

USPOREDBA MODELA S GRUPAMA I MODELA S MATRICOM SRODNOSTI U OCJENI UZGOJNE VRIJEDNOSTI BIKOVA

Sonja Jovanovac, M.Kapš, I.Knežević, P.Caput

Sažetak

Uzgojne vrijednosti (UV) holstein-friesian bikova ($n=35$) ocijenjene su primjenom dvaju modela na temelju podataka o proizvodnji njihovih kćeri u prvoj laktaciji ($n=4659$). Skup fiksnih utjecaja farma \times godina \times sezona isti je za oba modela. Model 1 uzimao je u obzir uz fiksne i utjecaj grupe bikova, a model 2 srodnost između bikova. Koeficijent korelacije između hipotetskog i procijenjenog utjecaja bikova u modelu 1 za količinu mlijeka, masti i postotka masti iznosio je .529, .549 i .501, a u modelu 2 za ista svojstva .595, .588 i .671. Koeficijenti linearne i korelacije redoslijeda pokazali su da statistički značajnih razlika nije bilo ni u UV niti u redoslijedu bikova. Budući da uzimanje u obzir srodnosti između bikova omogućava ocjenu mladih bikova, s malim brojem podataka ili bez njih, model s matricom srodnosti ima prednost.

Uvod

U procjeni uzgojne vrijednosti bikova (UV) metoda najbolje linearne objektivne procjene (BLUP) pokazat će se uspješnom samo u slučaju dobro odabranog modela. Izbor dobrog, odnosno odgovarajućeg modela pretpostavlja uzimanje u obzir svih bitnih činilaca koji mogu utjecati na točnost procjene. To znači poznavanje svih specifičnosti populacije iz koje odabiremo bikove.

Budući da bikovi potječu iz različitih godina i uzgoja, pretpostavka je da su različitog genotipa, što valja uvažavati u modelu, kao efekt grupe. Tako uvažavamo genetski trend, ističe Henderson (1973), a između mnogih u svojim ispitivanjima to su potvrdili Schaeffer i sur. (1975), Lederer i sur. (1975), Pogačar i sur. (1986), Sonja Jovanovac (1989). U populacijama, manje ili više, postoji srodstvo među bikovima. Henderson (1975) je pokazao da matrica srodnosti (inverzna matrica srodnosti) može biti upotrebljena unutar jednadžbi mješovitog modela za dobivanje BLUP rješenja. Henderson (1975.a) i Quaas (1976) pokazuju algoritme za jednostavnije računanje inverzne matrice. Upotreba matrice srodnosti reducira varijancu greške procjene, što pokazuje valjanost modela u točnosti procjene genetske vrijednosti životinja.

Na točnost procjene UV bika utječe broj kćeri. Kad je u pitanju srodnost između

Dr. Sonja Jovanovac, docent; dr. Ivan Knežević, red. prof., Poljoprivredni fakultet Osijek; mr. Miroslav Kapš, asistent; dr. Pavo Caput, red. prof., Agronomski fakultet, Zagreb

bikova, manji broj kćeri bika, a veći broj kćeri srodnika uvjetuje uočljive razlike u UV istih bikova ocijenjenih modelom s matricom srodnosti u odnosu na model bez uvažavanja srodnosti (Ka pš i sur., 1992).

Cilj ovog rada bio je ispitati da li uvođenje utjecaja grupa bikova u jednom modelu i primjena matrice srodstva u drugom modelu na istom uzorku bikova i holstein-friesian (HF) populacije u Hrvatskoj ima utjecaja na ocjenu UV i redosljed bikova.

Materijal i metode

Uzgojne vrijednosti za 35 bikova HF pasmine procijenjene su na temelju 4659 laktacijskih zaključaka njihovih kćeri. U ispitivanje su uključeni svi testirani bikovi iz vlastitog uzgojnog programa, zastupljeni s najmanje 10 kćeri.

Tab. 1 - BROJ VLASTITIH KĆERI (N) I KĆERI SRODNIKA (N*)
NUMBER OF DAUGHTERS AND DAUGHTERS OF RELATIVES

Bik Bull	n	n*	Bik Bull	n	n*	Bik Bull	n	n*	Bik Bull	n	n*
65	65	0	110	18	336	157	42	231	189	71	124
74	1062	92	126	55	845	164	67	38	190	41	154
75	231	42	128	16	884	165	38	67	192	17	14
76	18	0	129	258	10	170	60	202	193	58	842
81	92	1062	135	14	248	171	83	111	194	14	17
99	18	766	139	141	121	172	33	58	195	17	59
101	29	0	141	336	18	173	47	215	197	13	887
106	766	18	154	37	27	174	58	33	198	36	40
107	758	142	156	27	37	188	23	53			

Uzgojne vrijednosti za količinu mlijeka, količinu masti i postotak masti procijenjene su metodom najbolje linearne objektivne procjene (BLUP - Henderson, 1973). Primijenjena su dva tipa mješovitog modela: u prvom je uzet u obzir utjecaj grupe bikova (Model 1), a u drugom srodnost između bikova (Model 2). Skup fiksnih utjecaja farma x godina x sezona uključen je u oba modela.

Vrijednosti komponente varijance očeva (σ^2_a) i neprotumačene varijance (σ^2_e) uzeti su na temelju $h^2 = .20$ za sva tri svojstva (Sonja Jovanovac, 1990; Caput i sur., 1991):

	Mlijeko (kg)	Mast (kg)	Mast (%)
σ^2_a	5×10^4	5×10^1	5×10^{-3}
σ^2_e	95×10^4	95×10^1	95×10^{-3}

Matrična notacija modela 1 je ovog oblika:

$$Y = X\beta + Wg + Z\hat{a} + e \quad \text{Model 1}$$

Gdje su:

- Y - vektor podataka svojstava mliječnosti
- β - vektor nepoznatih fiksnih utjecaja
- g - vektor nepoznatih utjecaja grupa
- \hat{a} - vektor nepoznatih slučajnih aditivnih genetskih utjecaja
- X - matrica oblika fiksnih utjecaja
- W - matrica oblika utjecaja grupa
- Z - matrica oblika aditivnih genetskih utjecaja
- e - vektor slučajnih neprotumačenih utjecaja

U ovom modelu farma x godina x sezona i grupe bikova su fiksni utjecaji, a bikovi slučajni utjecaji.

Mješoviti model može se pisati ovako:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'W & X'Z \\ & W'W & W'Z \\ \text{sym} & & Z'Z + \sigma^2_a I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ g \\ \hat{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Y \\ W'Y \\ Z'Y \end{bmatrix}$$

Gdje je $\sigma^2_a = \sigma^2_e \sigma^2_a$, σ^2_e je komponenta neprotumačene varijance i σ^2_a je komponenta varijance bikova.

Uzgojna vrijednost bikova izračunata je iz izraza:

$$UV = 2 \times (g_i + \hat{a}_{ij})$$

gdje je:

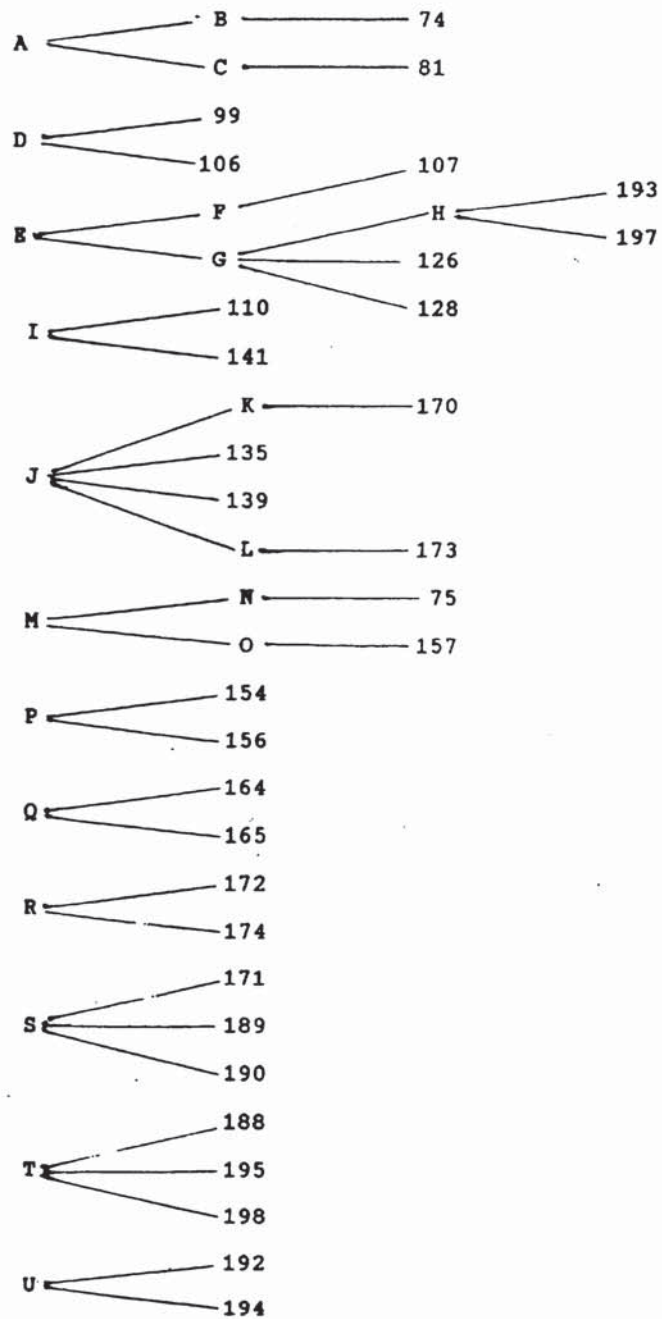
- g_i - utjecaj grupe bikova
- \hat{a}_{ij} - utjecaj bikova

Genetske grupe određene su prema godini rođenja bikova (tab. 2).

Tab. 2 - GRUPE BIKOVA - GROUPS OF SIREs

Grupa Group	Godina rođenja Year of birth	Broj bikova Number of sires	Broj kćeri Number of daughters
G1	1975-1977	5	1468
G2	1978-1979	4	1571
G3	1980-1981	7	838
G4	1982-1983	5	211
G5	1984-1985	14	571
Ukupno		35	4659

Crtež 1 - SRODNOST IZMEĐU BIKOVA - RELATIONSHIP AMONG BULLS



Na istom uzorku utvrđena je srodnost između bikova (crtež 1), što je poslužilo kao osnova za model 2.

Za procjenu UV prema modelu 2 upotrebljen je također mješoviti model matrice notacije:

$$Y = X\beta + Z\hat{a} + c \quad \text{Model 2}$$

Gdje su:

Y - vektor podataka svojstava mliječnosti

β - vektor nepoznatih fiksnih utjecaja

\hat{a} - vektor nepoznatih slučajnih aditivnih genetskih utjecaja

X - matrica oblika fiksnih utjecaja

Z - matrica oblika aditivnih genetskih utjecaja

e - vektor slučajnih neprotumačenih utjecaja

Komponente varijance očeva (σ^2_a) i neprotumačene varijance (σ^2_e) procijenjeni su na temelju vrijednosti heritabiliteta kao i u modelu 1.

Mješoviti model se, prema tome, može pisati:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ \text{sym} & Z'Z + aA^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ \hat{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \end{bmatrix}$$

Gdje su $a = \sigma^2_e / \sigma^2_a$ i A je matrica srodnosti.

Matrica srodnosti A izračunata je kako navode Henderson (1975) i Quaas (1976).

Uzgojna vrijednost bikova izračunata je prema izrazu:

$$UV = 2 \times \hat{a}$$

U ocjeni valjanosti modela upotrebljen je koeficijent korelacije između hipotetskog i procijenjenog utjecaja bikova:

$$r_{\hat{a}a} = (\text{var } \hat{a} / \text{var } a)^{0.5}$$

Radi utvrđivanja razlika između UV procijenjenih modelom 1 i modelom 2 izračunate su linearne i korelacije redosljedja.

Rezultati i rasprava

Utjecaj grupe bikova, ocijenjen modelom 1 (tab. 3), izražen je kao odstupanje od bazne grupe. U ovom slučaju u baznoj grupi su bikovi najstarijih godišta. Na taj način genetski trend uvažen je u ocjeni UV.

Sonja Jovanovac i sur.: Usporedba modela s grupama i modela s matricom srodnosti u ocjeni uzgojne vrijednosti bikova

Tab. 3 - UTJECAJ GRUPE BIKOVA NA KOLIČINU MLIJEKA, KOLIČINU I SADRŽAJ MLIJEČNE MASTI
INFLUENCE OF GROUP SIRES ON MILK AND FAT YIELD AND FAT CONTENT

Grupe - Groups	Kg Mlijeka - Milk kg	Kg Masti - Fat kg	% Masti - Fat %
G1	0	0	0
G2	-71.75	-1.41	0.0136
G3	-96.00	1.69	0.0795
G4	-64.70	1.88	0.0590
G5	105.12	2.03	-0.0261

Na tablici 4 prikazani su podaci varijabilnosti ocjena UV bikova u oba modela. Razlike u prosječnoj UV mogu se pripisati razlikama u modelu. Varijabilnost UV, ocijenjena standardnom devijacijom, manja je u modelu 2.

Tab. 4 - STATISTIČKI POKAZATELJI VARIJABILNOSTI UZGOJNIH VRIJEDNOSTI BIKOVA OCIJENJENIH MODELOM 1 I MODELOM 2
STATISTICAL PARAMETERS OF VARIABILITY OF SIRES' BREEDING VALUES ESTIMATED BY MODEL 1 AND MODEL 2

Statistički pokazatelji Statistical Parameters	Model 1			Model 2		
	Mlijeko Milk kg	Mast Fat kg	Mast Fat %	Mlijeko Milk kg	Mast Fat kg	Mast Fat %
X Mean	10.8	2.5	0.03	3.3	0.1	-0.01
s St.Dev.	321.6	9.3	0.12	301.4	9.3	0.10
Min	-581.1	-14.2	-0.23	-564.7	-15.8	-0.25
Max	833.2	26.3	0.25	788.6	24.0	0.19
Var _a	195956	1049.1	0.171	241356	2356.0	0.306
ra _a	0.529	0.549	0.501	0.595	0.588	0.761

Varijanca utjecaja bikova (var \hat{a}) povećava se u modelu 2 za sva tri svojstva. To može biti rezultat povećanja efektivnog broja kćeri. Vrijednost hipotetske varijance (var a) izračunata je na temelju $h^2 = .20$, jer se u literaturi vrijednost h^2 za količinu mlijeka i mliječne masti kreće od .20 do .35. Međutim, u nekim istraživanjima za našu populaciju HF goveda utvrđen je znatno niži h^2 (Sonja Jovanovac, 1990; Caput i sur., 1991; Kapš i Posavi, 1991), pa se time može razjasniti znatno niža hipotetska varijanca.

Tab. 5 - KOEFICIJENTI LINEARNE (r_p) I KORELACIJE REDOSLIJEDA (r_s) IZMEĐU UZGOJNIH VRIJEDNOSTI BIKOVA PO MODELU 1 I 2
COEFFICIENTS OF LINEAR (r_p) AND RANK CORRELATION (r_s) BETWEEN BREEDING VALUES OF SIRES BY MODEL 1 AND MODEL 2

Koeficijenti korelacije Coefficients of correlations	Mlijeko kg - Milk kg	Mast kg - Fat kg	Mast % - Fat %
r_p	0.97	0.99	0.94
r_s	0.94	0.99	0.96

Redosljed bikova što se tiče UV neznatno se razlikuje (tab. 5 i tab. 6), odnosno koeficijenti linearne i korelacije redosljeda vrlo su visoki za sva tri obilježja. Razlike u UV pojavljuju se uglavnom u mladih bikova, odnosno u onih koji imaju manji broj kćeri. U tom slučaju bikovi su objektivnije ocijenjeni, jer se povećava broj podataka putem kćeri srodnika, što daje prednost modelu 2.

Tab. 6 - REDOSLIJED BIKOVA PREMA UZGOJNOJ VRIJEDNOSTI OCIJENJENOJ METODOM 1 I 2
RANK OF SIREs ACCORDING TO BREEDING VALUES ESTIMATED BY MODEL 1 AND 2

Bik Bull	Model 1			Model 2	
	Grupa Group	Mlijeko Milk	Redosljed Rank	Mlijeko Milk	Redosljed Rank
65	1	-291.4	32	-283.1	32
74	1	-276.0	31	-272.2	31
75	1	417.9	5	423.7	4
76	1	226.4	9	231.3	8
81	1	-76.9	22	-74.8	19
99	2	-6.7	16	79.2	11
101	2	-522.8	34	-455.4	34
106	2	39.7	12	46.8	12
107	2	-84.2	23	-76.2	20
110	3	-236.1	29	-201.5	28
126	3	-220.5	28	-139.7	23
128	3	-202.0	26	-83.5	21
129	3	119.3	10	136.9	10
135	3	-192.3	25	-60.7	16
139	3	-31.2	18	3.4	15
141	3	-581.1	35	-564.7	35
154	4	-504.5	33	-427.3	33
156	4	30.9	15	42.8	13
157	4	308.1	7	369.0	5
164	4	-208.1	27	-188.4	27
165	4	-273.4	30	-230.0	30
170	5	-109.0	24	-159.5	25
171	5	647.7	2	602.0	2
172	5	833.2	1	788.6	1
173	5	438.2	4	368.6	6
174	5	544.3	3	535.5	3
188	5	-23.0	17	-145.0	24
189	5	293.8	8	262.3	7
190	5	-68.4	20	-66.5	18
192	5	-74.2	21	-206.2	29
193	5	70.2	11	11.6	14
194	5	33.0	14	-125.0	22
195	5	-32.7	19	-166.0	26
197	5	351.5	6	201.2	9
198	5	38.6	13	-61.7	17

Nedostatak modela 2 su znatno veći troškovi računanja u rješavanju inverzne matrice srodnosti, koja je u pravilu mnogo veća nego sustav linearnih jednadžbi u BLUP proceduri postupka. Zato ovaj model zahtijeva mnogo jače hardverske sustave, a algoritmi i strategije koje se primjenjuju znatno su manje efikasne.

Henderson (1975) navodi prednosti upotrebe podataka srodnika: 1. povećava se točnost procjene, pogotovo za bikove s malo ili bez potomaka; 2. zahtijeva manji broj (ili potpunu eliminaciju) genetskih grupa u uvažavanju genetskog trenda i genetskih razlika između populacija; 3. skraćuje vrijeme potrebno za procjenu UV na temelju podataka srodnika.

Demfle (1982) upozorava da je upotreba matrice srodnosti zajedno s genetskim grupama problematična. Pollak i Quaas (1983) pokazuju da upotrebom AM (Animal Model), odnosno uzimanje u obzir srodničkih odnosa smanjuje potrebu za formiranjem genetskih grupa. Westell i sur. (1988) pokazuju algoritam za ukomponiranje genetskih grupa u AM, da bi se pravilno procijenile UV u slučaju migracije novih gena u populaciju. Efekt grupe dolazi stoga u obzir samo ako između životinja nema srodstva. Henderson i Quaas (1976) navode da uvažavanje srodničkih odnosa najviše povećava točnost procjene UV kada su heritabiliteti niski, a od najveće je koristi kada se svojstvo ne može direktno procijeniti u životinje koja je kandidat za selekciju. U našem uzgojnom programu HF goveda stalan je problem točnost mjerenja, odnosno procjene nekog svojstva. Vladaju u velikoj mjeri nekontrolirani uvjeti. Posljedica toga su i relativno niski izračunati heritabiliteti mliječnosti. Zbog toga opravdano je služiti se srodničkim odnosima u postupcima procjene UV.

Zaključak

Usporedba između modela s genetskim grupama (Model 1) i modela s matricom srodnosti (Model 2) pokazala je da nije bilo većih razlika u redoslijedu bikova što se tiče procijenjene UV za količinu mlijeka, masti i sadržaja mliječne masti, izuzev u mladih bikova. Činjenica da se točnost procjene povećava s većim brojem podataka (o srodnicima), ide u prilog modelu 2. Postoje li odgovarajuće mogućnosti kompjuterske tehnike, koja bi rješavala sve zahtjeve za izračunavanje matrice srodnosti, model 2 bi našao opravdanu primjenu u praksi.

LITERATURA

1. Caput, P., I. Jakopović, M. Posavi i M. Kapš, (1991): Genetic parameters and breeding goals in Croatia. PZS. 55: 471 - 476.
2. Demfle, L. (1984): Zuchtwertschaetzung beim Rind mit einer ausführlichen Darstellung der BLUP-Methode. Fortschritte der Tierzucht und Zuchtungsbiologie - Beihefte zur Zeitschrift für Tierzucht und Zuchtungsbiologie. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
3. Henderson, C. R. (1973): Sire evaluation and genetic trends. Proc. Anim. Breed. Genet. Symp in Honor of Dr. Jay Lush. ASAS and ADSA, Champaign, IL.
4. Henderson, C. R. (1974): General Flexibility of linear model techniques for sire evaluation. J. Dairy Sci. 57: 963.
5. Henderson, C. R. (1975): Use of relationship among sires to increase accuracy of sire evaluation. J. Dairy Sci. 58: 1731.
6. Henderson, C. R. (1975a): Rapid method for computing the inverse of a relationship matrix. J. Dairy Sci. 58: 1727.

7. Henderson, C.R. i R.L. Quaas, (1976): Multiple trait evaluation using relatives' records. *J. Anim. Sci.* 43: 1188.
8. Jovanovac Sonja, (1989): Procjena uzgojne vrijednosti bikova holstein-friesian pasmine metodom BLUP. *Stočarstvo* 43: 295-301.
9. Jovanovac Sonja, (1990): Genotipski fenotipski parametri mliječnih osobina u populaciji goveda Holstein pasmine. *Stočarstvo* 44: 3.
10. Kapš, M. i M. Posavi, (1991): Procjene komponenti varijance za osobine mliječnosti Henderson III i REML metodom. *PZS* 56: 151.
11. Kapš, M., M. Posavi i P. Caput, (1992): Procjena uzgojne vrijednosti bikova holstein-friesian pasmine uvažavajući rodbinske veze. *Stočarstvo* 46: 1-9.
12. Lederer, J., O. Vogt-Rohlf, H. Buthman, (1975): Die Zuchtwertschätzung von Bullen unter Berücksichtigung systematischer Einflüsse, *Zuchtungskde.* 47: 427-440.
13. Pogačar, J., M. Škof i M. Štepec, (1986): Ocjenjivanje priplodne vrijednosti bikova metodom BLUP. *Stočarstvo* 40: 33-40.
14. Pollak, E.J. i R.L. Quaas, (1983): Definition of group effects in sire evaluation model. *J. Dairy Sci.* 66: 1503.
15. Quaas, R.L. (1976): Computing the diagonal elements and inverse of a large numerator relationship matrix. *Biometrics* 32: 949
16. Schaeffer, L.R., M.G. Freeman i E.B. Burnside, (1975): Evaluation of Ontario Holstein dairy sires for milk and fat production. *J. Dairy Sci.* 58: 109-115.
17. Westell, R.A., R.L. Quaas i L.D. Van Vleck, (1988): Genetic groups in an animal model. *J. Dairy Sci.* 71: 1310.

COMPARISON OF BLUP MODEL USING GROUPS WITH MODEL USING RELATIONSHIP MATRIX IN SIRE EVALUATION

Summary

Data consisted of 4659 first lactation cows sired by 35 Holstein-Friesian bulls in breeding conditions in Croatia. Breeding values of sires for milk yield, fat yield and fat content were estimated by two different models: Model 1 included group effect according to year of sire's birth; Model 2 used relationship matrix. Both models considered farm x year x season as fixed effects. The estimates of sires breeding values by model 1 differed from those by model 2 to a small extent. Differences existed in estimates of young bulls with small number of information. Because the accuracy of estimated breeding values increases with increasing number of progeny information, the relationship model is generally superior to the group model. Some advantages and disadvantages of models were discussed.

Primljeno: 16. 3. 1993.