

CHAROLAIS BORJAK VÁLASZTÁSI EREDMÉNYE*

3. Közlemény: GENOTÍPUS x KÖRNYEZET KÖLCSONHATÁS

FÖRDÖS ATTILA — DOMOKOS ZOLTÁN — BENE SZABOLCS —
KELLER KRISZTIÁN — SZABÓ FERENC

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők az apa x tenyészet kölcsönhatást vizsgálták charolais fajtában, a Magyar Charolais Tenyésztők Egyesülete adatbázisán. Az értékelésben 7 tenyészbika, két tenyészetben, 1990–2001 között született, 546 ivadékának (264 bikaborjú és 282 üszőborjú) adata szerepelt. A vizsgált tulajdonság a választás előtti napi súlygyarapodás (SGY) és a 205. napra korrigált választási súly (KVS) volt. Az értékelt tényezők között a tenyészetet, a tehén elléskori életkorát, a születés évét, a születés évszakát 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}) számítás végeztek. Az adatfeldolgozáshoz *Harvey's* (1990) *Least Square Maximum Likelihood Computer Program*-ot és *SPSS 9.0 for Windows* programot használtak. Az eredmények a következőképp alakultak: $r_g = \text{SGY}_{A-B}$: 0,43; KVS_{A-B} : 0,52 és $r_{\text{rang}} = \text{SGY}$: 0,179 ($P > 0,05$); KVS : 0,179 ($P > 0,05$). A vizsgálat eredménye szerint a két tulajdonság esetében mindhárom módszerrel (variancia analízis, genetikai korreláció, rangkorreláció számítás) jelentős és statisztikailag igazolható ($P < 0,05$) apa x tenyészet kölcsönhatást találtak a charolais fajtában.

SUMMARY

Fördös, A. – Domokos, Z. – Bene, Sz. – Keller, K. – Szabó, F.: WEANING PERFORMANCE OF CHAROLAIS CALVES. 3th Paper: GENOTYPE x ENVIRONMENT INTERACTION

The interaction of sire and herd in Charolais beef cattle breed were examined on data from the Hungarian Charolais Breeders Association. Data of 546 progeny (264 male and 282 female), born between 1990–2001, of seven sires from two populations were evaluated. *Prewaning daily gain* (PDG) and *205-day weight* (205dW) were analysed. Herd, age of cows, year of birth, season of birth and sex of calves as fixed, while sire and sire x herd as a random effect was treated. Between the same performance data in the two herds („A”–„B”) genetic correlation (r_g), while by the gradation of sires rank correlation (r_{rank}), were evaluated. Data were analysed with *Harvey's* (1990) *Least Square Maximum Likelihood Computer Program* and *SPSS 9.0 for Windows*. Results were as follows: $r_g = \text{PDG}_{A-B}$: 0,43; 205dW_{A-B} : 0,52, and $r_{\text{rank}} = \text{PDG}$: 0,179 ($P > 0,05$); 205dW : 0,179 ($P > 0,05$). According to the result of examination strong and significant ($P < 0,05$) sire x herd interaction were found with all three methods in case of the two traits in charolais breed.

* A munkát az NKFP (4/0057/2004 és a 4/0025/2005) támogatta

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Mint a húsmarha fajták esetében általában, úgy a charolais állományokban is, a hízóalapanyag előállítás kapacitását, elsősorban a jó reprodukciós teljesítmény és a borjúnevelő-képesség határozza meg. A tehének borjúnevelő-képességének egyik fontos mutatója a választási súly, mely tulajdonság, a gazdasági eredményt is jelentősen befolyásolja, mivel a választott borjú a húsmarha ágazat egyetlen terméke. A borjak választási teljesítményét egyrészt genetikai képességük, másrészt tartási körülményeik, azaz a környezet határozza meg. Sorozatunk előző cikkeiben (Szabó és mtsai, 2007; Bene és mtsai, 2007) már beszámoltunk a charolais borjak választási eredményét befolyásoló tényezőkről, a választási tulajdonságok populációgenetikai paramétereiről. Munkánk e részében a genotípus x környezet kölcsönhatással foglalkozunk.

Az állat genotípusa és a termelési környezet között kölcsönhatás is fenn áll. Ez azt eredményezi, hogy az eltérő genetikai felépítettségű egyedek adott környezet hatására különbözőképpen reagálnak, illetve azonos genotípusú egyedek eltérő környezeti feltételek között más-más fenotípusos értéket mutathatnak (Horn, 1978). Ennek megfelelően egy populáció fenotípusos varianciája a genetikai és a környezeti hatásokra, valamint a genotípus és környezet kölcsönhatásaira visszavezethető varianciából tevődik össze (Dohy, 1979). A különböző környezeti tényezők és az interakciók hatásának vizsgálatával számos hazai és külföldi kutató foglalkozott: Buchanan és Nielsen (1979); Czakov és mtsai (1979); Bölcsey és mtsai (1980); Pahnish és mtsai (1983); Bertrand és mtsai (1985); Becze (1987); Winroth (1990); Notter és mtsai (1992); Kovács és mtsai (1993); Soto-Murillo és mtsai (1993); Morris és mtsai (1993); Tózsér és mtsai (1996); Gáspárdy és mtsai (1998); Komlósi (1999); De Mattos és mtsai (2000); Ferreira és mtsai (2001); Quintanilla és mtsai (2002); Sandelin és mtsai (2002); De Souza és mtsai (2003); Lengyel és mtsai (2003); Donoghue és Bertrand (2004); Ibi és mtsai (2005); Mascioli és mtsai (2006). A felsorolt publikációkban néhány általános összefüggés, és a charolais fajtára vonatkozó konkrét eredmény is található.

Quintanilla és mtsai (2002) hat európai régió (Írország, Olaszország, és négy francia régió) közötti — fajtatiszta charolais borjak 200. napos választási súlyában megnyilvánuló, variancia heterogenitásból származó — heteroszkedaszticitást vizsgálták. Eredményeik világosan mutatják a heteroszkedaszticitást a földrajzi régiók közötti választási súlyokban. Ez azonban számos tényezőt (környezeti különbségek, eltérő termelési rendszerek, genotípus x környezet interakció) foglal magában, ami megnehezíti a variancia heterogenitás okának meghatározását.

Donoghue és Bertrand (2004) ausztrál, canadai, új zélandi és USA-beli charolais populációk között vizsgálta — születési súly, választási súly és választás utáni gyarapodás kapcsán — a genotípus x ország interakciókat. A négy ország mindegyike között, mindhárom tulajdonság esetén a becsült genetikai korrelációk 0,8-nál magasabbak voltak így a genotípus x ország kölcsönhatást a három tulajdonság kapcsán jelentéktelennek találták.

Morris és mtsai (1993) angus és hereford tehének valamint 11 fajtába (angus, fríz, chianina, limousin, maine anjou, szimmentáli, south devon, hereford, jersey, charolais, blonde d'aquitaine) tartozó bikák párosításának

eredményét vizsgálták három különböző új-zélandi környezetben. A fajtatípus és a keresztezett tehének reprodukciós és növekedési képességeit vizsgálták az első négy ellésig. A reprodukciós tulajdonságokban az eltérő környezet nagyobb különbségeket eredményezett, mint a gyarapodási jellemzőkben, ami genotípus x környezet kölcsönhatást eredményezett a tehének teljesítményének egyes összetevőiben, elsősorban a komplex tulajdonságokban (produkтивitás, tehénteljesítmény).

Mascioli és mtsai (2006) a genotípus x születési évszak interakció jelentőségét vizsgálták a chanchim (5/8 charolais+3/8 zebu) fajtában, választási súly, napi súlygyarapodás és gyarapodási teljesítmény kapcsán. Az eredményeik azt sugallják, hogy a chanchim fajtában a korábban említett tulajdonságok kapcsán, a genetikai értékelésben és a szelekcióban a genotípus x születési évszak kölcsönhatást figyelembe kellene venni.

Az említett vizsgálatok egyértelműen a genotípus x környezet interakciók fontosságára utalnak.

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

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatunkat a Magyar Charolais Tenyésztők Egyesülete által rendelkezésre bocsátott adatbázis alapján végeztük. Az értékelésben 7 tenyészbika, két tenyészetben, 1990 - 2001 között született, 546 ivadékanak (264 bikaborjú és 282 üszőborjú) adata szerepelt. Az adatbázis 2 tenyészetből — „A” és „B” tenyészetből —, 7 tenyészbikától származó borjak adatát tartalmazta. Mindegyik bikának, mindkét tenyészetben voltak ivadékai. A vizsgált tulajdonság a *választás előtti napi súlygyarapodás* (SGY) és a *205. napra korrigált választási súly* (KVS) volt. Az értékelt tényezők között a tenyészetet, a tehén elléskori életkorát, a születés évét, a születés évszakát és az ivart mint fix hatást, az apát, valamint az apa x tenyészet kölcsönhatást mint véletlen hatást vizsgáltuk. A borjak életkora — születéstől választásig — kovariáló hatásként szerepelt a választás előtti napi súlygyarapodás esetében. Az 1. táblázat mutatja az egyes tulajdonságok hatásának becslésére alkalmazott modelleket.

A választás előtti napi súlygyarapodásra alkalmazott modell általános alakja az alábbiak szerint írható fel:

$$\hat{Y}_{ijklmnop} = \mu + S_i + H_j + SH_{ij} + Y_k + E_l + C_m + I_n + b(X_{ijklmno} - X) + e_{ijklmnop}$$

ahol:

$\hat{Y}_{ijklmnop}$ = az i-edik apától, j-dik tenyészetben, k-adik évben, l évszakban, m éves tehéntől, n ivarú, o korú választott borjú választási súlya, életnapra jutó súlygyarapodása

μ = az összes megfigyelés átlaga

E_l = az születési évszak fix hatása

S_i = a bika véletlen hatása

C_m = a tehén elléskori életkorának fix hatása

H_j = a tenyészet fix hatása

I_n = az ivar fix hatása

SH_{ij} = apa x tenyészet kölcsönhatás véletlen hatása

b = regressziós koefficiens

Y_k = a születési év fix hatása

$e_{ijklmnop}$ = véletlen hiba

A becslésre alkalmazott modellek

X		Y	
Variancia forrása(1)	Osztályok(2)	Súlygyarapodás, g/nap(3)	205. napos súly, kg(4)
Apa(5)	7	+	+
Tenyészet(6)	2	+	+
Tehén kora(7)	13	****	****
Év(8)	16	****	****
Évszak(9)	4	**	+
Ivar(10)	2	+	****
Apa x tenyészet(11)	14	**	**
b _i (12)	—	****	—
Hiba(13)	—	+	+

* P<0,1; ** P<0,05; *** P<0,01; **** P<0,001

+ = a modell része, de szignifikáns hatás nélkül(14); — = a modell ezt a hatást nem tartalmazza(15)

Table 1.: The statistical models

source of variance(1), classes(2), preweaning daily gain, g/day(3), 205th day weight, kg(4), sire(5), herd(6), age of cows(7), year(8), season(9), sex(10), sire x herd interaction(11), covariant (age of calves at weaning)(12), residual(13), part of the model, but significant level should not be calculated(14), the model doesn't include this effect(15)

A 205. napra korrigált választási súly értékelési módja az előzőtől annyiban különbözik, hogy a borjak életkorát, mint kovariánst nem építettük be a modellbe. A modell a következőképp alakult:

$$\hat{Y}_{ijklmnop} = \mu + S_i + H_j + SH_{ij} + Y_k + E_l + C_m + I_n + e_{ijklmnop}$$

A bikák tenyésztértékbecsléséhez apamodellt alkalmaztunk. Az apamodell vegyes modell, mely fix és véletlen hatásokat vesz figyelembe. Az egyedmodelltől abban tér el, hogy 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 két tenyészetben a tulajdonságok fenotípusos értékeit felbontottuk genetikai és környezeti értékekre. A tenyészetek közötti genetikai korrelációkat, a két tulajdonság genetikai értékei között számoltuk az alábbi képlet segítségével:

$$r_g = \sigma_{G1G2} / \sqrt{\sigma^2_{G1} * \sigma^2_{G2}}$$

ahol:

r_g = genetikai korreláció

σ^2_{G1} = az adott tulajdonság varianciája az egyik tenyészetben

σ_{G1G2} = a két tulajdonság kovarianciája σ^2_{G2} = az adott tulajdonság varianciája a másik tenyészetben

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

Az adatokat Microsoft Excel XP program segítségével rendeztük, majd varianciaanalízist, illetve rang-korrelációs koefficiens számítását végeztünk SPSS 9.0 szoftverrel.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A vizsgálat eredménye szerint — amint az 1. táblázatban látható — az apa, a tenyészet, súlygyarapodás esetében az ivar illetve 205. napos súly esetén az évszak nem, azonban a tehenek elléskori életkora, a születési év ($P < 0,001$), az apa x tenyészet kölcsönhatás ($P < 0,05$), valamint a választási életkor viszont szignifikánsan ($P < 0,001$) befolyásolta a választás előtti napi súlygyarapodást és a 205. napos súlyt. Ezen eredmények több tekintetben is eltérnek Tózsér és mtsai (1996), Winroth (1990), Bölcskey és mtsai (1980), Becze (1987), Komlósi (1999), Lengyel és mtsai (2003), valamint Szabó és mtsai (2006), eredményeitől. Az említett szerzők szerint ugyanis az apa, a tehenek elléskori életkora, az év, az évszak, az ivar szignifikánsan befolyásolja a választás előtti napi súlygyarapodást és a 205. napos súlyt. Gáspárdy és mtsai (1998), vizsgálatuk során viszont úgy találták, hogy a borjú ivara nem befolyásolta a 205. napos súlyt.

A vizsgált tényezők hozzájárulását a teljes varianciához a 2. táblázat szemlélteti. A táblázatból jól látszik, hogy az apa és a tenyészet önmagában nem, de együttesen már szignifikánsan befolyásolta mindkét tulajdonságot. Az interakciós komponens a választás előtti napi súlygyarapodás esetén a negyedik, a 205. napra korrigált választási súly esetében pedig a harmadik legjelentősebb varianciaforrás volt, az összvariancia 20,20–11,10%-át adva. Ugyancsak szignifikáns apa x tenyészet kölcsönhatást figyeltek meg Buchanan és Nielsen (1979); Pahnish és mtsai (1983); Notter és mtsai (1992); Ferreira és mtsai (2001); De Souza és mtsai (2003); Ibi és mtsai (2005) is.

2. táblázat

A varianciaforrások aránya az összvarianciában, %

Variancia forrása(1)	Súlygyarapodás, g/nap(2)	205. napos súly, kg(3)
Apa(4)	+	+
Tenyészet(5)	+	+
Tehén kora(6)	25,62	10,41
Év(7)	29,75	18,32
Évszak(8)	24,41	+
Ivar(9)	+	60,15
Apa x tenyészet(10)	20,20	11,10

+ = a modell része, de szignifikáns hatás nélkül(11)

Table 2.: The contribution of source of variance to total variance, %
source of variance(1), preweaning daily gain(2), 205th day weight(3), sire(4), herd(5), age of cows(6), year(7), season(8), sex of calf(9), sire x herd interaction(10), part of the model, but significant level should not be calculated(11)

A két tenyészetben, a teljesítmény adatok között számolt genetikai korrelációkat a 3. táblázat tartalmazza. Robertson (1959) szerint a genotípus x környezet interakciónak akkor van jelentősége a különböző tenyészetekben, ha a tulajdonságok közötti genetikai korreláció 0,8-nál kisebb. Az eredményekből jól látszik, hogy a genotípus x környezet kölcsönhatás jelentősnek bizonyult mindkét tulajdonság esetén, mivel az említettél kisebb genetikai korrelációs együtthatókat kaptunk. Ez megegyezik Soto-Murilio és mtsai (1993), Ferreira és mtsai (2001), De Souza és mtsai (2003), valamint a választási súly esetében Buchanan és Nielsen (1979) eredményeivel.

3. táblázat

Genetikai korrelációk „A” és „B” tenyészetek között (r_g)

	Súlygyarapodás, g/nap(1)	205. napos súly, kg(2)
Súlygyarapodás, g/nap(1)	0,43***	—
205. napos súly, kg(2)	—	0,52***

*** $P < 0,01$ Table 3.: Genetic correlations between “A” and “B” breeds (r_g)
preweaning daily gain(1), 205th day weight(2)

A 4. táblázat az értékelte bikák tenyészértékét mutatja. A bikák rangsorát, a becsült tenyészértékek alapján, illetve annak változását szemlélteti, a két gazdaságban mutatott eredményeik alapján, az 5. táblázat és az 1. ábra.

4. táblázat

A tenyészbikák becsült tenyészértéke

Apa KLS(1)	Ivadékok száma(2)		Súlygyarapodás, g/nap(3)		205. napos súly, kg(4)	
	tenyészet(5)					
	„A”	„B”	„A”	„B”	„A”	„B”
9707	42	79	44,96	93,49	10,28	20,75
9823	26	25	42,46	-191,48	8,25	-40,14
10932	78	11	-1,86	-44,27	-0,88	-9,78
11232	22	27	-13,38	34,77	-2,49	8,74
11234	27	87	35,36	101,64	5,61	23,05
12107	16	20	-76,84	-26,70	-14,77	-8,39
13923	77	9	-30,71	32,54	-5,99	5,77

Table 4.: Breeding value of sires
sire's number(1), number of progeny(2), preweaning daily gain(3), 205th day weight(4), herd(5)

A táblázatból és az ábrán jól látszik — amit a kapott genetikai korrelációs értékek is sugalltak —, hogy az apa x tenyészet kölcsönhatás olyan mértékű volt, hogy az rangsor változást idézett elő.

5. táblázat

A tenyészbikák rangsora

Apa KLS(1)	Súlygyarapodás, g/nap(3)		205. napos súly, kg(4)	
	Tenyészet(4)			
	„A”	„B”	„A”	„B”
9707	1	2	1	2
9823	2	7	2	7
10932	4	6	4	6
11232	5	3	5	3
11234	3	1	3	1
12107	7	5	7	5
13923	6	4	6	4

Table 5.: Ranking of sires
sire's number(1), preweaning daily gain(2), 205th day weight(3), herd(4)

1. ábra: Tenyészbikák rangsorváltozása

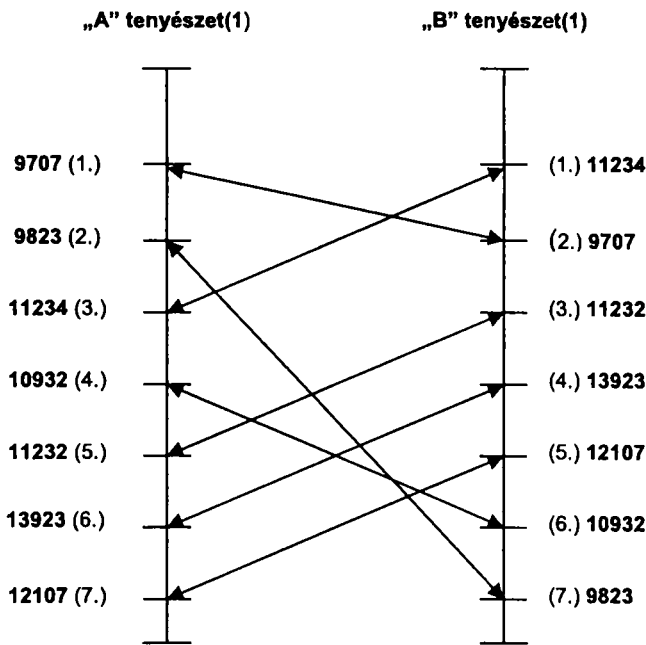


Fig. 1.: Reranking of sires
„A”, „B” herd(1)

A kiszámított rang-korrelációs koefficiens — 6. táblázat — r_{rang} =SGY: 0,179; KVS: 0,179 volt, és nem volt szignifikáns, ami azt jelenti, hogy a különböző genotípusok teljesítményének egyik környezetben történő méréséből semmilyen következtetés nem vonható le arra vonatkozóan, hogy a másik környezetben milyen irányú és jellegű teljesítményváltozásra számíthatunk.

6. táblázat

Rang korreláció		
Tenyészet(1)	„A”	„B”
Rang korrelációk SGY (r_{rang})(2)		
„A”	1	0,179 ($P>0,05$)
„B”	0,179 ($P>0,05$)	1
Rang korrelációk KVS (r_{rang})(3)		
„A”	1	0,179 ($P>0,05$)
„B”	0,179 ($P>0,05$)	1

Table 6.: Rank correlations
herd(1), rank correlations ADG (r_{rang})(2), rank correlations corrected weight of weaning (r_{rang})(3)

Eredményeink hasonlóak *Bertrand és mtsai* (1985); *Notter és mtsai* (1992); *Soto-Murillo és mtsai* (1993) megállapításaihoz, akik olyan mértékű apa x tenyészet kölcsönhatást találtak, amelyek a különböző tenyészetekben, tenyészkörzetekben rangsorváltozást idéztek elő a tenyészbikák között.

KÖVETKEZTETÉSEK

Összességében elmondható, hogy mindhárom módszerrel (variancia analízis, genetikai korreláció, rangkorreláció számítás) jelentős apa x tenyészet kölcsönhatást mutattunk ki a választás előtti napi súlygyarapodás (SGY) és a 205. napra korrigált választási súly (KVS) kapcsán a charolais fajtában.

A genotípus x környezet kölcsönhatást olyan mértékűnek találtuk, ami a választási eredmények alapján a tenyészbikák rangsorváltozását is eredményezte.

A genetikai korrelációs értékek arra utalnak, hogy azonos tulajdonságok adott környezetben való genetikai meghatározottsága csak egy bizonyos részben egyezik meg egy másik környezetben tapasztalt eredménnyel.

A megállapított kölcsönhatás arra hívja fel a figyelmet, hogy a charolais bikák értékelésekor körültekintően kell eljárunk, ha nem ugyanabban a környezetben használjuk őket, ahol a minősítésük történt. A tenyésztérték-bebecslési eljárás megbízhatósága ugyanis csökken a vizsgált két tulajdonságra vonatkozóan, ha az interakciókat figyelmen kívül hagyjuk, vagy csekély számú tenyészetben tapasztaltakra alapozzuk azt. Ezért javasolható, hogy a tenyészbika jelöltek ivadéktelejesítmény-vizsgálatát egyszerre többféle környezetben, tenyészetben végezzék el.

IRODALOM

- Becze, J.(1987): Kérdések és válaszok a szaporodásbiológiai gyakorlatból. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Bene, Sz. – Domokos, Z. – Nagy, B. – Lengyel, Z. – Szabó, F.(2007): Charolais borjak választási eredménye. 2. Közlemény: Genetikai paraméterek, tenyésztértékek. Állattenyésztés és Takarmányozás, 56. 6. 551–562.
- 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.
- Bölcskey, K. – Enyedi, S. – Lányi, I.-né – Szuromi, A.(1980): A tavaszi és az őszi születésű húsborjak választási teljesítménye. Állattenyésztés, 29. 3. 225–231.
- Buchanan, D.S. – Nielsen, M.K.(1979): Sire by environment interactions in beef cattle field data J. Anim. Sci., 48. 307–312.
- Czakó, J. – Tamássy, J.-né – Sántha, T. – Eöry, A. – Batiz, G.(1979): Genotípus-környezet interakciók vizsgálata a szarvasmarha tej- és hústermelésében. Állattenyésztés, 28. 6. 487–495.
- DeMattos, 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.
- 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.
- Dohy, J.(1979): Interakciók a szarvasmarha-tenyésztésben. In: Állattenyésztési genetika. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 176–177.

- Donoghue, K.A. – Bertrand, J.K.(2004): Investigation of genotype by country interactions for growth traits for Charolais populations in Australia, Canada, New Zealand and USA. *Livest. Prod. Sci.*, 85. 2–3. 129–137.
- 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. ISSN 0102-0935.
- Gáspárdy, A. – Szabára, L. – Sváb, L. – Bodó, I.(1998): Charolais borjak választási súlyának üzemi értékelése egyedi állatmodell alkalmazásával. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 47. 6. 503–513.
- Horn, P.(1978): A genotípus x környezet kölcsönhatás. In: A genetika alkalmazásának időszzerű kérdései az állattenyésztésben. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 69–73.
- 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.
- Komlósi, I.(1999): Habilitációs tézis. Debrecen, 13–14.
- Kovács, A. – Szűcs, E. – Völgyi, Cs.J.(1993): A tenyészkörzet, az évszak és az ivar szerepe a limousin borjak választási teljesítményében. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 42. 2. 117–130.
- Lengyel, Z. – Komlósi, I. – Balika, S. – Major, T. – Erdei, I. – Szabó, F.(2003): Hazai limousin állományok reprodukciós és választási eredményeinek vizsgálata. 1. közlemény: Apa modell. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 52. 1. 25–38.
- Mascioli, A.S. – De Alencar, M.M. – De Freitas, A. R.(2006): A study of the genotype x environment interaction for growth traits in beef cattle using Bayesian inference. *R. Bras. Zootec.*, 35. 6. 2275–2284.
- 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. *Anim. Prod.*, 56. 69–83.
- Notter, D.R. – Tier, B. – Meyer, K.(1992): Sire x herd interactions for weaning weight in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 70. 2359–2365.
- Pahmish, O.F. – Koger, M. – Urick, 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.
- Quintanilla, R. – Laloe, D. – Renand, G.(2002): Heterogeneity of variances across regions for weaning weight in Charolais breed. *Proc. 7th Wrlld Congr. Gen. Appl. Livest. Prod.*, 32. 367–370.
- Robertson, A.(1959): The sampling variance of genetic correlation coefficient. *Biometrics*, 15. 469–485.
- Sandelin, B.A. – Jr. Brown, A.H. – Brown, M.A. – Johnson, Z.B. – Kellogg, D.W. – Stelzleni, A.M.(2002): Genotype x environmental interaction for mature size and rate of maturing for Angus, Brahman, and reciprocal-cross cows grazing bermudagrass or endophyte infected fescue. *J. Anim. Sci.*, 80. 3073–3076.
- 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.
- Szabó, F. – Domokos, Z. – Lengyel, Z. – Zsuppán, Zs. – Bene, Sz.(2007): Charolais borjak választási eredménye. 1. Közlemény: Környezeti hatások. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 56. 3. 213–223.
- 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*, 54. 4. 333–342.
- Tózsér, J. – Dobora, L. – Domokos, Z. – Kertész, I. – Zsoltész, S.(1996): Charolais borjak választási teljesítményének értékelése egy törzstenyésztésben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 45. 4., 349–357.
- Winroth, H.(1990): Effects of non-genetic factors and development of adjustment factors for live weight at different ages in beef breeds. *Proc. 4th Wrlld Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.*, Edinburgh, XV. Beef cattle, sheep and pig genetics and breeding, fibre, fur and meat quality. 299–302.

Érkezett: 2007. szeptember
 Szerzők címe: Pannon Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar
 Authors' address: University of Pannonia, Georgikon Faculty of Agriculture
 H-8360 Keszthely, Deák F. u. 16..