

PROCJENA UZGOJNE VRIJEDNOSTI BIKOVA UVAŽAVAJUĆI KORELACIJE IZMEĐU SVOJSTAVA

M. Kapš, M. Posavi, P. Caput, M. Ernoić

Sažetak

Procijenjene su uzgojne vrijednosti (UV) za količinu mlijeka i mliječne masti (kg) 20 bikova HF pasmine, na temelju 2109 laktacija njihovih kćeri. UV su procijenjene primjenjujući BLUP na dva načina, sa i bez uvažavanja korelacije između svojstava (Single trait i Multiple trait model). Uporabom dvaju spomenutih modela nisu dobivene značajne razlike u procjeni UV bikova. Tako su Single trait modelom dobivene slijedeće neprotumačene standardne devijacije za mlijeko i mast (kg): 1077.0 i 36.8. Gotovo iste vrijednosti za navedena svojstva dobivene su multiple trait modelom: 1076.9 i 36.8 kg. Korelacije između hipotetske i procijenjene varijance bikova iznosile su za količinu mlijeka .894 (Single trait) i .899 (Multiple trait), a za količinu mliječne masti .563 (Single trait) i .561 (Multiple trait).

Uvod

BLUP (Best linear unbiased prediction) se primjenjuje u različitim modelima genetskog vrednovanja životinja (Henderson, 1973.), odnosno u procjeni uzgojnih vrijednosti (UV). Njime se izabiru životinje (procjenjuju slučajni efekti životinje) tako da su i fiksni efekti nepoznati, a varijance i kovarijance su obično poznate. Henderson (1974., 1975.) uključuje u model srodnost među bikovima. U ovom modelu potrebna je inverzna matrica srodnosti. Henderson (1975a) i Quaas (1976.) navode metode koje pojednostavljaju računanje te matrice, štedeći kompjutersko vrijeme i memoriju.

Povećanjem mogućnosti i kapaciteta kompjutora primjenjuju se sve složeniji modeli za procjenu UV. Henderson i Quaas (1976), te Henderson (1976) pokazuju uporabu podataka srodnika za istovremenu procjenu UV za više svojstava između kojih postoji korelacija (Multiple trait evaluation). Spomenuti autori navode da takva procjena ima prednost kada je korelacija između svojstava visoka. Isto se tako može primjenjivati za procjenu UV onih svojstava za koje ne postoje potpuni podaci. U tom slučaju upotrebljavaju se podaci drugih svojstava koji se mogu izmjeriti ranije ili je pak njihovo mjerenje jeftinije. Multiple trait uvažava sve dostupne informacije - podatke po ocu i srođnicima i korelaciju među svojstvima.

Kako u Hrvatskoj još nije uporabljena "multiple trait metoda", ovim istraživanjem htjeli smo prikazati tu metodu i ispitati da li ona objektivnije procjenjuje UV

Mr. Miroslav Kapš, asistent, mr. Marijan Posavi, asistent, dr. Pavo Caput, izv. prof., dipl. ing. Miljenko Ernoić, Agronomski fakultet, Zagreb.

bikova HF pasmine. U tu svrhu uspoređena su dva modela. U prvom modelu nisu uzete u obzir korelacije između svojstava, odnosno UV su procijenjene za svako svojstvo posebno. Nasuprot tome drugi model je uvažavao korelacije između procijenjivanih svojstava.

Materijal i metode istraživanja

Za procjenu uzgojne vrijednosti 20 bikova HF pasmine korišteni su podaci o mliječnosti za 2109 kćeri. Analizirani su podaci o količini mlijeka i mliječne masti (kg) u prvoj laktaciji. Istraživani uzorak (tablica 1) pripada populaciji HF goveda Hrvatske.

Tab. 1 - PROIZVODNI POKAZATELJI KĆERI PROCJENJIVANIH BIKOVA
DESCRIPTION STATISTICS FOR DAUGHTERS OF OBSERVED BULLS

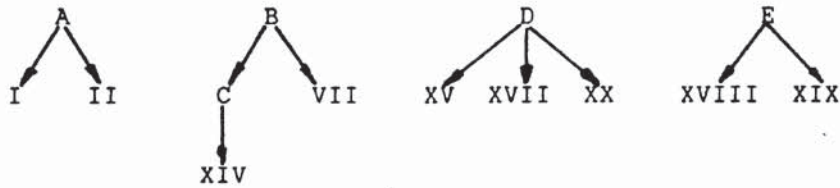
Svojstvo Trait	N	\bar{X}	std	min	max	V (%)
Mlijeko - Milk (kg)	2109	6148.8	1274.8	2061	10426	20.73
Mast - Fat (kg)	2109	213.8	42.7	71	357	19.98

Broj kćeri po bikovima je slijedeći:

Bik	n	bik	n
I	14	XI	159
II	12	XII	201
III	71	XIII	201
IV	38	XIV	147
V	96	XV	10
VI	15	XVI	15
VII	12	XVII	22
VIII	18	XVIII	228
IX	18	XIX	107
X	72	XX	14

Na shemi 1 prikazane su rodbinske veze promatranih bikova. Velikim slovima (A-E) označeni su bikovi kojima nije procjenjivana UV, već su upotrebljavani samo za utvrđivanje rodbinskih veza potomaka (označenim rimskim brojkama od I do XX). Tako je npr. bik XIV sin bika C i unuk bika B.

Shema 1 - SRODNOST MEĐU BIKOVIMA
RELATIONSHIP AMONG BULLS



Za procjenu UV upotrebljen je mješoviti model (Henderson 1973.), gdje su farma x sezona fiksni utjecaji, a bikovi slučajni.

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z & 0 \\ 0 & Z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix}$$

$Y_{1,2}$ - vektor podataka svojstava mliječnosti (1 mlijeko, 2 mast)
 $\beta_{1,2}$ - vektor nepoznatih fiksnih utjecaja
 $a_{1,2}$ - vektor nepoznatih slučajnih aditivnih genetskih utjecaja
 X - matrica oblika fiksnih utjecaja
 Z - matrica oblika aditivnih genetskih utjecaja
 $e_{1,2}$ - vektor slučajnih neprotumačenih utjecaja

Srednje vrijednosti i varijance slučajnih utjecaja definirane su :

$$E \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{i} \quad \text{Var} \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G \cdot A & 0 \\ 0 & R \end{bmatrix}$$

A predstavlja matricu srodnosti među bikovima a G i R su:

$$G = \begin{bmatrix} 5 \cdot 10^4 & 1250 \\ 1250 & 50 \end{bmatrix} \quad R = \begin{bmatrix} 95 \cdot 10^4 & 26500 \\ 26500 & 950 \end{bmatrix}$$

Hipotetske vrijednosti G i R uzete su na temelju $h^2 = .2$ za oba svojstva, te genetske i okolišne korelacije (r_g i r_s) $\approx .8$ (Caput i sur. 1991.).

Uzgojne vrijednosti procijenjene su na dva načina. U prvom slučaju nije uvažena korelacija između količine mlijeka i masti (single trait - MODEL 1), dok je u drugom uzeta u obzir korelacija (multiple trait - MODEL 2).

Model 1, uporabljen u procjeni UV, izgleda ovako:

$$\begin{bmatrix} r^{11}X'X & 0 & r^{11}X'Z & 0 \\ & r^{22}X'X & 0 & r^{22}X'Z \\ & & r^{11}Z'Z+g^{11}*A-1 & 0 \\ \text{sym} & & & r^{22}Z'Z+g^{22}*A-1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \hat{a}_1 \\ \hat{a}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r^{11}X'Y_1 \\ r^{22}X'Y_2 \\ r^{11}Z'Y_1 \\ r^{22}Z'Y_2 \end{bmatrix}$$

Gdje su:

$$R^{-1} = \begin{bmatrix} r^{11} & 0 \\ 0 & r^{22} \end{bmatrix} \quad G^{-1} = \begin{bmatrix} g^{11} & 0 \\ 0 & g^{22} \end{bmatrix}$$

Model 2 izgleda ovako:

$$\begin{bmatrix} r^{11}X'X & r^{12}X'X & r^{11}X'Z & & r^{12}X'X \\ & r^{22}X'X & r^{21}X'X & & r^{22}X'Z \\ & & r^{11}Z'Z+g^{11}*A-1 & & r^{12}Z'Z+g^{12}*A-1 \\ \text{sym} & & & & r^{22}Z'Z+g^{22}*A-1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \hat{a}_1 \\ \hat{a}_2 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} r^{11}X'Y_1 + r^{12}X'Y_2 \\ r^{21}X'Y_1 + r^{22}X'Y_2 \\ r^{11}Z'Y_1 + r^{12}Z'Y_2 \\ r^{21}Z'Y_1 + r^{22}Z'Y_2 \end{bmatrix}$$

Gdje je:

$$R^{-1} = \begin{bmatrix} r^{11} & r^{12} \\ r^{12} & r^{22} \end{bmatrix} \quad G^{-1} = \begin{bmatrix} g^{11} & g^{12} \\ g^{12} & g^{22} \end{bmatrix}$$

Uzgojna vrijednost bikova izračunata je prema formuli:

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

U procjeni prikladnosti modela primijenjena je neprotumačena standardna devijacija modela (Se), te korelacija između stvarnog utjecaja bikova (a) i procijenjenih vrijednosti (\hat{a}), koja se može izračunati iz $r_{a\hat{a}} = (\text{var } \hat{a} / \text{var } a)$. 5. Radi utvrđivanja razlika između modela izračunate su linearne korelacije i korelacije redoslijeda UV bikova. Inverzna matrica srodnosti (A^{-1}) izračunata je kako navede Henderson (1975 a) i Quaas (1976.).

Rezultati i rasprava

Na tablici 2 i 3 prikazane su UV bikova za količinu mlijeka i masti, te redoslijed bikova prema procijenjenim UV.

Tab. 2 - PROCIJENJENE UZGOJNE VRIJEDNOSTI BIKOVA (UV) ZA KOLIČINU MLIJEKA (KG), MODELI 1-2
PREDICTED BREEDING VALUES OF BULLS (BV) FOR MILK YIELD (KG), MODELS 1-2

Bik Bull	Model 1			Model 2		
	UV	BV	Redoslijed Rang	UV	BV	Redoslijed Rang
I		110	7	46		7
II		-138	12	-128		12
III		3	8	10		8
IV		830	2	838		2
V		-243	15	-232		15
VI		-182	13	-211		14
VII		-374	19	-373		19
VIII		197	3	199		4
IX		-261	17	-260		17
X		851	1	890		1
XI		-117	11	-105		10
XII		-90	10	-125		11
XIII		175	4	137		5
XIV		124	6	120		6
XV		-334	18	-340		18
XVI		161	5	220		3
XVII		-222	14	-210		13
XVIII		-638	20	-631		20
XIX		-35	9	-38		9
XX		-255	16	-254		16

Kao što se vidi iz tablice najveću procijenjenu UV u oba modela za količinu mlijeka imaju bikovi X i IV, a najmanju bikovi VII i XVIII. Najveću UV za količinu masti u oba modela imaju bikovi IV i XVIII, a najmanju bikovi V i VII (tablica 3).

Tab. 3 - PROCIJENJENE UZGOJNE VRIJEDNOSTI BIKOVA (UV) ZA KOLIČINU MLJEČNE MASTI (KG), MODELI 1-2
 PREDICTED BREEDING VALUES OF BULLS (BV) FOR MILK FAT YIELD (KG), MODELS 1-2

Bik Bull	Model 1		Model 2	
	UV	BV	UV	BV
I	13.6	3	15.1	3
II	-5.7	14	-6.0	14
III	-2.5	12	-2.8	12
IV	19.2	1	18.7	1
V	-9.2	19	-9.4	20
VI	0.7	9	1.8	8
VII	-9.4	20	-8.8	19
VIII	8.5	5	8.3	5
IX	-0.3	11	-0.4	11
X	3.3	8	1.7	9
XI	-8.0	18	-8.3	18
XII	5.9	6	6.9	6
XIII	13.2	4	13.9	4
XIV	4.6	7	4.4	7
XV	-7.4	17	-6.7	15
XVI	-5.6	13	-7.5	17
XVII	-7.0	16	-7.2	16
XVIII	17.1	2	16.5	2
XIX	0.1	10	0.1	10
XX	-6.1	15	-5.8	13

Vrlo su male razlike u procijenjenim UV između modela, osim za bikove I, XII i XVI za količinu mlijeka i bikove XVI, I i X za količinu masti (tablica 2 i 3). To pokazuje i korelacija između UV ($r = .998$ i $.996$ za mlijeko i mast), (tablica 5). Redoslijed bikova na temelju procijenjenih UV, različit je za sedam bikova za mlijeko i sedam za mast. Razlike nisu velike, osim u bika XVI za mast koji je 13. prema modelu 1 i 17. prema modelu 2. Male razlike potvrđuju relativno visoke korelacije redoslijeda ($r_r = .822$ za mlijeko i $.979$ za mast), (tablica 5).

Na tablici 4 prikazane su standardne devijacije uzgojnih vrijednosti (S_{UV}), neprotumačene standardne devijacije (s_e), varijance bikova (s^2_a) i korelacije između hipotetske i procijenjene varijance bikova ($ra\hat{a}$).

Standardna devijacija za neprotumačeni utjecaj (s_e) nešto je manja u modelu 2 za mlijeko, dok je za mast jednaka u oba modela. Varijanca bikova za mlijeko manja je u modelu 1, a za mast je jednaka.

Tab. 4 - STANDARDNE DEVIJACIJE (s_{uv}) UZGOJNIH VRIJEDNOSTI, NEPROTUMAČENE STANDARDNE DEVIJACIJE (s_e), KOMPONENTE VARIJANCE BIKOVA (s^2_a) I KORELACIJE IZMEĐU HIPOTETSKE I PROCIJENJENE VARIJANCE PO BIKOVIMA ($r_{\hat{a}\hat{a}}$) ZA MODELE 1 I 2. STANDARD DEVIATIONS (s_{uv}) OF BREEDING VALUES, ERROR STANDARD DEVIATIONS (s_e), SIRE VARIANCE COMPONENTS (s^2_a) AND CORRELATIONS BETWEEN TRUE AND PREDICTED SIRE EFFECTS FOR MODELS 1 AND 2, RESPECTIVELY.

	S_{uv}	S_e	S^2_a	$r_{\hat{a}\hat{a}}$
Model 1				
Mlijeko - Milk	353.7	1077.0	39985.7	0.894
Mast - Fat	9.0	36.8	15.8	0.563
Model 2				
Mlijeko - Milk	359.1	1076.9	40404.1	0.899
Mast - Fat	9.1	36.8	15.8	0.561

Tab. 5 - LINEARNE (r) I KORELACIJE REDOSLIJEDA (r_r) IZMEĐU UV ZA SVOJSTVA MLJIJEČNOSTI, MODEL 1 I 2. LINEAR (r) AND RANG (r_r) CORRELATIONS BETWEEN MILK TRAITS, MODEL 1 AND 2.

	Mlijeko 2 - Milk 2		Mast 1 - Fat 1		Mast 2 - Fat 2	
	r	r_r	r	r_r	r	r_r
Mlijeko 1 Milk 1	.998	.882	.743	.501	.689	.399
Mlijeko 2 Milk 2			.700	.366	.641	.236
Mast 1 Fat 1					.996	.979

Uključivanjem u model dodatnih podataka smanjuje se varijanca (standardna devijacija) ostatka. Iz prikazanih rezultata vidi se da je standardna devijacija ostatka za količinu masti jednaka u oba modela. Henderson i Quaas (1976.) napominju, da je u slučaju većih razlika između ulaznih (ko) varijanci koje se primjenjuju u modelu i stvarnih vrijednosti moguće da varijanca ostatka u modelu s korelacijom bude jednaka ili veća nego u modelu bez korelacije. To potvrđuje relativno niska korelacija između hipotetske i procijenjene varijance bikova za količinu masti (.563 u modelu 1 i .561 u modelu 2). Tako niska korelacija rezultat je bitno različite hipotetske varijance ($s^2_a=50$) od procijenjene ($s^2_a=15.8$). Vrijednost hipotetske varijance izračunata je na temelju heritabiliteta $h^2=.2$, jer se u literaturi vrijednost h^2 za količinu masti kreće od .2 do .35. Međutim, u nekim istraživanjima za našu populaciju HF goveda utvrđen je znatno niži h^2 (Jovanovac, 1990; Caput i sur., 1991.; Kapš i Posavi, 1991.), pa se time donekle može razjasniti znatno niža procijenjena varijanca od hipotetske.

"Multiple trait model" procjenjuje objektivnije UV za bikove koji imaju malo podataka po pojedinom svojstvu ili uopće nemaju podataka o proizvodnji potomaka. Nadalje, uvažavanjem korelacije u većoj mjeri smanjuje se neobjektivnost procjene zbog selekcije na pojedina svojstva (Henderson, 1975. b; Pollak i Quaas, 1981.).

Nedostatak "Multiple trait" modela čine znatno veći troškovi računanja zbog rješavanja sistema većeg broja linearnih jednažbi i veće količine podataka. Zato ovaj model zahtijeva mnogo jače hardverske sisteme, a algoritmi i strategije što se primjenjuju su znatno manje efikasne. Primjerice "Single trait" može iskoristiti unutrašnju kompjutersku memoriju, a "Multiple trait" mora iskoristiti i vanjsku memoriju (diskove). Osim toga za "Multiple trait" potrebno je mnogo više poznatih genetskih parametara. Primjerice za "Single model" s tri osobine potrebna su tri heritabiliteta, a za multiple su potrebna tri heritabiliteta, tri genetske korelacije, tri korelacije okoliša i tri fenotipske varijance. Pitanje je kolike vrijednosti uzeti za te parametre kao hipotetske ulaze u model i na temelju kojih se izračunavaju procijenjene vrijednosti. Nepouzdanost tih parametara može dovesti do neobjektivnih procjena UV, osobito u populacijama gdje su slabo kontrolirani uvjeti. Iz svega proizlazi da je u sadašnjim prilikama u praksi našeg uzgojnog programa najbolje služiti se "Single trait" modelom za procjenu UV.

Zaključak

Za procjenu UV mogu se primijeniti modeli sa i bez uvažavanja korelacije među svojstvima ("Multiple trait" i "Single trait"). "Multiple trait" je objektivniji što su hipoteski parametri pouzdaniji. Međutim to ne znači da ovaj model treba uvijek primijeniti. Tako su u ovom radu dobivene male razlike između dva modela u procjeni UV. Potrebno je naći ravnotežu između valjanosti modela i troškova rada i računanja. Stoga je u našim uvjetima dovoljno služiti se "Single trait" modelom za procjenu UV.

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, (1975b.): Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. Biometrics 31:423.
8. Henderson, C. R. (1976.): Multiple trait sire evaluation using the relationship matrix. J. Dairy Sci. 59:769.
9. Henderson, C. R. i R. L. Quaas. (1976.): Multiple trait evaluation using relatives' records. J. Anim. Sci. 43:1188.
10. Jovanovac Sonja. (1990.): Genotipski i fenotipski parametri mliječnih osobina u populaciji goveda Holstein pasmine. Stočarstvo 44:3.
11. Kapš M., M. Posavi. (1991.): Procjene komponenti varijance za osobine mliječnosti Henderson III i REML metodom. PZS 56:151.

12. Pollak i Quaas, (1981.): Monte Carlo study of genetic evaluation using sequentially selected records J. Anim. Sci.)
13. Quaas, R. L. (1976.): Computing the diagonal elements and inverse of a large numerator relationship matrix. Biometrics 32:949

BREEDING VALUE ESTIMATION OF HOLSTEIN-FRIESIAN BULLS USING MULTIPLE TRAIT EVALUATION

Summary

In this paper the best linear unbiased prediction (BLUP) of breeding values of 20 bulls, using multiple trait evaluation was determined. Research was carried out on 2109 milk trait records of their daughters. There were only slight differences between estimating breeding values without and with incorporation of correlation among traits. Furthermore, error standard deviations (s_e) were almost equal (milk yield: 1077.0 and 1076.9.8; fat yield: 36.8 and 36.8, respectively).

Primljeno: 13. 10. 1992.