

ANGUS BORJAK VÁLASZTÁSI EREDMÉNYE

3. Közlemény: GENOTÍPUS X KÖRNYEZET KÖLCSONHATÁS

FÖRDŐS ATTILA – MÁRTON ISTVÁN – KELLER KRISZTIÁN – BENE SZABOLCS –
SZABÓ FERENC

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők az apa x tenyészet kölcsönhatást vizsgálták angus fajtában, a Magyar Hereford, Angus és Galloway Tenyésztők Egyesülete adatbázisán. Az értékelésben hét tenyészbika, két tenyészetben, 1998–2002. között született, 598 ivadékanak (266 bikaborjú és 332 üszőborjú) adata szerepelt. A vizsgált tulajdonság a *választás előtti napi súlygyarapodás* (SGY) és a *205. napra korrigált választási súly* (KVS) volt. Az értékelte tényezők között a tenyészetet, a tehén elléskori életkorát, a születés évét, a születés évszákát és az ivart mint fix hatást, az apát, valamint az apa x tenyészet kölcsönhatást mint véletlen hatást vizsgálták. A két tenyészetben („A”–„B”) adott tulajdonság esetén kapott teljesítmények között genetikai korreláció (r_g), a tenyészbikák rangsora alapján pedig rang-korrelációs (r_{rang}) számítást végeztek. Az adatfeldolgozáshoz *Harvey's (1990) Least Square Maximum Likelihood Computer Program*-ot, *SPSS 9.0 for Windows* programot használtak.

Az eredmények a következőképp alakultak: $r_g = SGY_A - SGY_B: 0,60$; $KVS_A - KVS_B: 0,73$ és $r_{rang} = SGY: 0,53$ ($P_{>0,05}$); $KVS: 0,48$ ($P_{>0,05}$). A vizsgálat eredménye szerint, angus fajtában a két tulajdonság esetében statisztikailag igazolható apa x tenyészet kölcsönhatást találtak, amelyeknek figyelembe vétele indokolt lehet a tenyészértékbécselés során.

SUMMARY

Fördös, A. – Márton, I. – Keller, K. – Bene, Sz. – Szabó, F. WEANING PERFORMANCE OF ANGUS CALVES. 3rd PAPER: GENOTYPE X ENVIRONMENT INTERACTION

The interaction of sire and population in the Angus beef cattle breed was examined in this study, using data from the Association of Hungarian Hereford, Angus, and Galloway Breeders. Data of 598 progeny (266 male and 332 female), born between 1998–2002, of four sires from two populations were evaluated. *Prewaning daily gain* (PDG) and *205-day weight* (205dW) were analyzed. Population, age of cows, year of birth, season of birth and sex of calves were as fixed, effects while sire and sire x population were treated as a random effects. Among the same performance data in the two population („A”–„B”) genetic correlation (r_g), was evaluated, while sire rank correlation r_{rank} was evaluated using gradient. Data were analysed with *Harvey's (1990) Least Square Maximum Likelihood Computer Program* and *SPSS 9.0 for Windows*.

Results were as follows: $r_g = PDG_A - PDG_B: 0.60$; $205dW_A - 205dW_B: 0.73$ and $r_{rank} = PDG: 0.53$ ($P_{>0.05}$); $205dW: 0.48$ ($P_{>0.05}$). According to the results of examination significant sire x population interactions were found in the cases of the two traits in the Angus breed, thus its application may be important in the course of breeding value estimation.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az angus néhány ezres állományával jelentős húsmarhafajta hazánkban, a hazai húsmarha ágazat fontos genetikai alapja és termelési eszköze. Mérsékelt igényessége, jó legelőkészsége, koraérése a gyengébb adottságú területek (láp és öntéstalajok) gazdaságos anyatehéntípusává emelik. Kiváló hústermelésének köszönhetően mind fajtatisztán mind pedig keresztezésekben (anyai vonalként) is használják. Mindezekből is következik, hogy – a minél értékesebb hazai állomány kialakításához a folyamatosan javuló termelési eredmények eléréséhez, – e fajta esetében sem nélkülözhetők a részletes populációgenetikai vizsgálatok sem. Néhány hazai tanulmány (Tózsér és mtsai, 2003; Zándoki és mtsai, 2003) illetve korábbi cikkeink (Szabó és mtsai, 2007a; Bene és mtsai, 2007) már részletesen beszámolnak az angus borjak választási eredményét befolyásoló környezeti tényezőkről, a választási tulajdonságok populációgenetikai paramétereiről. E munkánkban az angus borjak választási eredményeiben megnyilvánuló apa x tenyészet kölcsönhatásra vonatkozó vizsgálataink tapasztalatait mutatjuk be.

Régóta tudjuk, hogy a fenotípus a genotípusnak és a paratípusnak az eredője. Az állattenyésztés gyakorlatában abból indultak ki, hogy az örökletes alap és a környezet közötti korrelációk és kölcsönhatások nem térnek el egymástól különböző környezeti feltételek között. Ez volt a genotípus és környezethatás additivitásának hipotézise (Horn és Dohy, 1970). Később azonban kísérleti eredmények igazolták, hogy a különböző genotípusok a különböző környezeti feltételekre egymástól eltérő módon is reagálhatnak. Azóta számos kutató foglalkozott a genotípus x környezet kölcsönhatás vizsgálatával (Burfening, 1982, szimentáli; Nunn, 1978, szimentáli; Benyshek, 1979, limousin; Tess, 1979 és 1984, szimentáli, hereford; Bertrand és mtsai, 1987, hereford; Buchanan és Nieisen, 1979, maine-anjou, szimentáli; Pahnish és mtsai, 1983, hereford; Bertrand és mtsai, 1985, hereford; Ladegast és mtsai, 1985, három húsmarha fajta és ezek két keresztezési kombinációja; Kiautschek, 1989 fajta nincs megnevezve; Baumung és mtsai, 1989, szimmentáli és keresztezett; Müller, 1991, szimentáli; Notter és mtsai, 1992, angus; Morris és mtsai, 1993, 11 bika x angus, hereford tehének; Sanftleben és Sanftleben, 1994, több különböző genotípus; De Mattos és mtsai, 2000, hereford; Ferreira és mtsai, 2001, nellore; De Souza és mtsai, 2003, nellore; Lengyel és mtsai, 2003, limousin; Ibi és mtsai, 2005, japán fekete marha). Az említett szerzők munkásságának nagy részét korábbi cikkeinkben (Fördös és mtsai, 2008) már ismertettük.

Müller (1991), 8 tenyészetben 57 húshasznosítású szimentáli bikától és tejhasznú fekete tarka tehentől született 1454 bikaborjú gyarapodási tulajdonságaiban megnyilvánuló genotípus x környezet kölcsönhatást vizsgálta. Az említett 1454 borjúból 977 borjút központi, 477 borjút pedig üzemi tesztállomáson neveltek. A két környezetben, a féltestvér csoportok közötti rangkorrelációs együtthatók, a vizsgált gyarapodási tulajdonságok esetén, 0,142 és 0,187 között voltak.

Baumung és mtsai (1989), az apa x tehén fajtája kölcsönhatást vizsgálták. Ehhez ugyanazon húshasznú bikák fajtatiszta és keresztezett bikaborjainak gyarapodási tulajdonságait vetették össze. A féltestvér csoportok közötti rangkorrelációs koeficiens 0,14 és 0,24 között alakult.

Klauschek (1989), azt vizsgálta 5 üzemben, hogy a gyarapodási és vágási mutatók kapcsán jelentkező genotípus x környezet kölcsönhatás milyen mértékben

függ a környezettől. Az értékeléshez 3 csoportot alakított ki. Az első csoportban az eltérő környezetek között minimális, – a második csoportban közepes, – a harmadikban pedig jelentős színvonalbeli különbségek voltak. Eredményei alapján azt a következtetést vonta le, hogy a vizsgált tulajdonságokra vonatkozó tenyésztői döntésekben a genotípus és a környezet közötti kölcsönhatás komponenst mindenképpen figyelembe kell venni.

Sanftleben és Sanftleben (1994), 33 különböző genotípusú bikától származó 1217 bikaborjút két különböző takarmányozási intenzitású csoportra osztott és a takarmányfelvételben, takarmányhasznosításban illetve a gyarapodási tulajdonságokban jelentkező apa x takarmányozási intenzitás kölcsönhatást vizsgálták. Eredményeik szerint minél nagyobb a különbség a teszt és a termelési környezet között annál biztosabban számíthatunk kölcsönhatásra.

Ladegast és mtsai (1985) is gyarapodási és vágási tulajdonságokra vonatkozóan vizsgálták a genotípus-környezet kölcsönhatást. 83 húshasznú bika 2982 ivadékának egy részét teszt állomáson másik részét hízlaldában nevelték. Eredményeik szerint a genotípus x környezet kölcsönhatás akár 46–69%-kal is csökkentheti a teszt állomáson elért szelekciós előrehaladást a vizsgált tulajdonságok kapcsán.

Jelen munkánk célja, hogy újabb adatokhoz jussunk a hazánkban tenyésztett angus tenyészbikák ivadékainak eltérő környezetben nyújtott teljesítményéről, a genotípus x környezet (apa x tenyészet) kölcsönhatásról.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatunkat a Magyar Hereford, Angus, Galloway Tenyésztők Egyesülete által rendelkezésre bocsátott adatbázis alapján végeztük. Az értékelésben 7 tenyészbika, két („A” és „B”) tenyészetben, 1998–2002 között született, 598 ivadékának (266 bikaborjú és 332 üszőborjú) adata szerepelt. Mindegyik bikának, mindkét tenyészetben voltak ivadékai. A vizsgálatban csak azon tenyészbikák adatait használtuk fel, melyeknek legalább 5 ivadéka volt tenyészetenként. Ennek megfelelően a borjak száma bikánként 6 és 206 között változott.

A vizsgált tulajdonság a *választás előtti napi súlygyarapodás* (SGY) és a *205. napra korrigált választási súly* (KVS) volt. A variancia komponenseket *REML* módszerrel határoztuk meg. A modell a következő fix hatásokat tartalmazta: tenyészet, a tehén elléskori életkora, a születés éve, a születés évszaka és az ivar. Véletlen hatások az apa és az apa x tenyészet kölcsönhatás voltak. A borjak életkora-születéstől választásig – mint kovariáló hatás szerepelt a választás előtti napi súlygyarapodás esetében.

A apák tenyésztértékbecsléséhez *apamodellt* alkalmaztunk. Az *apamodell* vegyes modell, mely fix és véletlen hatásokat vesz figyelembe. Alkalmazásához csak az apa ismeretére van szükség, az egyed többi rokoni kapcsolatára nem. A becslést *Harvey's* (1990) *Least Square Maximum Likelihood Computer Program* segítségével végeztük.

A tenyészetek közötti genetikai korrelációkat adott tulajdonság esetén a következő képlet segítségével számoltuk (Dickerson, 1962):

$$r_g = \sigma_A^2 / (\sigma_A^2 + \sigma_{AT}^2)$$

ahol:

r_g = genetikai korreláció σ_{AT}^2 = apa x tenyészet kölcsönhatás varianciája

σ_A^2 = apa varianciája

A tenyészbikák között kialakult rangsor alapján rang-korrelációs koefficiens számítását végeztünk.

Az adatokat Microsoft Excel XP program segítségével rendeztük, majd SPSS 9.0 szoftverrel, Restricted Maximum Likelihood módszer alapján variancia komponenseket becsültünk és rang-korrelációs koefficiens számítását végeztünk.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK

A REML módszerrel becsült variancia forrásokat és azok hozzájárulását az összvarianciához az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat

Varianciaforrások és arányuk az összvarianciában (%)

Tulajdonság (1)	Variancia forrás (4)		
	Apa (5)	Apa x Tenyészet (6)	Fenotípusos-variancia (7)
Súlygyarapodás kg/nap (2)	$5,76 \cdot 10^{-4} \pm 1,50 \cdot 10^{-8}$ (2,35%)	$3,73 \cdot 10^{-4} \pm 2,47 \cdot 10^{-8}$ (1,52%)	$2,45 \cdot 10^{-2}$
205. napos súly kg (3)	$5,70 \pm 34,213$ (0,55%)	$2,08 \pm 46,963$ (0,20%)	1035,76

Table 1: The contribution of source of variance to total variance, %

traits (1); preweaning daily gain (2); 205th-day weight (3); variance component (4); sire (5); sire x population interaction (6); phenotypic variance (7);

Az apa hozzájárulása az összvarianciához, súlygyarapodás esetén 2,35% volt, 205. napos súly esetén pedig csupán 0,55%. Szabó és mtsai (2006; 2007abcde) hazai húsmarha állományokat vizsgálva (húshasznú magyar tarka; angus; hereford; charolais; blonde d'aquitaine; limousin) az apa hozzájárulását az összvarianciához súlygyarapodás esetén 2,32–9,60%, 205 napos súly esetén 1,06–7,10% között találták. Külföldi irodalmak (Burfening, 1982; Nunn és mtsai, 1978; Benyshek, 1979; Tess és mtsai, 1979, 1984; Bertrand és mtsai, 1985, 1987;) szerint az apa, súlygyarapodás esetén 1,8% és 4% közötti, választási súly esetén 0,2 és 7% közötti értékkel járul hozzá az összvarianciához.

Az apa x tenyészet kölcsönhatás mindkét tulajdonság esetén abszolút értékben csak kis mértékben járult hozzá az összvarianciához (kisebb mértékben mint az apa), mégis – figyelembe véve az apák közötti csekély változékonyságot – jelentősnek mondható. A két tulajdonság kapcsán becsült interakciós komponensek (1,52%–0,20%) hasonlóak mint amit a külföldi irodalmakban (0–8,44%) találhatunk (Nunn és mtsai, 1978; Buchanan és Nielsen, 1979; Tess és mtsai, 1979, 1984;

Pahnish és mtsai, 1983 Bertrand és mtsai, 1985, 1987; Klautschek, 1989; Baumung és mtsai, 1989; Müller, 1991; Notter és mtsai, 1992; Ferreira és mtsai, 2001; De Souza és mtsai, 2003; Ibi és mtsai, 2005).

A két tenyészetben, a teljesítmény adatok között számolt genetikai korrelációkat a 2. táblázat tartalmazza. Robertson (1959) szerint a genotípus x környezet interakciónak akkor van jelentősége, ha a különböző tenyészetekben mért azonos tulajdonságok közötti genetika korreláció 0,8-nál kisebb. Az eredményekből jól látszik, hogy a genotípus x környezet kölcsönhatás mindkét tulajdonság esetén jelentősnek bizonyult, mivel az említettél kisebb ($r_g = 0,60-0,73$) genetikai korrelációs együtthatókat kaptunk. Hasonló, 0,8-nál kisebb értékeket kaptak vizsgálatukban Lengyel és mtsai (2003); Soto-Murillo és mtsai (1993); Buchanan és Nielsen (1979); Bertrand és mtsai (1985); Massey és Benyshek (1981); valamint választási súly esetén Nunn és mtsai (1978).

2. táblázat

Genetikai korrelációk (r_g)

„A” tenyészet (1)	„B” tenyészet (2)	
	Súlygyarapodás g/nap (3)	205. napos súly kg (4)
Súlygyarapodás g/nap (3)	0,60	–
205. napos súly kg (4)	–	0,73

Table 2.: Genetic correlations (r_g)

„A” population (1); „B” population (2); preweaning daily gain (3); 205th-day weight (4)

A 3. táblázat az értékelt bikák tenyészértékét mutatja, amit az apamoddellel értékelünk. A becslő tenyészértékek változásából jól látszik, hogy az apa- tenyészet kölcsönhatás jelentősen befolyásolta a genetikai- valamint a környezeti variancia nagyságát. Azt is meg kell azonban jegyeznünk, hogyha a tenyészetenkénti ivadéklétszám kiegyensúlyozottabb lenne, lehetséges, hogy az interakciók nagysága kissé módosulna. A becslő tenyészértékek alapján, a bikák rangsorát a 4. táblázat és az 1. ábra szemlélteti.

3. táblázat

A tenyészbikák becslő tenyészértéke

Apa-modell (1)						
Apa KLS(3)	Ivadékok száma (4)		Tenyészérték (2)			
			Súlygyarapodás g/nap (5)		205. napos súly kg (6)	
	Tenyészet (7)					
	„A”	„B”	„A”	„B”	„A”	„B”
0000014213	60	6	36,29	32,75	1,64	5,68
0000015171	206	27	-7,54	9,99	-1,01	1,02
0000015754	60	6	-12,78	-45,03	-0,629	-8,19
0000015755	58	6	-5,10	-2,50	-0,33	-0,50
0000015756	48	9	-2,81	39,52	0,004	8,18
0000015757	43	15	-9,73	-8,59	-0,56	-0,69
0000015762	47	7	1,68	-26,13	0,89	-5,50

Table 3.: Breeding value of sires

sire-model (1); estimated breeding value (2); sires' number (3); number of progeny (4); preweaning daily gain (5); 205th-day weight (6); population (7);

A táblázatokból és az ábrán jól látszik, – amit már a variancia komponensekből számolt genetikai korrelációs értékek is sugalltak – hogy az apa x tenyészet kölcsönhatás oly mértékű volt, hogy az rangsor változást idézett elő a két környezetben.

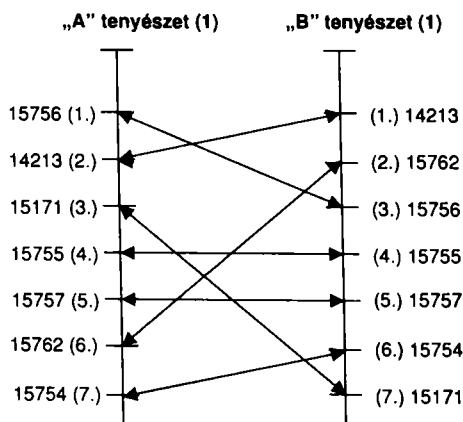
4. táblázat

A tenyészbikák rangsora a két tenyészetben

Apa-modell (1)				
Apa KLS(2)	Súlygyarapodás g/nap (3)		205. napos súly kg (4)	
	Tenyészet (5)			
	„A”	„B”	„A”	„B”
0000014213	2.	1.	2.	1.
0000015171	3.	5.	3.	7.
0000015754	7.	7.	7.	6.
0000015755	4.	4.	4.	4.
0000015756	1.	3.	1.	3.
0000015757	5.	6.	5.	5.
0000015762	6.	2.	6.	2.

Table 4.: Ranking of sires

sire-model (1); sires' number (2); preweaning daily gain (3); 205th-day weight (4); population (5);

1. ábra: Tenyészbikák rangsorváltozása
(205. napos súly)Fig. 1.: Reranking of sires (weight on 205th day)
population (1)

A kiszámított rang-korrelációs koefficiens – 5. táblázat – $r_{\text{rang}} = \text{SGY: } 0,53$; KVS: 0,48 volt, és nem volt szignifikáns, ami azt jelenti, hogy a tenyészbikák egyik környezetben mutatott teljesítményéből semmilyen következtetést nem vonhatunk le, eltérő környezetben várható teljesítményükre vonatkozólag. Hasonlóan mostani eredményeinkhez Klautschek (1989); Müller (1991); Ferreira és mtsai (2001) is 0,8-nál kisebb rang korrelációs értékeket kaptak.

5. táblázat

Rang korrelációk

Tenyészet (1)	„A” (2)	„B” (3)
	Rang korrelációk SGY (r_{rang}) (4)	
„A” (2)	–	0,53 $P > 0,05$
„B” (3)	0,53 $P > 0,05$	–
	Rang korrelációk KVS (r_{rang}) (4)	
„A” (2)	–	0,48 $P > 0,05$
„B” (3)	0,48 $P > 0,05$	–

Table 6.: Rank correlations
population (1); „A” population (2); „B” population (3); rank correlations (4);

Jelen, angus fajtára vonatkozó eredményeink megegyeznek a korábbi magyar tarka, charolais és limousin fajták esetében végzett saját (Fördös és mtsai, 2008abc) vizsgálatunk megállapításaival, ahol is az említett fajták esetében olyan mértékű apa x tenyészet kölcsönhatást találtunk, amelyek a különböző tenyészetekben, tenyészkörzetekben rangsorváltozást idéztek elő a tenyészbikák között.

KÖVETKEZTETÉSEK

Összességében elmondható, hogy mindhárom vizsgálati módszerrel jelentős apa x tenyészet kölcsönhatást találtunk a választás előtti súlygyarapodás és a 205. napos választási súly kapcsán angus fajtában.

A kölcsönhatást oly mértékűnek találtuk, ami a tenyészbikák rangsorváltozását is előidézte a két környezet között. Ebből az eredményből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a tenyészértébecslési eljárás megbízhatósága csökken a vizsgált két tulajdonság kapcsán, ha az interakciókat figyelmen kívül hagyjuk. Ezért javasolható, a tenyészbikák minden egyes újabb környezetben történő mielőbbi – megfelelő ivadéklétszám mellett, kielégítő megbízhatósági szintre törekedve történő – minősítése.

IRODALOM

- Baumung, A. – Tilsch, K. – Wollert, J. – Herrendörfer, G. (1989): Untersuchungen zum Auftreten von Vater x Rasse der Mutter/Umwelt-Wechselwirkungen beim Fleischrind und deren Einfluß auf den Zuchtfortschritt in Reinzucht und Gebrauchskreuzung. Arch. Tierz., 32. 4. 357–367. p.
- Bene, Sz. – Márton, J. – Lengyel, Z. – Nagy, B. – Szabó, F. (2007): Angus borjak választási eredménye. 2. Közlemény: Genetikai paraméterek, tenyészértékek. Állattenyésztés és Takarmányozás, 56. 1. 21–29. p.
- Benyshek, L. L. (1979): Sire x breed of dam interaction for weaning weight in Limousin sire evaluation. J. Anim. Sci., 49. 63–69. p.
- Bertrand, J. K. – Berger, P. J. – Willham, R. L. (1985): Sire x environment interactions in beef cattle weaning weight field data. J. Anim. Sci., 60. 1396–1402. p.
- Bertrand, J. K. – Hough, J. D. – Benyshek, L. L. (1987): Sire x environment interactions and genetics correlations of sire progeny performance across regions in dam adjusted field data. J. Anim. Sci., 64. 77–82. p.

- Buchanan, D. S. – Nielsen, M. K. (1979): Sire by environment interactions in beef cattle field data. *J. Anim. Sci.*, 48. 307–312. p.
- Burfening, P. J. – Kress, D. D. – Friedrick, R. L. (1982): Sire x region of United States and herd interactions for calving ease and birth weight. *J. Anim. Sci.*, 55. 765–770. p.
- De Mattos, D. – Bertrand, J. K. – Misztal, I. (2000): Investigation of genotype x environment interactions for weaning weight for Herefords in three countries. *J. Anim. Sci.*, 78. 2121–2126. p.
- De Souza, J. C. – Gadini, C. H. – Da Silva, L. O. C. – Ramos, A. A. – Euclides Filho, K. – De Alencar, M. M. – Ferraz Filho, P. B. – Van Vleck, L. D. (2003): Estimates of genetic parameters and evaluation of genotype x environment interaction for weaning weight in Nellore cattle. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, 11. 2. 94–100.
- Dickerson, G. E. (1962): Implications of genetic-environmental interaction in animal breeding. *Anim. Prod.*, 4. 47–63. p.
- Ferreira, V. C. P. – Penna, V. M. – Bergmann, J. A. G. (2001): Genotype environmental interaction in some growth traits of beef cattle in Brazil. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 53. 3. 385–392. p. ISSN 0102-0935.
- Fördős, A. – Balika, S. – Keller, K. – Bene, Sz. – Szabó, F. (2008c): Limousin borjak választási eredménye. 3. Közlemény: Genotípus-környezet kölcsönhatás. Állattenyésztés és Takarmányozás, 57. 3. 193–200. p.
- Fördős, A. – Domokos, Z. – Bene, Sz. – Szabó, F. (2008b): Charolais borjak választási eredménye. 3. Közlemény: Genotípus-környezet kölcsönhatás. Állattenyésztés és Takarmányozás, 57. 2. 107–115. p.
- Fördős, A. – Füller, I. – Bene, Sz. – Szabó, F. (2008a): Húshasznú magyartarka borjak választási eredménye 3. Közlemény: Genotípus x környezet kölcsönhatás Állattenyésztés és Takarmányozás, 57. 1. 13–22. p.
- Horn, A. – Dohy, J. (1970): A világ szarvasmarhafajtái, értékelésük és nemesítésük. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Ibi, T. – Hirooka, H. – Kahi, A. K. – Sasae, Y. – Sasaki, Y. (2005): Genotype x environment interaction effects on carcass traits in Japanese Black cattle. *J. Anim. Sci.*, 83. 1503–1510. p.
- Klauschek, G. (1989): Ermittlungen über Zusammenhänge zwischen Umweltniveau und Genotyp-Umwelt-Interaktionen bei Mastleistungen von Rindern. *Arch. Tierz.*, 32. 4. 383–388. p.
- Ladegast, H. – Wollert, J. – Tilsch, K. – Nürnberg, G. – Herrendörfer, G. (1985): Untersuchungen zur Genotyp-Umwelt-Wechselwirkung bei Fleischrindbullen aus der Nachkommenprüfung auf Mast- und Schlachtleistung. *Arch. Tierz.*, 28. 6. 535–542. p.
- Lengyel, Z. – Komlósi, I. – Balika, S. – Major, T. – Erdei, I. – Szabó, F. (2003): Hazai limousin állományok reprodukció és választási eredményeinek vizsgálata. 1. közlemény: Apa modell. Állattenyésztés és Takarmányozás, 52. 1. 25–38. p.
- Massey, M. E. – Benyshek, L. L. (1981): Interactions Involving Sires, Breed of Dam and Age of Dam for Performance Characteristics in Limousin Cattle. *J. Anim. Sci.*, 53. 940–945. p.
- Morris, C. A. – Baker, R. L. – Hickey, S. M. – Johnson, D. L. – Cullen, N. G. – Wilson, J. A. (1993): Evidence of genotype by environment interaction for reproductive and maternal traits in beef cattle. *Animal Production*, 56. 69–83. p.
- Müller, J. (1991): Genotyp-Umwelt-Wechselwirkungen in der Nachkommenprüfung von fleischleistungbetonten Fleckviehbullen. *Arch. Tierz.*, 34. 5. 371–378. p.
- Notter, D. R. – Tier, B. – Meyer, K. (1992): Sire x Herd Interactions for Weaning Weight in Beef Cattle. *J. Anim. Sci.*, 70. 2359–2365. p.
- Nunn, T. R. – Kress, D. D. – Burfening, P. J. – Vaniman, D. (1978): Region by sire interaction for production traits in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 46. 957–964. p.
- Pahnish, O. F. – Koger, M. – Urlick, J. J. – Burns, W. C. – Butts, W. T. – Richardson, G. V. (1983): Genotype x environment interaction in Hereford cattle: III. Postweaning trait of heifers. *J. Anim. Sci.*, 56. 5. 1039–1046. p.
- Robertson, A. (1959): The sampling variance of genetic correlation coefficient. *Biometrics*, 15. 469–485. p.
- Sanftleben, H. – Sanftleben, P. (1994): Ermittlung von Vater-Ration-Wechselwirkungen bei Bullen-Nachkommengruppen verschiedener Genotypen. *Arch. Tierz.*, 37. Sonderheft, 179. p.
- Soto-Murillo, H. W. – Faulkner, D. B. – Gianola, D. – Cmarik, G. F. (1993): Sire x pasture program interaction effects on preweaning performance of crossbred beef calves. *Livest. Prod. Sci.*, 33. 67–75. p.
- Szabó, F. – Balika, S. – Szűcs, M. – Bene, Sz. (2007e): Limousin borjak választási eredménye. 1. Közlemény: Környezeti hatások. Állattenyésztés és Takarmányozás, 56. 6. 541–549. p.

- Szabó, F. – Balika, S. – Zsuppán, Zs. – Nagy, B. – Bene, Sz. (2007d): Blonde d' Aquitaine borjak választási eredménye. 1. Közlemény: Környezeti hatások. Állattenyésztés és Takarmányozás, 56. 4. 289–298. p.
- Szabó, F. – Domokos, Z. – Lengyel, Z. – Zsuppán, Zs. – Bene, Sz. (2007c): Charolais borjak választási eredménye. 1. Környezeti hatások. Állattenyésztés és Takarmányozás, 56. 3. 213–223. p.
- Szabó, F. – Füller, I. – Fördös, A. – Keller, K. – Nagy, B. – Nagy, L. – Bene, Sz. (2006): Húshasznú magyar tarka borjak választási eredménye. 1. Környezeti hatások. Állattenyésztés és Takarmányozás, 55. 4. 333–342. p.
- Szabó, F. – Márton, D. – Nagy, B. – Bene, Sz. (2007b): Hereford borjak választási eredménye. 1. Környezeti hatások. Állattenyésztés és Takarmányozás, 56. 2. 105–115. p.
- Szabó, F. – Márton, J. – Bene, Sz. (2007a): Angus borjak választási eredménye. 1. Közlemény: Környezeti hatások. Állattenyésztés és Takarmányozás, 56. 1. 9–19. p.
- Tess, M. W. – Jerke, K. E. – Dillard, E. V. – Robinson, O. W. (1984): Sire x environment interactions for growth traits of Hereford cattle. J. Anim. Sci., 59. 1467–1476. p.
- Tess, M. W. – Kress, D. D. – Burfening, P. J. – Friedrich, R. L. (1979): Sire by environment interactions in Simmental-sired calves. J. Anim. Sci., 46. 964–971. p.
- Tőzsér, J. – Balázs, F. – Márton, I. – Zándoki, R. (2003): Red és aberdeen angus tenyészbika-jelöltek teljesítményei egy tenyészetben. Állattenyésztés és Takarmányozás, 52. 1. 39–50. p.
- Zándoki, R. – Balázs, F. – Márton, I. – Tőzsér, J. (2003): Az angus fekete és vörös színváltozatának választási teljesítményei egy tenyészetben. Állattenyésztés és Takarmányozás, 52. 3. 203–213. p.

Érkezett: 2008. július
Szerzők címe: Pannon Egyetem, Georgikon Kar
Authors' address: University of Pannonia, Georgikon Faculty
H-8360 Keszthely, Deák F. u. 16.