X	X
89	-	-	-	X	X	X	-	-	-	C	X	X	X	X	X
90	-	-	-	X	X	-	-	-	-	C	X	X	X	X	X
91	-	-	-	X	X	X	X	-	-	C	X	X	X	X	X
92	-	-	-	X	X	-	X	-	-	C	X	X	X	X	X
93	-	-	-	X	X	X	-	-	X	C	-	X	X	X	X
94	-	-	-	X	X	-	-	-	X	C	-	X	X	X	X
95	-	-	-	X	X	X	X	-	X	C	-	X	X	X	X
96	-	-	-	X	X	-	X	-	X	C	-	X	X	X	X

SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján; EGYED (A): additív genetikai hatás; ALOM (R): véletlen alomhatás; ISM (R): tartós környezeti hatás; FKOR (C): koca életkora fialáskor (kovariáns); VKOR (C): koca életkora választáskor (Kovariáns); NM28 (C/F): nevelt malacok száma a laktáció 28. napján (kovariáns/fix hatás); FSOR (F): fialási sorszám (fix hatás); FÉVH (F): fialás év-hónap (fix hatás); VÉVH (F): választás év-hónap (fix hatás); FAJTA: fajta, illetve fajta konstrukció (fix hatás); TENY (F): tenyészet (fix hatás)

4. táblázat (folytatás) – Vizsgálati egyedmodellek szerkezete

Modell	Tulajdonság				Faktorok (Típus)										
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	EGYED (A)	ALOM (R)	ISM (R)	FKOR (C)	VKOR (C)	NM28 (C/F)	FSOR (F)	FÉVH (F)	VÉVH (F)	FAJTA (F)	TENY (F)
97	-	-	X	-	X	X	-	-	-	F	X	X	X	X	X
98	-	-	X	-	X	-	-	-	-	F	X	X	X	X	X
99	-	-	X	-	X	X	X	-	-	F	X	X	X	X	X
100	-	-	X	-	X	-	X	-	-	F	X	X	X	X	X
101	-	-	X	-	X	X	-	-	X	F	-	X	X	X	X
102	-	-	X	-	X	-	-	-	X	F	-	X	X	X	X
103	-	-	X	-	X	X	X	-	X	F	-	X	X	X	X
104	-	-	X	-	X	-	X	-	X	F	-	X	X	X	X
105	-	-	X	-	X	X	-	-	-	C	X	X	X	X	X
106	-	-	X	-	X	-	-	-	-	C	X	X	X	X	X
107	-	-	X	-	X	X	X	-	-	C	X	X	X	X	X
108	-	-	X	-	X	-	X	-	-	C	X	X	X	X	X
109	-	-	X	-	X	X	-	-	X	C	-	X	X	X	X
110	-	-	X	-	X	-	-	-	X	C	-	X	X	X	X
111	-	-	X	-	X	X	X	-	X	C	-	X	X	X	X
112	-	-	X	-	X	-	X	-	X	C	-	X	X	X	X

SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján; EGYED (A): additív genetikai hatás; ALOM (R): véletlen alomhatás; ISM (R): tartós környezeti hatás; FKOR (C): koca életkora fialáskor (kovariáns); VKOR (C): koca életkora választáskor (Kovariáns); NM28 (C/F): nevelt malacok száma a laktáció 28. napján (kovariáns/fix hatás); FSOR (F): fialási sorszám (fix hatás); FÉVH (F): fialás év-hónap (fix hatás); VÉVH (F): választás év-hónap (fix hatás); FAJTA: fajta, illetve fajta konstrukció (fix hatás); TENY (F): tenyészet (fix hatás)

4. táblázat (folytatás) – Vizsgálati egyedmodellek szerkezete

Modell	Tulajdonság				Faktorok (Típus)										
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	EGYED (A)	ALOM (R)	ISM (R)	FKOR (C)	VKOR (C)	NM28 (C/F)	FSOR (F)	FÉVH (F)	VÉVH (F)	FAJTA (F)	TENY (F)
113	-	-	X	-	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	X
114	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X
115	-	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X
116	-	-	X	-	X	-	X	-	-	-	X	X	X	X	X
117	-	-	X	-	X	X	-	-	X	-	-	X	X	X	X
118	-	-	X	-	X	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X
119	-	-	X	-	X	X	X	-	X	-	-	X	X	X	X
120	-	-	X	-	X	-	X	-	X	-	-	X	X	X	X

SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján; EGYED (A): additív genetikai hatás; ALOM (R): véletlen alomhatás; ISM (R): tartós környezeti hatás; FKOR (C): koca életkora fialáskor (kovariáns); VKOR (C): koca életkora választáskor (Kovariáns); NM28 (C/F): nevelt malacok száma a laktáció 28. napján (kovariáns/fix hatás); FSOR (F): fialási sorszám (fix hatás); FÉVH (F): fialás év-hónap (fix hatás); VÉVH (F): választás év-hónap (fix hatás); FAJTA: fajta, illetve fajta konstrukció (fix hatás); TENY (F): tenyészet (fix hatás)

2.3.2. Nyúlállományok reprodukciós, növekedési és vágási értékmérő tulajdonságainak genetikai paraméterbecslése és tenyésztérbecslése

A vizsgált tulajdonságok genetikai paramétereit a VCE6 szoftverrel becsültem, egy és háromtulajdonságos egyedmodellek segítségével. Az alkalmazott alapmodellek általános szerkezete két csoportba sorolható. A 21 napos alomtömeg esetében:

$$y = Xb + Za + Wpe + e$$

ahol y = megfigyelések vektora, b = környezeti tényezők vektora, a = additív genetikai hatások vektora, pe = tartós környezeti hatások vektora, e = reziduális hatások vektora, X , Z és W , sorrendben a környezeti tényezők, az additív genetikai hatások és a tartós környezeti hatások előfordulási mátrixa.

Az átlagos napi súlygyarapodás és a combizom-térfogat esetében:

$$y = Xb + Za + Kc + e$$

ahol c = véletlen alomhatások vektora, K a véletlen alomhatások előfordulási mátrixa. A többi tényező azonos az előző modell típusnál megadottakkal.

Az alapmodelleken kívül a kiegészített modellek tartalmazták a dominanciahatásokat is, melyek nagy számítási kapacitásigény miatt egytulajdonságos egyedmodellek voltak. A kiegészített modellek közül az első esetben dominanciahatások a tartós környezeti hatásokat, illetve a véletlen alomhatásokat váltották fel a modellben:

$$y = Xb + Za + Uf + e$$

ahol f = családhatások vektora, U a családhatások előfordulási mátrixa. A többi tényező azonos az előző modell típusnál megadottakkal. A második esetben dominanciahatások kiegészítették a modellben szereplő egyéb hatásokat:

$$y = Xb + Za + Wpe + Uf + e$$

$$y = Xb + Za + Kc + Uf + e$$

ahol az összes tényező azonos az előző modell típusnál megadottakkal.

A vizsgált tulajdonságokban szereplő környezeti hatásokat az 5. táblázatban közöltem.

A becsült genetikai komponensek felhasználásával történt a vizsgált tulajdonságokra vonatkozó BLUP tenyésztérbecslés, az alkalmazott szoftver a PEST volt. A különböző modellek alapján becsült tenyésztérbecslések stabilitását rangkorrelációval vizsgáltam.

5. táblázat – Vizsgálati egyedmodellekben szereplő környezeti hatások

Faktorok	Típus	Tulajdonság		
		SGY	COMB	AL21
IVAR	F	X	X	-
SGYÉVHÓ	F	X	-	-
CTÉVHÓ	F	-	X	-
AL21ÉVHÓ	F	-	-	X
CTSÚLY	C	-	X	-
CTPIXEL	F	-	X	-
FIALSOR	F	-	-	X
NF21	C	-	-	X
KOR21	C	-	-	X

SGY: átlagos napi súlygyarapodás; COMB: combizom-térfogat; AL21: 21 napos alomsúly; F: fix hatás; C: kovariáns; IVAR: a vizsgált nyulak ivara; SGYÉVHÓ: vizsgálati év-hónap 10 hetes korban; CTÉVHÓ: vizsgálati év-hónap a CT vizsgálatkor; AL21ÉVHÓ: vizsgálati év-hónap az alomsúly mérésekor; CTSÚLY: testsúly a CT vizsgálatkor; CTPIXEL: az izom térfogatának meghatározásához beállított Housnfield tartomány; NF21: nevelt fiókák száma a laktáció 28. napján; KOR21: fiókák életkora az alomsúly mérésekor

2.4. Pedigréanalízis

2.4.1. Pannon fehér nyúlállomány pedigréanalízise

A vizsgált állományt a Kaposvár Egyetem kísérleti nyúltelepén tenyésztett Pannon fehér nyúlpopuláció alkotta. A pedigréanalízisbe az 1992 és 2014 között született tenyészállatokat vontam be. A megadott időszakra vonatkozóan a pedigree összesen 8170 egyed adatait tartalmazta, melyek 2941 anyától és 1241 baktól származtak.

A pedigréanalízis során az alábbi fontosabb mutatókat határoztam meg:

- Pedigré teljesség (CGE)
- Wright-féle beltenyésztési együttható (F)
- Wright-féle beltenyésztési együttható 4 generáció alapján (F₄)
- Ballou-féle beltenyésztési együttható (F_{BAL})
- Kalinowski-féle beltenyésztési együttható (F_{KAL})
- Kalinowski-féle „új” beltenyésztési együttható (F_{KAL_ÚJ})
- Baumung-féle beltenyésztési együttható (F_{BAUM})
- Realizált effektív populációméret (Ne)

A felsorolt mutatók kiszámításához az ENDOG v.4.8, illetve a GRAIN szoftvereket alkalmaztam. A különböző szerzők alapján meghatározott beltenyésztési együtthatók közti összefüggés szorosságát korrelációanalízis segítségével vizsgáltam.

2.5. Beltenyésztéses leromlás

2.5.1. Pannon fehér nyúlállomány állomány reprodukciós értékmérő tulajdonságaiban tapasztalható beltenyésztéses leromlás becslése

A vizsgált tulajdonságok genetikai paramétereit a VCE6 szoftverrel becsültem, egytulajdonságos egyedmodellek segítségével. Az alkalmazott alapmodellek általános szerkezete:

$$y = Xb + Za + Wpe + e$$

ahol y = megfigyelések vektora, b = környezeti tényezők vektora, a = additív genetikai hatások vektora, pe = tartós környezeti hatások vektora, e = reziduális hatások vektora, X , Z és W , sorrendben a környezeti tényezők, az additív genetikai hatások és a tartós környezeti hatások előfordulási mátrixa.

Az alapmodellek esetében a modellben a 2.4.1. pontban felsorolt különféle beltenyésztési együtthatók közül csak egyfélét tartalmazott. A kiegészített modellek vagy kétféle beltenyésztési együtthatót tartalmaztak (F , F_{BAL}), vagy a hagyományos beltenyésztési együtthatót a Wright és a Ballou beltenyésztési együtthatók interakciója egészítette ki (F , $F * F_{BAL}$). A vizsgált tulajdonságokban szereplő környezeti hatásokat a 6. táblázatban közöltem. A becsült genetikai komponensek felhasználásával történt a vizsgált tulajdonságokra vonatkozó BLUP tenyésztérbecslés, az alkalmazott szoftver a PEST volt. A beltenyésztési leromlást, BLUP egyedmodellben kovariánsként szereplő beltenyésztési együtthatóra kapott BLUE becslés adta meg. A 21 napos alomnagyságot az anya teljesítményének tekintettem, ezért ebben az esetben csupán az anyák beltenyésztési együtthatóinak hatását értékeltem. Az élve és holtan született fiókák esetében az anyák beltenyésztési együtthatóin kívül az egyes almokban született fiókák beltenyésztési együtthatóit is bevontam a számításokba. Ehhez a 2.4.1. pontban ismertetett pedigret kiegészítettem, az egyes fialások során született almokra generált fülszámmal.

6. táblázat – Vizsgálati egyedmodellekben szereplő környezeti hatások

Faktorok	Típus	Tulajdonság		
		SZÉF	SZHF	AL21
FIALÉVHÓ	F*	X	X	-
AL21ÉVHÓ	F*	-	-	X
FIALSOR	F*	X	X	X
F	C	X	X	X
F, F_{BAL}	C	X	X	X
$F \times F_{BAL}$	C	X	X	X
KOR21	C	-	-	X

SZÉM: élve született fiókák száma; SZHF: holtan született fiókák száma; AL21: 21 napos alomsúly; F*: fix hatás; C: kovariáns; FIALÉVHÓ: vizsgálati év-hónap fialáskor; AL21ÉVHÓ: vizsgálati év-hónap az alomsúly mérésekor; KOR21: fiókák életkora az alomsúly mérésekor; F: Wright-féle beltenyésztési együttható; F_{KAL} ÚJ: Kalinowski-féle „új” beltenyésztési együttható; F_{BAL} : Ballou-féle beltenyésztési együttható;

3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELESLÉSEK

3.1. Genetikai paraméterek

3.1.1. Sertésállományok reprodukciós értékmérő tulajdonságainak genetikai paramétei

Egytulajdonságos egyedmodellek

Az élve született malacok száma esetében az egytulajdonságos modellek (49-56.) futtatásával kis öröklődhetőségi értékeket kaptam (7. táblázat). A legnagyobb h^2 értékek az 50. és az 54. modell esetében jelentkeztek, azonban meg kell jegyezni, hogy ezek a modellek random hatásként csupán az additív genetikai hatást tartalmazták (4. táblázat). Annak ellenére, hogy tenyésztérbecsülés gyakorlatában az ismételt fialások értékeléséhez nem szokás alkalmazni olyan egyszerűsített egyedmodellt, mely az ismételt fialásokat (tartós környezeti hatás) nem veszi figyelembe az itt bemutatott modell változatok használata indokolt volt. Ez abból látható, hogy a kapott eredmények alapján a random hatások között az úgynevezett hatáskeveredést (confounding) tapasztaltam (7. táblázat). Ez abban nyilvánult meg, hogy a véletlen alomhatás (49. és 53. modellek), a tartós környezeti hatás (52. és 56. modellek), vagy ezeknek a hatásoknak az együttes modellbe történő bevonása (51. és 55. modellek) a becsült h^2 értékek mintegy 40%-os csökkenését eredményezte (7. táblázat). Az említett random hatások közül a véletlen alomhatás nagysága csekély volt (7. táblázat). Ezzel szemben a tartós környezeti hatás nagysága az additív genetikai hatás nagyságának mintegy 60-70%-át tette ki (7. táblázat). A modellben szereplő környezeti hatások változtatása (fialási sorszám és fialási kor cseréje) az élve született malacok számának becsült genetikai paramétereit érdemben nem befolyásolta.

A laktáció 28. napján nevelt malacok száma öröklődhetőségi értékeit az egytulajdonságos modellek (65-72.) futtatásával kis értékűnek becsültem (7. táblázat). A kapott értékek kis mértékben elmaradtak az élve született malacok számánál (49-56. modellek) ismertetett öröklődhetőségi értékektől (5. táblázat). Az élve született malacok száma esetében ismertetett tendencia itt is érvényesült. Azokhoz a modellekhez viszonyítva, melyek az additív genetikai hatáson kívül nem tartalmaztak egyéb random hatást (66. és 70. modellek), a véletlen alomhatás és/vagy tartós környezeti hatás modellekben történő szerepeltetése esetén a becsült öröklődhetőségi értékek 20-40%-al csökkentek. A tartós környezeti hatások nagysága (67., 68., 71. és 72. modellek), illetve a véletlen alomhatások nagysága (65. és 69. modellek) az additív genetikai hatáshoz viszonyítva a teljes fenotípusos variancia jóval kisebb hányadát magyarázta (7. táblázat). Az élve született malacszám esetében ismertetett hatáskeveredés a nevelt malacok számánál is érvényesült.

Az egytulajdonságos modellek (73-96.) alapján a kapott öröklődhetőségek kis-közepes tartományban helyezkedtek el (7. táblázat), meghaladva az élve született malacok száma, illetve a laktáció 28. napján nevelt malacok száma tulajdonságok esetében kapott h^2 értékeket. A többi vizsgált tulajdonsághoz hasonlóan az alomsúly esetében is az öröklődhetőség csökkenése volt tapasztalható azokhoz a modellekhez viszonyítva, melyek az additív genetikai hatáson kívül nem tartalmaztak egyéb random hatást (74., 78., 82., 86., 90., 94. modellek). Ugyanakkor az is megfigyelhető, hogy a tapasztalt hatáskeveredés nagysága az eddig vizsgált tulajdonságokhoz képest kisebb nagyságú (10-15%-os), melyet a tartós környezeti hatás hiányával lehet magyarázni (7. táblázat, 75-76., 79-80., 83-84., 87-88., 91-92., 95-96. modellek). A véletlen alomhatások nagysága bár a tartós környezeti hatások nagyságát meghaladta, jelentősen elmaradt az additív genetikai hatások nagyságától (5. táblázat, 77., 79., 81., 83., 85., 87., 89., 91., 93. 95. modellek). A modellben szereplő környezeti hatások változtatásával kapcsolatban elmondható, hogy a fialási sorszám, illetve a koca életkora tényezők cseréje a kapott genetikai paramétereket érdemben nem befolyásolta (7. táblázat, 81-84 és 85-88.; 89-92. és 93-96. modellek). Ezzel szemben, ha a nevelt malacok száma a modellben fix hatásként (81-88. modellek) vagy kovariánsként (89-96. modellek) szerepelt, a becsült öröklődhetőségi értékek mintegy 25%-al nagyobb értéket mutattak azokhoz a modellekhez viszonyítva (73-80.) ahol a nevelt malacszámot figyelmen kívül hagyták.

7. táblázat – A vizsgálat tulajdonságok genetikai paramétereit

Modell	h ²				Pe				c ²			
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28
1	0,12±0,01	0,08±0,01	0,19±0,01	-	-	-	-	-	0,02±0,01	0,02±0,01	0,03±0,01	-
2	0,14±0,01	0,10±0,01	0,22±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0,07±0,01	0,07±0,01	0,19±0,01	-	0,05±0,01	0,02±0,01	0,01±0,01	-	0,01±0,01	0,01±0,01	0,03±0,01	-
4	0,08±0,01	0,07±0,01	0,22±0,01	-	0,06±0,01	0,03±0,01	0,01±0,01	-	-	-	-	-
5	0,11±0,01	0,08±0,01	0,19±0,01	-	-	-	-	-	0,02±0,01	0,02±0,01	0,03±0,01	-
6	0,14±0,01	0,09±0,01	0,22±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0,08±0,01	0,07±0,01	0,19±0,01	-	0,05±0,01	0,01±0,01	0,01±0,01	-	0,01±0,01	0,01±0,01	0,03±0,01	-
8	0,08±0,01	0,07±0,01	0,22±0,01	-	0,05±0,01	0,02±0,01	0,01±0,01	-	-	-	-	-
9	0,11±0,01	0,07±0,01	-	-	-	-	-	-	0,03±0,01	0,02±0,01	-	-
10	0,14±0,01	0,10±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	0,08±0,01	0,07±0,01	-	-	0,05±0,01	0,02±0,01	-	-	0,01±0,01	0,01±0,01	-	-
12	0,08±0,01	0,07±0,01	-	-	0,06±0,01	0,03±0,01	-	-	-	-	-	-
13	0,11±0,01	0,07±0,01	-	-	-	-	-	-	0,02±0,01	0,02±0,01	-	-
14	0,14±0,01	0,09±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	0,08±0,01	0,07±0,01	-	-	0,05±0,01	0,01±0,01	-	-	0,01±0,01	0,01±0,01	-	-
16	0,08±0,01	0,06±0,01	-	-	0,06±0,01	0,03±0,01	-	-	-	-	-	-

h²: öröklődhetőség; Pe: tartós környezeti hatás; c²: véletlen alomhatás; SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján

Megjegyzés: a becsült paraméterek standard hibái valamennyi esetben kisebb értéket mutattak, mint 0.01

7. táblázat (folytatás) – A vizsgálat tulajdonságok genetikai paraméterei

Modell	h ²				Pe				c ²			
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28
17	0,12±0,01	0,08±0,01	-	0,14±0,01	-	-	-	-	0,02±0,01	0,02±0,01	-	0,03±0,01
18	0,14±0,01	0,10±0,01	-	0,17±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
19	0,07±0,01	0,06±0,01	-	0,13±0,01	0,05±0,01	0,02±0,01	-	0,01±0,01	0,02±0,01	0,01±0,01	-	0,03±0,01
20	0,08±0,01	0,07±0,01	-	0,16±0,01	0,06±0,01	0,03±0,01	-	0,02±0,01	-	-	-	-
21	0,11±0,01	0,08±0,01	-	0,13±0,01	-	-	-	-	0,02±0,01	0,02±0,01	-	0,03±0,01
22	0,14±0,01	0,09±0,01	-	0,16±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
23	0,07±0,01	0,06±0,01	-	0,12±0,01	0,05±0,01	0,02±0,01	-	0,01±0,01	0,01±0,01	0,01±0,01	-	0,03±0,01
24	0,08±0,01	0,07±0,01	-	0,15±0,01	0,05±0,01	0,02±0,01	-	0,01±0,01	-	-	-	-
25	0,11±0,01	-	-	0,20±0,01	-	-	-	-	0,03±0,01	-	-	0,04±0,01
26	0,15±0,01	-	-	0,24±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
27	0,07±0,01	-	-	0,20±0,01	0,03±0,01	-	-	0,01±0,01	0,03±0,01	-	-	0,03±0,01
28	0,09±0,01	-	-	0,23±0,01	0,05±0,01	-	-	0,01±0,01	-	-	-	-
29	0,11±0,01	-	-	0,20±0,01	-	-	-	-	0,03±0,01	-	-	0,04±0,01
30	0,15±0,01	-	-	0,24±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
31	0,07±0,01	-	-	0,20±0,01	0,03±0,01	-	-	0,01±0,01	0,03±0,01	-	-	0,03±0,01
32	0,09±0,01	-	-	0,23±0,01	0,05±0,01	-	-	0,01±0,01	-	-	-	-

h²: öröklődhetőség; Pe: tartós környezeti hatás; c²: véletlen alomhatás; SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján

Megjegyzés: a becsült paraméterek standard hibái valamennyi esetben kisebb értéket mutattak, mint 0.01

7. táblázat (folytatás) – A vizsgálat tulajdonságok genetikai paraméterei

Modell	h ²				Pe				c ²			
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28
33	0,11±0,01	-	-	0,20±0,01	-	-	-	-	0,03±0,01	-	-	0,04±0,01
34	0,14±0,01	-	-	0,23±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
35	0,08±0,01	-	-	0,19±0,01	0,05±0,01	-	-	0,01±0,01	0,01±0,01	-	-	0,04±0,01
36	0,10±0,01	-	-	0,23±0,01	0,05±0,01	-	-	0,01±0,01	-	-	-	-
37	0,11±0,01	-	-	0,21±0,01	-	-	-	-	0,03±0,01	-	-	0,02±0,01
38	0,14±0,01	-	-	0,23±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
39	0,07±0,01	-	-	0,19±0,01	0,03±0,01	-	-	0,01±0,01	0,02±0,01	-	-	0,04±0,01
40	0,09±0,01	-	-	0,23±0,01	0,01±0,01	-	-	0,01±0,01	-	-	-	-
41	0,11±0,01	-	-	0,16±0,01	-	-	-	-	0,03±0,01	-	-	0,03±0,01
42	0,14±0,01	-	-	0,18±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
43	0,08±0,01	-	-	0,16±0,01	0,05±0,01	-	-	0,01±0,01	0,02±0,01	-	-	0,02±0,01
44	0,08±0,01	-	-	0,17±0,01	0,06±0,01	-	-	0,01±0,01	-	-	-	-
45	0,11±0,01	-	-	0,15±0,01	-	-	-	-	0,02±0,01	-	-	0,02±0,01
46	0,14±0,01	-	-	0,18±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
47	0,08±0,01	-	-	0,15±0,01	0,05±0,01	-	-	0,01±0,01	0,01±0,01	-	-	0,02±0,01
48	0,08±0,01	-	-	0,17±0,01	0,04±0,01	-	-	0,01±0,01	-	-	-	-

h²: öröklődhetőség; Pe: tartós környezeti hatás; c²: véletlen alomhatás; SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján

Megjegyzés: a becsült paraméterek standard hibái valamennyi esetben kisebb értéket mutattak, mint 0,01

7. táblázat (folytatás) – A vizsgálat tulajdonságok genetikai paraméterei

Modell	h ²				Pe				c ²			
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28
49	0,11±0,01								0,02±0,01			
50	0,14±0,01											
51	0,08±0,01				0,05±0,01				0,01±0,01			
52	0,08±0,01				0,05±0,01							
53	0,12±0,01								0,02±0,01			
54	0,14±0,01											
55	0,08±0,01				0,05±0,01				0,01±0,01			
56	0,08±0,01				0,06±0,01							
57	-	0,08±0,01	-	0,14±0,01	-	-	-	-	-	0,02±0,01	-	0,03±0,01
58	-	0,09±0,01	-	0,17±0,01								
59	-	0,06±0,01	-	0,12±0,01		0,02±0,01	-	0,01±0,01		0,01±0,01	-	0,04±0,01
60		0,07±0,01	-	0,16±0,01		0,03±0,01	-	0,02±0,01				
61	-	0,07±0,01	-	0,13±0,01	-	-	-	-	-	0,02±0,01	-	0,03±0,01
62	-	0,09±0,01	-	0,16±0,01								
63	-	0,06±0,01	-	0,13±0,01		0,02±0,01	-	0,01±0,01		0,01±0,01	-	0,03±0,01
64		0,06±0,01	-	0,15±0,01		0,03±0,01	-	0,02±0,01				

h²: öröklődhetőség; Pe: tartós környezeti hatás; c²: véletlen alomhatás; SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján

Megjegyzés: a becsült paraméterek standard hibái valamennyi esetben kisebb értéket mutattak, mint 0,01

7. táblázat (folytatás) – A vizsgálat tulajdonságok genetikai paraméterei

Modell	h^2				Pe				c^2			
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28
65	-	0,08±0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,02±0,01	-	-
66	-	0,10±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	-	0,06±0,01	-	-	-	0,02±0,01	-	-	-	0,01±0,01	-	-
68	-	0,07±0,01	-	-	-	0,03±0,01	-	-	-	-	-	-
69	-	0,07±0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,02±0,01	-	-
70	-	0,09±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71	-	0,07±0,01	-	-	-	0,02±0,01	-	-	-	0,01±0,01	-	-
72	-	0,07±0,01	-	-	-	0,02±0,01	-	-	-	-	-	-
73	-	-	-	0,16±0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,03±0,01
74	-	-	-	0,19±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
75	-	-	-	0,16±0,01	-	-	-	0,00±0,00	-	-	-	0,03±0,01
76	-	-	-	0,19±0,01	-	-	-	0,00±0,00	-	-	-	-
77	-	-	-	0,16±0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,02±0,01
78	-	-	-	0,18±0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
79	-	-	-	0,15±0,01	-	-	-	0,00±0,00	-	-	-	0,02±0,01
80	-	-	-	0,18±0,01	-	-	-	0,00±0,00	-	-	-	-

h^2 : öröklődhetőség; Pe: tartós környezeti hatás; c^2 : véletlen alomhatás; SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján

Megjegyzés: a becsült paraméterek standard hibái valamennyi esetben kisebb értéket mutattak, mint 0,01

7. táblázat (folytatás) – A vizsgálat tulajdonságok genetikai paraméterei

Modell	h ²				Pe				c ²			
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28
81	-		-	0,20±0,01	-		-	-	-		-	0,04±0,01
82	-		-	0,23±0,01								
83	-		-	0,20±0,01			-	0,00±0,00			-	0,04±0,01
84			-	0,23±0,01			-	0,00±0,00				
85	-		-	0,19±0,01	-		-	-	-		-	0,04±0,01
86	-		-	0,23±0,01								
87	-		-	0,19±0,01			-	0,00±0,00			-	0,04±0,01
88			-	0,23±0,01			-	0,00±0,00				
89	-		-	0,20±0,01	-		-	-	-		-	0,04±0,01
90	-		-	0,23±0,01								
91	-		-	0,20±0,01			-	0,00±0,00			-	0,04±0,01
92			-	0,23±0,01			-	0,00±0,00				
93	-		-	0,19±0,01	-		-	-	-		-	0,04±0,01
94	-		-	0,23±0,01								
95	-		-	0,19±0,01			-	0,00±0,00			-	0,04±0,01
96			-	0,23±0,01			-	0,00±0,00				

h²: öröklődhetőség; Pe: tartós környezeti hatás; c²: véletlen alomhatás; SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján

Megjegyzés: a becsült paraméterek standard hibái valamennyi esetben kisebb értéket mutattak, mint 0,01

7. táblázat (folytatás) – A vizsgálat tulajdonságok genetikai paraméterei

Modell	h^2				Pe				c^2			
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28
97	-		0,20±0,01		-		-		-		0,03±0,01	
98	-		0,23±0,01									
99	-		0,20±0,01				0,00±0,00				0,03±0,01	
100			0,23±0,01				0,00±0,00					
101	-		0,15±0,01		-		-		-		0,02±0,01	
102	-		0,23±0,01									
103	-		0,15±0,01				0,00±0,00				0,02±0,01	
104			0,23±0,01				0,00±0,00					
105	-		0,20±0,01		-		-		-		0,03±0,01	
106	-		0,23±0,01									
107	-		0,20±0,01				0,00±0,00				0,03±0,01	
108			0,23±0,01				0,00±0,00					
109	-		0,20±0,01		-		-		-		0,03±0,01	
110	-		0,23±0,01									
111	-		0,15±0,01				0,00±0,00				0,02±0,01	
112			0,23±0,01				0,00±0,00					

h^2 : öröklődhetőség; Pe: tartós környezeti hatás; c^2 : véletlen alomhatás; SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján

Megjegyzés: a becsült paraméterek standard hibái valamennyi esetben kisebb értéket mutattak, mint 0,01

7. táblázat (folytatás) – A vizsgálat tulajdonságok genetikai paraméterei

Modell	h ²				Pe				c ²			
	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28	SZÉM	NM28	ÁT28	AL28
113	-		0,19±0,01		-		-		-		0,03±0,01	
114	-		0,22±0,01									
115	-		0,19±0,01				0,00±0,00				0,03±0,01	
116			0,22±0,01				0,00±0,00					
117	-		0,19±0,01		-		-		-		0,03±0,01	
118	-		0,22±0,01									
119	-		0,19±0,01				0,00±0,00				0,03±0,01	
120			0,22±0,01				0,00±0,00					

h²: öröklődhetőség; Pe: tartós környezeti hatás; c²: véletlen alomhatás; SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján

Megjegyzés: a becsült paraméterek standard hibái valamennyi esetben kisebb értéket mutattak, mint 0,01

Két és háromtulajdonságos egyedmodellek

Az élve született malacok száma, a nevelt malacok száma a laktáció 28. napján, az alomsúly a laktáció 28. napján, valamint az átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján értékmérőkre becsült öröklődhetőségi értékek, tartós környezeti hatások, illetve véletlen alomhatások nagysága a kéttulajdonságos (7. táblázat, 9-16., 25-48., 57-64. modellek), illetve a háromtulajdonságos (7. táblázat, 1-8., 17-24. modellek) modellek alapján érdemben nem különböztek az egytulajdonságos modellek használatával becsült értékekhez képest. Az egytulajdonságos modellek használata során tapasztalt hatáskeveredés a két és háromtulajdonságos modellek esetében is hasonló tendenciákat mutatott (a tartós környezeti hatás és/vagy véletlen alomhatás modellbe történő bevonása az öröklődhetőségi értékek nagyságát csökkentette). Megemlíthető ugyanakkor, hogy a laktáció 28. napján mért alomsúly esetében tartós környezeti hatások nagysága, mely az egytulajdonságos modelleknél nem adott nullától különböző értéket, a két és háromtulajdonságos modellek egyértelműen nullától nagyobb értéket vett fel (7. táblázat, 17-48., 57-64. modellek).

A vizsgált értékmérő tulajdonságok között becsült genetikai korrelációk azonos tulajdonságpárokat tekintve a két és háromtulajdonságos modellek esetében nem különböztek (8. táblázat). Az élve született és a nevelt malacok száma (a laktáció 28. napján) közötti genetikai korreláció mindegyik modell alapján szoros volt (8. táblázat, 1-24. modellek). A laktáció 28. napján nevelt alomszám esetében azonban figyelembe kell venni, hogy azt az esetek jelentős hányadában a dajkásítás is befolyásolja. A nevelt malacok számával ezért csak akkor lehetne a koca produktivitását kifejezni, ha az egyes fialó kocák esetében tudni lehetne, hogy az általuk fialt élő malacok közül a laktáció 28. napján még hány malac van életben. Ezt az információt a hazai törzstenyészetek a telepen belül vezetett nyilvántartás alapján természetesen ismerhetik, azonban sajnos ez az országos adatbázis alapján már nem meghatározható. Az élve született malacok száma mellett az adott, illetve kapott malacok száma ismert, azonban ha a dajkásítás után van elhullás az adatbázis alapján nem állapítható meg, hogy az a koca saját, vagy dajkamalaca-e. A fentiek alapján a két tulajdonság közötti genetikai korreláció fenntartásokkal kezelendő, amennyiben mindkét tulajdonságot a sertések szaporasági teljesítménye jellemzésére kívánjuk felhasználni.

8. táblázat – A vizsgálat tulajdonságok közötti genetikai korrelációk (rg)

Modell	rg					
	SZÉM-NM28	SZÉM-ÁT28	SZÉM-AL28	NM28-ÁT28	NM28-AL28	ÁT28-AL28
1	0,71±0,01	-0,08±0,01	-	-0,08±0,01	-	-
2	0,68±0,01	-0,09±0,01	-	-0,07±0,01	-	-
3	0,68±0,01	-0,04±0,01	-	-0,04±0,01	-	-
4	0,69±0,01	-0,04±0,01	-	-0,04±0,01	-	-
5	0,69±0,01	-0,09±0,01	-	-0,09±0,01	-	-
6	0,67±0,01	-0,10±0,01	-	-0,08±0,01	-	-
7	0,69±0,02	-0,05±0,01	-	-0,07±0,01	-	-
8	0,70±0,03	-0,05±0,01	-	-0,05±0,01	-	-
9	0,67±0,01	-	-	-	-	-
10	0,69±0,01	-	-	-	-	-
11	0,69±0,01	-	-	-	-	-
12	0,66±0,01	-	-	-	-	-
13	0,70±0,01	-	-	-	-	-
14	0,68±0,01	-	-	-	-	-
15	0,70±0,01	-	-	-	-	-
16	0,67±0,01	-	-	-	-	-

SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján

8. táblázat (folytatás) – A vizsgálat tulajdonságok közötti genetikai korrelációk (rg)

Modell	rg					
	SZÉM-NM28	SZÉM-ÁT28	SZÉM-AL28	NM28-ÁT28	NM28-AL28	ÁT28-AL28
17	0,70±0,01	-	0,38±0,01	-	0,57±0,01	-
18	0,68±0,01	-	0,36±0,01	-	0,59±0,01	-
19	0,64±0,01	-	0,32±0,01	-	0,49±0,01	-
20	0,68±0,01	-	0,35±0,01	-	0,53±0,01	-
21	0,69±0,01	-	0,37±0,01	-	0,56±0,01	-
22	0,67±0,01	-	0,34±0,01	-	0,57±0,01	-
23	0,65±0,01	-	0,32±0,01	-	0,49±0,01	-
24	0,69±0,01	-	0,35±0,01	-	0,53±0,01	-
25	-	-	0,01±0,01	-	-	-
26	-	-	-0,03±0,01	-	-	-
27	-	-	0,02±0,01	-	-	-
28	-	-	0,03±0,01	-	-	-
29	-	-	-0,02±0,01	-	-	-
30	-	-	-0,06±0,01	-	-	-
31	-	-	0,02±0,01	-	-	-
32	-	-	0,01±0,01	-	-	-

SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján

8. táblázat (folytatás) – A vizsgálat tulajdonságok közötti genetikai korrelációk (rg)

Modell	rg					
	SZÉM-NM28	SZÉM-ÁT28	SZÉM-AL28	NM28-ÁT28	NM28-AL28	ÁT28-AL28
33	-	-	-0,01±0,01	-	-	-
34	-	-	-0,03±0,01	-	-	-
35	-	-	0,01±0,02	-	-	-
36	-	-	0,01±0,01	-	-	-
37	-	-	-0,05±0,01	-	-	-
38	-	-	-0,07±0,01	-	-	-
39	-	-	0,01±0,01	-	-	-
40	-	-	0,01±0,01	-	-	-
41	-	-	0,30±0,01	-	-	-
42	-	-	0,35±0,01	-	-	-
43	-	-	0,32±0,01	-	-	-
44	-	-	0,28±0,01	-	-	-
45	-	-	0,34±0,01	-	-	-
46	-	-	0,38±0,01	-	-	-
47	-	-	0,33±0,01	-	-	-
48	-	-	0,27±0,01	-	-	-

SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján

8. táblázat (folytatás) – A vizsgálat tulajdonságok közötti genetikai korrelációk (rg)

Modell	rg					
	SZÉM-NM28	SZÉM-ÁT28	SZÉM-AL28	NM28-ÁT28	NM28-AL28	ÁT28-AL28
57	-	-	-	-	0,57±0,01	-
58	-	-	-	-	0,59±0,01	-
59	-	-	-	-	0,49±0,01	-
60	-	-	-	-	0,54±0,01	-
61	-	-	-	-	0,53±0,01	-
62	-	-	-	-	0,58±0,01	-
63	-	-	-	-	0,54±0,01	-
64	-	-	-	-	0,51±0,01	-

SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján

3.1.2. Nyúlállományok reprodukciós, növekedési és vágási értékmérő tulajdonságainak genetikai paramétei

A Pannon fehér és Pannon nagytestű fajták vizsgált tulajdonságainak genetikai paramétereit a 9. és 10. táblázatokban mutatom be.

A becsült öröklődhetőségeket tekintve megállapítható, hogy az átlagos napi súlygyarapodásra és a combizom-térfogatra becsült értékek az egy, illetve háromtulajdonságos modellek esetében, továbbá a dominancia modellben történő szerepeltetése esetén mindkét vizsgált fajtában minimális eltérést mutattak. A combizom-térfogat öröklődhetősége mindkét nyúlajtában közepes nagyságú volt. A kapott öröklődhetőségi értékek nagysága a vártnál alacsonyabbnak tűnhet, hiszen egyrészt a vágási értékmérő tulajdonságok általában jól öröklődnek, másrészt a Computer Tomográf nagy mérési pontossága az izomtérfogat meghatározásában már igen régóta közismert. Magyarozatként megemlíthető, hogy a nyúl más domesztikált állatfajokhoz viszonyított kis mérete a kapott pontosságot is befolyásolhatja. A Pannon fehér fajta tenyésztési programjában korábban szereplő úgynevezett L-érték (CT-vel mért hosszú hátizom átlagos keresztmetszeti felszíne) a combizom-térfogathoz viszonyítva jóval kedvezőbb, azaz annál mintegy másfélszer nagyobb öröklődhetőségi értéket mutatott. Ugyanakkor a combizom az értékes húsrészeknek a legnagyobb hányadát teszi ki, ezért a tenyésztési programban, szelekciós kritériumként történő szerepeltetése mindenképpen indokolt.

A súlygyarapodás esetében a Pannon fehér fajta öröklődhetősége (9. táblázat) jelentősen meghaladta a Pannon nagytestű fajtára kapott becsléseket (10. táblázat). A 21 napos alomsúlyokra a Pannon fehér fajtában kis öröklődhetőségeket becsültem (9. táblázat), míg a Pannon nagytestű fajtában a kapott öröklődhetőségi értékek gyenge-közepes nagyságot mutattak. A 21 napos alomsúlyban a tartós környezeti hatások nagysága mindkét fajtában meghaladta az additív genetikai hatások nagyságát (9-10. táblázatok).

Az úgynevezett bővített modellek az állattenyésztésben általánosan használt random hatásokon kívül a dominanciahatásokat is tartalmazták (9-10. táblázat). A vizsgált tulajdonságok közül az átlagos súlygyarapodás és a 21 napos alomsúly értékmérőkre nagy, a combizom-térfogatra pedig közepes dominanciahatást becsültem abban az esetben, ha a modell az additív genetikai hatáson és a dominanciahatáson kívül nem tartalmazott egyéb random hatást. A modellt a tartós környezeti (21 napos alomszám), illetve a közös környezeti (átlagos súlygyarapodás, combizomtérfogathoz) hatásokkal bővítve a becsült dominanciahatások nagysága igen jelentősen, míg az egyéb random hatások nagysága mérsékelten csökkent (9-10. táblázat). A tapasztalt jelenséget a már korábban említett hatáskeveredés (confounding okozza). A dominanciahatás szerepeltetése ugyanis elvileg csak a reziduális hatásokat kellene, hogy csökkentse, azonban a tartós környezeti, illetve a közös környezeti hatások csökkenése egyértelműen ezen tényezők közötti hatáskeveredésre utal.

9. táblázat – Pannon fehér nyulak vizsgálat tulajdonságainak genetikai paraméterei

Értékelt Tulajdonság	Genetikai paraméter	Modell típus	SGY	COMB	AL21
3	h ²	dominanciahatás nincs	0,25±0,01	0,24±0,02	0,08±0,01
1		dominanciahatás nincs	0,30±0,01	0,21±0,03	0,08±0,01
1		dominanciahatás van, csökkentett	0,33±0,01	0,21±0,03	0,19±0,01
1		dominanciahatás van, bővített	0,30±0,01	0,21±0,02	0,07±0,01
3	c ²	dominanciahatás nincs	0,25±0,01	0,09±0,01	-
1		dominanciahatás nincs	0,25±0,01	0,10±0,02	-
1		dominanciahatás van, csökkentett	-	-	-
1		dominanciahatás van, bővített	0,24±0,01	0,09±0,03	-
3	Pe	dominanciahatás nincs	-	-	0,17±0,01
1		dominanciahatás nincs	-	-	0,17±0,01
1		dominanciahatás van, csökkentett	-	-	-
1		dominanciahatás van, bővített	-	-	0,15±0,02
1	d ²	dominanciahatás van, csökkentett	0,74±0,01	0,27±0,01	0,42±0,01
1	d ²	dominanciahatás van, bővített	0,03±0,01	0,03±0,02	0,23±0,01

SGY: átlagos napi súlygyarapodás; COMB: combizom-térfogat; AL21: 21 napos alomsúly; dominanciahatás van, csökkentett: a modellben a tartós környezeti, illetve a véletlen alomhatásokat a dominanciahatások váltják fel; dominanciahatás van, bővített: a modellben a tartós környezeti, illetve a véletlen alomhatásokat a dominanciahatások kiegészítik

10. táblázat – Pannon nagytestű nyulak vizsgált tulajdonságainak genetikai paraméterei

Értékelt Tulajdonság	Genetikai paraméter	Modell típus	SGY	COMB	AL21
3	h ²	dominanciahatás nincs	0,15±0,01	0,25±0,03	0,15±0,03
1		dominanciahatás nincs	0,17±0,02	0,23±0,03	0,12±0,04
1		dominanciahatás van, csökkentett	0,17±0,02	0,22±0,03	0,32±0,04
1		dominanciahatás van, bővített	0,17±0,02	0,22±0,03	0,12±0,04
3	c ²	dominanciahatás nincs	0,23±0,01	0,08±0,02	-
1		dominanciahatás nincs	0,23±0,01	0,08±0,02	-
1		dominanciahatás van, csökkentett	-	-	-
1		dominanciahatás van, bővített	0,22±0,01	0,08±0,03	-
3	Pe	dominanciahatás nincs	-	-	0,27±0,03
1		dominanciahatás nincs	-	-	0,29±0,04
1		dominanciahatás van, csökkentett	-	-	-
1		dominanciahatás van, bővített	-	-	0,27±0,05
1	d ²	dominanciahatás van, csökkentett	0,76±0,01	0,28±0,02	0,46±0,03
1	d ²	dominanciahatás van, bővített	0,01±0,01	0,05±0,03	0,07±0,04

SGY: átlagos napi súlygyarapodás; COMB: combizom-térfogat; AL21: 21 napos alomsúly; dominanciahatás van, csökkentett: a modellben a tartós környezeti, illetve a véletlen alomhatásokat a dominanciahatások váltják fel; dominanciahatás van, bővített: a modellben a tartós környezeti, illetve a véletlen alomhatásokat a dominanciahatások kiegészítik

A Pannon fehér és Pannon nagytestű fajták vizsgált tulajdonságai közötti összefüggésvizsgálat eredményeit a 11. táblázatban mutatom be.

11. táblázat – táblázat – Pannon fehér és Pannon nagytestű nyulak vizsgált tulajdonságai között becsült genetikai korrelációs koefficiensek

Fajta	SGY-COMB	SGY-AL21	COMB-AL21
Pannon fehér	-0,33±0,05	0,25±0,05	-0,38±0,13
Pannon nagytestű	-0,31±0,03	0,47±0,13	0,10±0,08

SGY: átlagos napi súlygyarapodás; COMB: combizom-térfogat; AL21: 21 napos alomsúly

Az eredmények alapján látható, hogy az átlagos napi súlygyarapodás, illetve a combizom-térfogat közötti genetikai korrelációs együttható mindkét vizsgált fajtára nézve negatív volt, ami kedvezőtlen. Az átlagos súlygyarapodás és a CT-vel mért vágási tulajdonság közötti negatív genetikai korreláció hátterében az allometria változások állhatnak. Fiatalabb életkorban a nyulaknál az emésztőtraktus, illetve a csontváz növekszik intenzíven, míg az intenzív izomnövekedés csak későbbi korban következik be. Az átlagos súlygyarapodásra végzett intenzív szelekció kedvezőtlen eredménye lehet, hogy a nyulak hamarabb érik el a vágási súlyt, ezért a fejlettségük csökken.

Az átlagos súlygyarapodás és a 21 napos alomsúly közötti korrelációs együtthatók közepesen szorosak voltak, bár a Pannon nagytestű fajtában kapott genetikai korreláció nagysága meghaladta a Pannon fajtára becsült értéket. A kapott eredmény mindenképpen kedvező, hiszen ahogyan arról már a Kaposvári Egyetemen nemesített nyúlállományok kialakításának és genetikai értékelésének történeti áttekintése részben beszámoltam, a Pannon fehér és Pannon nagytestű fajtákban a szelekció első lépésében a 21 napos alomsúly, illetve az (5 és 10 hetes kor közötti) átlagos súlygyarapodás képezi a szelekció alapját. A genetikai korrelációból fakadó szelekciós előrehaladás iránya ezért mindkét esetben kedvező. A combizom-térfogat és a 21 napos alomsúly esetében a két vizsgált fajta eltérő eredményeket mutat. A Pannon nagytestű fajta esetében nem volt érdemi kapcsolat a két tulajdonság között, azonban a Pannon fehér fajtában a két tulajdonság között a becsült genetikai korreláció közepesen szoros negatív, azaz kedvezőtlen volt.

3.2. Sertésállományok reprodukciós értékmérő tulajdonságait értékelő egyedmodellek illesztésvizsgálata

A kiválasztott modellek illesztésvizsgálata (12. táblázat) alapján látható, hogy a vizsgált tulajdonságok torzítottsága nullához közeli volt valamennyi modell esetében. Az átlagos négyzetes hiba értelemszerűen a laktáció 28. napján mért átlagos almon belüli malactömeg esetén volt a legkisebb, mert az átlagolás eltüntette az egyedi különbségeket. A legnagyobb értékeket az alomtömeg estében tapasztaltam. Az eredmények alapján az alomsúlyok átlagos négyzetes hibái több mint a felével csökkentek, amennyiben a modell a nevelt nyulak számát is tartalmazza (10. táblázat; 4., 19., 20., 27., 28., 35., 43., 44. és 64. modellek). A kapott eredmények alapján illesztés szempontjából a 27., 28. és a 35. modellek tekinthetők a legkedvezőbbnek.

12. táblázat – A vizsgált modellek illesztését jellemző paraméterek

Modell	Tulajdonság	MSE	BIAS
4	ÁT28	0,544	$9,26 \times 10^{-6}$
	SZÉM	4,964	$8,63 \times 10^{-4}$
	NM28	2,079	$-2,87 \times 10^{-5}$
19	SZÉM	4,947	$8,95 \times 10^{-4}$
	NM28	2,079	$-6,59 \times 10^{-6}$
	AL28	107,26	$8,53 \times 10^{-6}$
20	SZÉM	4,964	$8,96 \times 10^{-4}$
	NM28	2,079	$-6,67 \times 10^{-6}$
	AL28	108,27	$1,46 \times 10^{-5}$
27	SZÉM	5,018	$-1,78 \times 10^{-5}$
	AL28	46,25	$4,88 \times 10^{-5}$
28	SZÉM	4,98	$-1,79 \times 10^{-5}$
	AL28	47,19	$5,34 \times 10^{-5}$
35	SZÉM	4,974	$-2,06 \times 10^{-5}$
	AL28	46,495	$3,85 \times 10^{-5}$
43	SZÉM	4,97	$5,28 \times 10^{-5}$
	AL28	106,35	$-6,99 \times 10^{-5}$
44	SZÉM	4,98	$5,31 \times 10^{-4}$
	AL28	107,86	$-5,79 \times 10^{-6}$
64	NM28	2,075	$-6,72 \times 10^{-6}$
	AL28	108,07	$1,31 \times 10^{-5}$

SZÉM: élve született malacok száma; NM28: nevelt malacok száma a laktáció 28. napján; ÁT28: átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján; AL28: alomsúly a laktáció 28. napján

3.3. Tenyésztértébecslés

3.3.1. Sertésállományok reprodukciós értékmérő tulajdonságainak tenyésztértébecslése

A vizsgált 15 éves periódusra vonatkozóan az élve született malacsám tenyésztértékeinek az átlaga az egyes vizsgálati évekre illesztve nem mutatott változást. Ezzel szemben a 28 napos alomsúly esetében az egyes évekre átlagolt tenyésztértékek a vizsgálati periódusra nézve egy nagyon csekély csökkenést mutattak. A kapott eredmények kedvezőtlenek. A Sertés Teljesítményvizsgálati Kódex 7. kiadása alapján az I. és II. fajtacsoportokban a szelekciót egyszerre 5 tulajdonságra végezték. Összességében az öt szelektált tulajdonság súlyozása egyenként mintegy 20%, ezért, ha - az amúgy kis öröklődhetőséget mutató - élve született malacok számára nézve a nem sikerült érdemi genetikai előrehaladást kimutatni. A 28 napos alomszám a tenyészállatok minősítésében nem játszott szerepet, vagyis ennél a tulajdonságnál a szelekciós előrehaladás elmaradása nem meglepő.

3.3.2. Nyúlállományok reprodukciós, növekedési és vágási értékmérő tulajdonságainak tenyésztértébecslése

A különböző modellek alapján becsült tenyésztértékek stabilitására vonatkozóan általánosan megállapítható, hogy a becsült rangkorrelációs együtthatók valamennyi esetben szorosak (0,93-0,99) voltak. A combizomtérfogat és az átlagos súlygyarapodás esetében a kapott rangkorrelációs együtthatók 0,98-0,99 közötti értékeket mutattak, függetlenül attól, hogy a

modell tartalmazta-e a dominanciahatást, illetve, hogy a dominanciahatás mellett a modell tartalmazott-e az additív genetikai hatáson kívül más random hatást. A 21 napos alomsúly esetében a tenyésztékek stabilitását kifejező rangkorrelációk valamivel kisebbek voltak, a Pannon nagytestű, illetve a a Pannon fehér fajtákban sorrendben 0,96-0,99, illetve 0,91-0,96 közötti tartományokban helyezkedtek el.

3.4. Pedigréanalízis

3.4.1. Pannon fehér nyúlállomány pedigréanalízise

A 2010-2014 közötti időszakban született anyák és bakok különböző beltenyésztési koeficienseinek leíró statisztikáit és ezek összefüggéseit a 13. és 14. táblázatokban közöltem.

13. táblázat – A Pannon fehér nyulak beltenyésztési együtthatóinak leíró statisztikai jellemzői

Év	F*	N	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
2010	F	195	8,55	3,25	3,12	31,1
	F_4	195	2,26	4,13	0,00	25,6
	F_BAL	195	38,7	2,67	29,8	45,0
	F_BAUM	195	0,55	0,05	0,39	0,68
	F_KAL	195	4,52	1,68	1,56	15,4
	F_KAL_ÚJ	195	4,03	1,61	1,53	15,7
2011	F	249	9,83	3,91	3,53	31,9
	F_4	249	2,91	4,13	0,00	26,6
	F_BAL	249	43,5	3,10	35,6	55,7
	F_BAUM	249	0,66	0,06	0,50	0,88
	F_KAL	249	5,62	1,97	1,91	16,7
	F_KAL_ÚJ	249	4,21	2,05	1,62	16,4
2012	F	255	9,91	2,00	5,71	21,9
	F_4	255	2,23	1,96	0,00	14,1
	F_BAL	255	48,3	2,68	40,3	54,2
	F_BAUM	255	0,77	0,06	0,60	0,92
	F_KAL	255	6,23	1,28	3,32	13,1
	F_KAL_ÚJ	255	3,67	0,81	2,39	8,8
2013	F	276	11,1	2,64	7,63	32,0
	F_4	276	2,21	2,85	0,00	25,8
	F_BAL	276	53,2	2,37	45,8	60,5
	F_BAUM	276	0,90	0,06	0,72	1,09
	F_KAL	276	7,44	1,66	5,11	18,7
	F_KAL_ÚJ	276	3,61	1,06	2,52	13,4
2014	F	253	11,5	1,72	8,58	18,9
	F_4	253	1,75	1,79	0,00	9,57
	F_BAL	253	57,1	2,31	50,9	62,4
	F_BAUM	253	1,03	0,07	0,82	1,19
	F_KAL	253	8,21	1,26	5,72	13,3
	F_KAL_ÚJ	253	3,29	0,54	2,54	5,56

F*: beltenyésztési együttható típusa; F: Wright-féle beltenyésztési együttható; F_BAUM: Baumung-féle beltenyésztési együttható; F_KAL_ÚJ: Kalinowski-féle „új” beltenyésztési együttható; F_BAL: Ballou-féle beltenyésztési együttható; F_KAL: Kalinowski-féle beltenyésztési együttható

14. táblázat – Pannon fehér különböző módszerek alapján meghatározott beltenyésztési együtthatói között becsült korrelációs koefficiensek

	F	F_BAL	F_BAUMJ	F_KAL	F_KAL_ÚJ
F	1	0,78	0,77	0,88	0,77
F_BAL		1	0,99	0,94	0,26
F_BAUMJ			1	0,95	0,22
F_KAL				1	0,36
F_KAL_ÚJ					1

F_BAUMJ: Baumung-féle beltenyésztési együttható; F: Wright-féle beltenyésztési együttható; F_KAL_ÚJ: Kalinowski-féle „új” beltenyésztési együttható; F_BAL: Ballou-féle beltenyésztési együttható; F_KAL: Kalinowski-féle beltenyésztési együttható

4.5. Beltenyésztéses leromlás

4.5.1. Pannon fehér nyúlállomány állomány reprodukciós értékmérő tulajdonságaiban tapasztalható beltenyésztéses leromlás becslése

A vizsgált tulajdonságokra becsült beltenyésztéses leromlásokat a 15. táblázatban adtam meg.

A 15. táblázatban közölt értékek alapján látható, hogy a hagyományos értelemben vett beltenyésztéses leromlás a 21 napos alomsúlyra nézve nem volt szignifikáns.

15. táblázat – A vizsgált tulajdonságokra becsült beltenyésztéses leromlások (10% F* növekedés esetén)

Faktor	SZÉF	SZHF	AL21 (g)
b _{F_ALOM}	-0,05	0,01	-
b _{F_ANYA}	-0,01	0,05	-16
b _{F_BAL_ANYA}	0,33*	0,02	112*
b _{F_KAL_ANYA}	-0,22	0,06	-96
b _{F_KAL_ÚJ_ANYA}	0,01	0,07	-24
b _{F_ANYA} , b _{F_ANYA} * b _{F_BAL_ANYA}	-0,01, 0,12	0,09, 0,01	25, -2
b _{F_ANYA} , b _{F_BAL_ANYA}	-0,05, 0,34*	0,04, 0,01	-26, 115*

b_{F_ALOM}: a fiókák beltenyésztettségének (F) hatása; b_{F_ANYA}: az anyák beltenyésztettségének (F) hatása; b_{F_BAL_ANYA}: az anyák beltenyésztettségének (F_BAL) hatása; b_{F_KAL_ANYA}: az anyák beltenyésztettségének (F_KAL) hatása; b_{F_KAL_ANYA_ÚJ}: az anyák beltenyésztettségének (F_KAL_ÚJ) hatása; b_{F_ANYA}, b_{F_ANYA} * b_{F_BAL_ANYA}: az anyák beltenyésztettségének (F, F*F_BAL) hatása; SZÉF: élve született fiókák száma; SZHF: holtan született fiókák száma; AL21: 21 napos alomsúly; * a beltenyésztéses leromlás statisztikailag igazolt (P<0,05)

Az élve illetve holtan született fiókákra vonatkozóan a Wright féle beltenyésztési együtthatók alapján nem tapasztaltam statisztikailag igazolt beltenyésztéses leromlást. A kapott eredmények részben elérnek a fajtában közelmúltban végzett vizsgálatok eredményeihez képest. Mivel a Pannon fehér állományban ezek a feltételek adottak, továbbá a korábban tapasztalt beltenyésztéses leromlás a mostani vizsgálatban nem volt kimutatható, célszerű megvizsgálni, hogy megtalálhatók-e a “purging”-re utaló jelek a Pannon fehér állományban. Az állomány akkor “tisztul meg” a káros allélektől amennyiben az alábbiak valamelyike teljesül: az F_BAL, vagy az F* F_BAL hatása a vizsgált tulajdonságra nézve pozitív, az F mellett az az F_BAL-t szerepeltetve a hagyományos beltenyésztési együtthatóra kapott leromlás nő. Ezzel szemben,

amennyiben az állomány beltenyésztettségé túlságosan gyorsan növekszik, a populáció alapításától eltelt generációk száma nem elég nagy, illetve kedvező környezeti körülmények esetén az állomány genetikai megtisztulása gyakran nem lehetséges. A 15. táblázatban feltüntetett eredmények alapján az élve született fiókák számára, illetve a 21 napos alomsúlyra nézve az az F_{BAL} szignifikánsan pozitív hatása egyértelműen a purging jelenségre utal. A jelenség fontos információkat ad az állományszerkezetről, az alkalmazott tenyésztési program sikerességéről, valamint arról, hogy az egyes értékmérő tulajdonságok esetében amennyiben tapasztalható beltenyésztéses leromlás, annak mi a genetikai háttere (részleges dominanciák, overdominancia). A "purging" vizsgálatának ezért állatnemesítési szempontok alapján nagy jelentősége van.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Értekezésem keretében elvégzett állattenyésztési genetikai elemzések azokat a fontosabb témaköröket érintik, melyekkel az elmúlt 15 évben a sertés és nyúltenyésztés keretében foglalkoztam és a legfontosabb szakterületemnek számít.

A Magyar Fajtatiszta Sertést Tenyésztők Egyesületének adatbázisa (2004-2014) felhasználásával a legfontosabb szaporasági tulajdonságokra (élve született malacok száma, nevelt malacok száma a laktáció 28. napján, átlagos almon belüli malactömeg a laktáció 28. napján, alomsúly a laktáció 28. napján) nézve az ismert környezeti tényezők alapján a lehetőségek teljes kihasználására törekedve végeztem el az egyes egyedmodell változatok kidolgozását és értékelését a magyar nagy fehér hússertés, a magyar lapálysertés, illetve ezek keresztezéséből származó F_1 fajtakonstrukció állományaira.

Az egyes tulajdonságokra nagy számban vizsgált modellek közül, több lépésben határoztam meg azokat a modelleket, melyek alkalmazását a tenyésztő szervezet számára javasolni tudok. A kiválasztási folyamat részét képezte genetikai paraméterbecslés, az értékelő szoftverek által mutatott konvergencia státusza, valamint az előszelektált modellek a különböző illesztési mutatók.

A legjobbnak tartott modellek szerint végzett tenyészértékbecslés alapján közöltem, az egyes szaporasági értékmérő tulajdonságokat befolyásoló környezeti tényezők hatásának nagyságát, valamint az értékmérőkre becsült tenyészértékek részletes jellemzőit, a genetikai trendek nagyságát, továbbá a becsült tenyészértékek modellek közti stabilitását.

A Kaposvári Egyetemen évtizedek óta folytatott Pannon nyúltenyésztési program keretében a világon egyedülálló módon CT-szelekcióval nemesített nyúlajták (Pannon fehér, Pannon nagytestű) növekedési, vágási és szaporasági értékmérő tulajdonságaira (átlagos napi súlygyarapodás, combizom-térfogat, 21 napos alomsúly) a hazai állattenyésztésben elsőként az additív genetikai komponensekre korlátozott egyedmodellek alkalmazása mellett elvégeztem a nem additív genetikai komponensek közül a dominancia variancia becslését is. A becslés során az úgynevezett család varianciakomponenst határoztam meg, melyből a dominancia komponens közvetlenül kiszámítható. A genetikai varianciakomponensek becslése alapján az additív és a dominancia modelltípusokra nézve is elvégeztem a tenyészértékek becslését, illetve megállapítottam az ezek alapján becsült tenyészértékek stabilitását.

A Pannon nyúltenyésztési program keretében nemesített fajták közül elvégeztem a Pannon fehér nyúlajta pedigreanalízisét (1992-2014), melynek keretében meghatároztam az állomány genetikai variabilitását jellemző effektív állományméretet, továbbá a tenyésztési program

színvonalát is jellemző pedigre teljességét. Az állomány beltenyésztettségi szintjét a közismert Wright beltenyésztési együttható mellett a a Ballou, Kalinowski, illetve Baumung féle beltenyésztés definíciók alapján számított beltenyésztési együtthatókkal is jellemeztem. Ezek segítségével megbecsültem, hogy a Pannon fehér nyúlfajta genomjának a beltenyésztés mekkora hányadát érintette a vizsgált periódus végéig.

A különböző beltenyésztési együtthatók együttes alkalmazásával, illetve a Wright és a Ballou beltenyésztési együtthatók közötti kölcsönhatás vizsgálatával azt is megállapítottam, hogy a folyamatos beltenyésztés és a szelekció eredményeképpen az állomány az élve született fiókák számára és a 21 napos alomsúlyra nézve vélehetően "megtisztulhatott" a káros allélektől, azaz kimutattam a "purging" jelenséget.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A magyar nagy fehér hússertés, magyar lapálysertés, illetve ezek keresztezéséből származó F1 populációkban 2004-2014 közötti időszak szaporasági adatait 120 (egy, két és három-tulajdonságos) egyedmodell alkalmazásával feldolgozva megbecsültem:

- az élve született malacok száma, nevelt malacok száma (a laktáció 28. napján), átlagos almon belüli malactömeg (a laktáció 28. napján) és az alomsúly (a laktáció 28. napján) öröklődhetőségi értékeit és azok standard hibáit.

- az élve született malacok száma, nevelt malacok száma (a laktáció 28. napján), átlagos almon belüli malactömeg (a laktáció 28. napján) és az alomsúly (a laktáció 28. napján) tulajdonságokat befolyásoló tartós környezeti hatások és a véletlen alomhatások nagyságát, a fenotípusos variancia százalékos arányában kifejezve.

A magyar nagy fehér hússertés, magyar lapálysertés, illetve ezek keresztezéséből származó F1 populációkban 2004-2014 közötti időszak szaporasági adatait 56 (egy, két és három-tulajdonságos) egyedmodell alkalmazásával feldolgozva megbecsültem:

- az élve született malacok száma, nevelt malacok száma (a laktáció 28. napján), átlagos almon belüli malactömeg (a laktáció 28. napján) és az alomsúly (a laktáció 28. napján) közötti genetikai korrelációk együtthatókat és azok standard hibáit.

A magyar nagy fehér hússertés, magyar lapálysertés, illetve ezek keresztezéséből származó F1 populációkban 2004-2014 közötti időszak szaporasági adatait 9 (egy, két és három-tulajdonságos) egyedmodell alkalmazásával feldolgozva megbecsültem:

- az élve született malacok száma, nevelt malacok száma (a laktáció 28. napján), átlagos almon belüli malactömeg (a laktáció 28. napján) és az alomsúly (a laktáció 28. napján) tulajdonságok átlagos standard hibáit és torzítását.

A magyar nagy fehér hússertés, magyar lapálysertés, illetve ezek keresztezéséből származó F1 populációkban 2004-2014 közötti időszak szaporasági adatait 3 (két-tulajdonságos) egyedmodell alkalmazásával feldolgozva megbecsültem:

- az élve született malacok száma, nevelt malacok száma (a laktáció 28. napján), átlagos almon belüli malactömeg (a laktáció 28. napján) és az alomsúly (a laktáció 28. napján) tulajdonságokat befolyásoló telephatások nagyságát, eloszlását és stabilitását.

- az élve született malacok száma, nevelt malacok száma (a laktáció 28. napján), átlagos almon belüli malactömeg (a laktáció 28. napján) és az alomsúly (a laktáció 28. napján) tulajdonságokban a vizsgált egyedek tenyésztértékeinek nagyságát, eloszlását és stabilitását, valamint a tenyésztértékek genetikai trendjeit.

A Pannon fehér populációban 1992-2014 közötti időszak szaporasági, növekedési és CT adatait 4 (egy és három-tulajdonságos) egyedmodell alkalmazásával feldolgozva megbecsültem:

- az átlagos súlygyarapodás, nevelt malacok száma (a laktáció 28. napján), átlagos almon belüli malactömeg (a laktáció 28. napján) és azcombizom-térfogat és a 21 napos alomsúly (a laktáció 28. napján) öröklődhetőségi értékeit és azok standard hibáit.

- az átlagos súlygyarapodás, nevelt malacok száma (a laktáció 28. napján), átlagos almon belüli malactömeg (a laktáció 28. napján) és azcombizom-térfogat és a 21 napos alomsúly (a laktáció 28. napján) tulajdonságokat befolyásoló tartós környezeti hatások, véletlen alomhatások és dominanciahatások nagyságát, a fenotípusos variancia százalékos arányában kifejezve.

- az átlagos súlygyarapodás, nevelt malacok száma (a laktáció 28. napján), átlagos almon belüli malactömeg (a laktáció 28. napján) és azcombizom-térfogat és a 21 napos alomsúly (a laktáció 28. napján) közötti genetikai korrelációk együtthatókat és azok standard hibáit (3-tulajdonságos modell alapján).

- az átlagos súlygyarapodás, nevelt malacok száma (a laktáció 28. napján), átlagos almon belüli malactömeg (a laktáció 28. napján) és azcombizom-térfogat és a 21 napos alomsúly (a laktáció 28. napján) tulajdonságokban a vizsgált egyedek tenyésztértékeinek stabilitását.

A 2010-2014 közötti időszakra nézve meghatároztam a Pannon fehér nyúlállomány realizált effektív populációméretét.

A 1992-2014 közötti időszakra nézve meghatároztam a Pannon fehér nyúlállomány beltenyésztési együtthatóit (négyféle beltenyésztési definíció alapján), illetve a vizsgált egyedek pedigre teljességét.

A 1992-2014 közötti időszakra nézve meghatároztam a Pannon fehér nyúlállomány beltenyésztési leromlását (négyféle beltenyésztési definíció alapján), az élve és holtan született fiókák számára, valamint a 21 napos korban mért alomsúlyra nézve. A kapott eredmények alapján megállapítottam hogy:

- a vizsgált tulajdonságokban nem volt kimutatható statisztikailag igazolt beltenyésztési leromlás.

- az úgynevezett “ősi” (ancestral) beltenyésztési együtthatók alkalmazásával számított beltenyésztési leromlás szerint a Pannon fehér nyúlállományban az élve született fiókák számában és a 21 napos korban mért alomsúlyban a “purging” jelenség tapasztalható, azaz az állomány a beltenyésztés és szelekció együttes hosszú távú hatásainak eredményeképpen “megtisztult” a vizsgált tulajdonságokra nézve kedvezőtlen allélektől.

6. GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK

A magyar nagy fehér hússertés, magyar lapálysertés, illetve ezek keresztezéséből származó F1 populációkban 2004-2014 közötti időszak szaporasági adatait feldolgozó 120 (egy, két és három-tulajdonságos) egyedmodell közül a három legjobb illesztést mutató modell tenyésztési programban történő alkalmazása javasolható a Magyar Fajtatiszta Sertést Tenyésztők Egyesülete számára.

A Pannon fehér populációban 1992-2014 közötti időszak szaporasági, növekedési és vágási (CT) adatait feldolgozó additív és nem additív egyedmodellek összehasonlítása révén megállapítható az egyes genetikai komponensek közötti hatáskeveredés nagysága. Az additív és nem additív modellekkel a vizsgálati egyedekre becsült tenyészértékek közötti stabilitás fontos támpontot ad arra nézve, hogy a jóval nagyobb számítógépes kapacitást igénylő kiterjesztett modellek alkalmazása mennyire célszerű.

A pedigréanalízis eredményei igazolják a diverzitás megőrzése érdekében tett lépések sikerességét. Avizsgálati tulajdonságokban a különböző értelmezések alapján számított beltenyésztéses leromlások alapján elbírálható, a beltenyésztéses leromlás genetikai meghatározottsága (részleges vagy overdominancia).

7. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBŐL MEGJELENT KÖZLEMÉNYEIM

- Csató, L., Nagy, I., Farkas, J., Radnóczy, L. (2002): Genetic parameters of production traits of Hungarian Pig populations evaluated in separate and joint (field and station) test. *Arch. Tierz.*, 45: 375-386.
- Farkas, S., 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. *Livest. Sci.*, 112: 109-114.
- Gyovai, P., Nagy, I., Gerencsér, Zs., Matics, Zs., Radnai, I., Donkó, T., Bokor, Á., Farkas, J., Szendrő, Zs. (2012): *Livest. Sci.*, 144: 119-123.
- Nagy, I., Csató, L., Farkas, J., Radnóczy, L., Vigh, Zs. (2002b): Analysis of the random distribution of station-tested pigs based on their genetic merit. *Acta Vet. Hung.*, 50: 373-383.
- Nagy, I., Sölkner, J., Csató, L., Farkas, J., Radnóczy, L. (2004): Analysis of alternative models treating herd x year effects as fixed or random. *Czech J. Anim. Sci.*, 49: 349-356.
- Nagy, I., Ibañez, N., Mekki, W., Metzger, Sz., Horn, P., Szendrő, Zs. (2006): Genetic parameters of growth and in vivo computerized tomography based carcass traits in Pannon White rabbits. *Livestock Science* 104: 46-52.
- Nagy, I., Csató, L., Farkas, J., Gyovai, P., Radnóczy, L., Komlósi, I. (2008): Genetic parameters of direct and ratio traits from field and station tests of pigs. *Arch. Tierz.*, 51: 166-172.
- 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. *J. Anim. Sci.*, 88: 1267-1275.
- Nagy, I., Radnai, I., Nagyné-Kiszlinger, H., Farkas, J., Szendrő, Zs. (2011a): Genetic parameters and genetic trends of reproduction traits in synthetic Pannon Rabbits using repeatability and multi-trait animal models. *Arch. Tierz.*, 54: 297-307.
- Nagy, I., Farkas, J., Gyovai, P., Radnai, I., Szendrő, Zs. (2011b): Stability of estimated breeding values for average daily gain in Pannon White rabbits. *Czech J. Anim. Sci.*, 56: 365-369.
- Nagy, I., Gyovai, P., Radnai, I., Nagyné Kiszlinger, H., Farkas, J., Szendrő, Zs. (2013a): Genetic parameters, genetic trends and inbreeding depression of growth and carcass traits in Pannon terminal line rabbits. *Arch. Tierz.*, 56: 191-199.
- Nagy I., Gorjanc G., Curik I., Farkas J., Kiszlinger H., Szendrő Zs. (2013b): The contribution of dominance and inbreeding depression in estimating variance components for litter size in Pannon White rabbits. *J. Anim. Breed. Genet.*, 130: 303-311.
- Vigh, Zs., Gyovai, P., Csató, L., Bokor, Á., Farkas, J., Radnóczy, L., Komlósi, I., Nagy, I. (2008): Effect of inbreeding on lean meat percentage and average daily gain in Hungarian Landrace pigs. *Arch. Tierz.* 51: 541-548.

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Hálás köszönetemet szeretném kifejezni Komlósi István, Johann Sölkner, Ino Curik és Szendrő Zsolt professzor uraknak azért az útmutatásért, mely nagymértékben hozzájárult tudományos szemléletem kialakításához. Őszinte köszönetemet fejezem ki valamennyi tanszékvezetőmnek: Prof. Dr. Mihók Sándornak, Dr. Csató Lászlónak, Prof. Dr. Szendrő Zsoltnak, Prof. Dr. Romvári Róbertnek, Dr. Mezőszentgyörgyi Dávidnak és Dr. Matics Zsoltnak, hogy kutatómunkában folyamatosan támogattak. Köszönöm a Doktori Iskola jelenlegi és korábbi vezetőinek Prof. Dr. Horn Péternek és Prof. Dr. Kovács Melindának, hogy tudományos tevékenységemet folyamatosan segítették. Köszönöm Dr. Bokor Árpád tudományos dékánhelyettes úrnak, hogy mindvégig biztatott az értekezés benyújtására. Köszönöm Prof. Dr. Szabó Andrásnak az MTA doktori pályázat részletes összeállításához adott átfogó segítségét. Köszönöm Dr. Farkas Jánosnak azt a szakmai és erkölcsi támogatást mely nélkül sem az értekezés, sem az értekezés témakörében megjelent közlemények nem készültek volna el. Kutatásaimat az OTKA Iroda és az Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíj Kuratóriuma is támogatta, amit szintén nagyon köszönök. Külön köszönöm feleségem és édesanyám biztatását és támogatását.