

UDK: 636.06+636.2
Originalni naučni rad

PROCENA PRIPLODNE VREDNOSTI KRAVA CRNO-BELE RASE UPOTREBOM SELEKCIJSKOG INDEKSA

*D. Stanojević, R. Đedović, V. Bogdanović, M. Popovac, P. Perišić, R. Beskorovajni**

Izvod: Cilj istraživanja bila je konstrukcija selekcijskog indeksa, na osnovu čijeg skora bi se mogle rangirati krave prilikom njihovog odabira i formiranja roditeljskih parova. U konstrukciju selekcijskog indeksa uključene su najvažnije osobine mlečnosti posmatrane u standardnoj laktaciji: prinos mleka (PM305), sadržaj mlečne masti (%MM305) i sadržaj proteina (%MP305).

Varijanse i kovarijanse neophodne za konstrukciju selekcijskog indeksa izračunate su primenom mešovitog modela metodom najmanjih kvadrata. Ekonomska vrednost osobina je izražena kao odnos relativne promene troškova po jedinici osobina uključenih u selekcijski indeks.

Grla obuhvaćena istraživanjem prosečno su proizvela u standardnoj laktaciji 8261 kg mleka sa 294,14 kg mlečne masti i 270,07 kg proteina. Jednačina selekcijskog indeksa prikazana u radu odabrana je iz grupe jednačina selekcijskog indeksa, kao jednačina sa najvećom korelacijom između jednačine i agregatnog genotipa, koja je iznosila 0,4275.

Ključne reči: selekcijski indeks, osobine mlečnosti, crno bela rasa.

Uvod

Oplemenjivanje domaćih životinja je veoma složen zootehnički postupak kako po ciljevima koje treba ostvariti, tako i po metodama koje se primenjuju. U ovaj posao uključen je veliki broj učesnika, počev od odgajivača, osnovnih, regionalnih i centralnih odgajivačkih organizacija, centara za veštačko osemenjavanje, stručnih i naučnih organizacija i fakulteta.

Ciljevi oplemenjivanja domaćih životinja su različiti i utvrđuju se na osnovu dugoročnih planova i programa razvoja stočarstva. Oplemenjivanje se sprovodi odabirom roditeljskih parova, čijim parenjem dobijamo generaciju potomaka, kod kojih želimo da osobine, koje su od ekonomskog značaja za proizvodnju, budu što istaknutije u odnosu na populaciju iz koje potiču njihovi roditelji. Odabir roditeljskih parova najčešće se vrši na osnovu procenjene priplodne vrednosti grla.

Ekonomičnost proizvodnje u govedarstvu zavisi od većeg broja osobina, tj da bi se dobile životinje koje bi bile ekonomične u proizvodnji, neophodno je vršiti selekciju na veći broj osobina istovremeno. Efekat selekcije u situaciji kada se vrši selekcija na veći broj osobina je manji nego kada bi se vršila selekcija pojedinačno na svaku osobinu. Međutim ukupan efekat selekcije je veći u tom slučaju. U savremenoj govedarskoj proizvodnji, prilikom odabira priplodnih grla znatno više pažnje se poklanja odabiru bikova, zbog većeg broja potomaka koje ostavljaju i samim tim većeg uticaja na genetski napredak populacije u kojoj se koriste.

Selekcijski indeks predstavlja jedan od metoda za procenu priplodne vrednosti kada se vrši selekcija na veći broj osobina istovremeno. Selekcijski indeks kombinuje proizvodne nivoe dve i više osobina i za dobijanje skora na osnovu kog se vrši rangiranje i odabir grla. Ovako dobijeni skor je u maksimalnoj korelaciji sa genetskim doprinosom individue. Prilikom procene priplodne vrednosti upotrebom selekcijskog indeksa mogu se koristiti

* Dragan Stanojević, dipl. inž. polj., asistent; Dr Radica Đedović, vanredni profesor; Dr Vladan Bogdanović, vanredni profesor; Mladen Popovac, dipl. inž. polj., asistent; Dr Predrag Perišić, vanredni profesor; Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, Republika Srbija. Dr Radmila Beskorovajni, istraživač saradnik; Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, Republika Srbija.

E-mail prvog autora: stanojevic@agrif.bg.ac.rs. Rad je realizovan u okviru projekta TR 31086 kojeg finansira Ministarstvo prosvete nauke i tehnologije.

podaci o proizvodnim rezultatima same individue kao i njenih srodnika. Prvi put selekcijski indeks je upotrebljen u selekciji biljaka, da bi Hazel i Lush (1942) prvi put upotrebili ovaj metod i u selekciji domaćih životinja.

Prednosti selekcijskog indeksa kao metoda za procenu priplodne vrednosti jeste da uvažava različite nivoe osobina koje su uključene u njegovu kosntrukciju, kao i njihovu naslednost i povezanost. Još jedna njegova prednost jeste relativno jednostavna primena kada se utvrdi jednačina selekcijskog indeksa (Radojković i sar., 2010; Popovac i sar. 2014). Selekcijiski indeks se od njegovog nastanka koristi u selekciji goveda, kako mlečnih tako i tovnih goveda. Na samom početku upotrebe selekcijskih indeksa u selekciji mlečnih goveda akcenat je stavljen na osobine mlečnosti, i to na prinos mleka i prinos mlečne masti (Tabler i Touchberry, 1955). U svom istraživanju VanRaden (2002) je proučavajući selekcijske indekse koji se koriste za ocenu priplodne vrednosti kod mlečnih goveda utvrdio da u 6 država (Nemačka, Francuska, Velika Britanija, Izrael, Australija i Novi Zeland) u selekcijske indekse su bile uključene samo osobine mlečnosti, da se u 3 zemlje (SAD, Kanada i Italija) oko trećina vredosti ukupnog skora selekcijskog indeksa odnosi na osobine tipa i dugovečnosti, dok neke zemlje poput Danske su pored ovih osobina uvele i reproduktivne osobine kao i osobine vezane za zdravstveni status grla.

Izvedeno istraživanje, čiji su rezultati prikazani u radu, imalo je za cilj izračunavanje jednačine selekcijskog indeksa. Utvrđena jednačina selekcijskog indeksa bi na jednostavan način davala selekcijski skor koji se može koristiti prilikom rangiranja i odabira krava kao jednog od roditelja naredne generacije.

Materijal i metod istraživanja

Prilikom konstrukcije selekcijskog indeksa neophodno je poznavanje genetskih i fenotipskih varijansi i kovarijansi, kao i ekonomske vrednosti za svaku osobinu uključenu u konstrukciju jednačine selekcijskog indeksa. U setu podataka koji je poslužio za izračunavanje genetskih i fenotipskih varijansi i kovarijansi ukupno je bilo 4229 laktacija od 1929 krava gajenih na farmama Poljoprivredne korporacije Beograd u periodu od 2004-2012. godine. Krave su bile potomci 53 bika oca i sve su se nalazile pod A kontrolom mlečnosti.

Priplodna vrednost ocenjena metodom selekcijskog indeksa može se prikazati sledećom opštom jednačinom:

$$I = b_1 (X_1 - \bar{X}_1) + b_2 (X_2 - \bar{X}_2) + \dots + b_n (X_n - \bar{X}_n)$$

gde je:

I – relativna priplodna vrednost grla ocenjena selekcijskim indeksom, odnosno vrednost selekcijskog indeksa utvrđena za dato grlo,

b_i – koeficijenti višestruke regresije za svaku osobinu uključenu u selekcijski indeks,

$(X_i - \bar{X}_i)$ – razlika između fenotipske vrednosti osobine koja je uključena u selekcijski indeks za datu individuu i proseka populacije za datu osobinu.

Ukupna priplodna vrednost nekog grla jednaka je zbiru priplodnih vrednosti za svaku osobinu i moguće ga je predstaviti pomoću sledeće formule:

$$G = v_1 G_1 + v_2 G_2 + \dots + v_n G_n, \text{ gde je:}$$

G-agregatni genotip,

$v_{1..n}$ -ekonomska vrednost svojstava,

$G_{1..n}$ -genotipovi osobina uključenih u agregatni genotip.

Ukoliko je korelacija između genetske vrednosti grla (G) i vrednosti selekcijskog indeksa (I) maksimalna, jednačina ima sledeći izgled:

$$P*b=G*v, \text{ odnosno,}$$

$$b=G*v*P^{-1}, \text{ gde je:}$$

P- matrica fenotipskih varijansi i kovarijansi,

G- matrica genetskih varijansi i kovarijansi,

v- vektor ekonomskih vrednosti osobina uključenih u selekcijski indeks,

b- vektor višestrukih koeficijenata regresije.

U konstrukciju selekcijskog indeksa uključene su osobine od primarnog značaja za proizvodnju mleka, i to: prinos mleka (**PM305**), sadržaj mlečne masti (**%MM305**) i sadržaj proteina (**%MP305**). Sve osobine su posmatrane u standardnoj laktaciji.

Vrednosti genetskih i fenotipskih varijansi i kovarijansi, su izračunati metodom najmanjih kvadrata (Harvey, 1990) i primenom sledećeg mešovitog modela:

$$Y_{ijklm} = \mu + F_j + L_k + G_l + S_m + H_n + o_i + e_{ijklmn},$$

U kojem je:

Y_{ijklm} – fenotipska ispoljenost ispitivane osobine,

μ -opšti prosek populacije,

F_j -fiksni uticaj j-te farme,

L_k - fiksni uticaj k-te laktacije,

G_l - fiksni uticaj l-godine teljenja,

S_m -fiksni uticaj m-te sezone teljenja,

H_n - fiksni uticaj grupe na osnovu udela HF gena (I-grupa do 50% HF gena, II-grupa od 51-75% HF gena, III-grupa od 76-88% HF gena, IV-grupa od 89-94% gena HF rase, V-grupa od 95-100% HF gena),

o_i -slučajni uticaj i-tog bika-oca,

e_{ijklmn} -slučajna greška.

Određivanje ekonomske vrednosti osobine je najvažniji i najkompleksniji zadatak prilikom konstrukcije selekcijskog indeksa. Hazel (1943) je definisao ekonomsku vrednost kao novčani iznos za koji se poveća profit kada se ostvari unapređenje osobine za jednu jedinicu (kg, %, g, itd) dok ostale osobine uključene u selekcijski indeks ostaju nepromenjene. U literaturi se sreću različiti načini za izražavanje ekonomske vrednosti osobina uključenih u procenu priplodne vrednosti domaćih životinja. Najčešće su ekonomske vrednosti izražene u apsolutnim novčanim jedinicama. Prilikom izražavanja ekonomske vrednosti najčešće se koriste dva metoda (Groen i sar. 1997):

- 1) Kod prvog načina prilikom izračunavanja ekonomske vrednosti uzimaju se vrednosti proizvoda i inputa, kao i njihovi pariteti iz prethodnog perioda.
- 2) Drugi pristup se zasniva na simulaciji proizvodnih rezultata koristeći profitnu funkciju i bioekonomski model.

Za izražavanje ekonomske vrednosti na gore pomenuta dva načina neophodno je poznavanje velikog broja parametara kao i njihova stabilnost u dužem vremenskom periodu,

kako bi utvrđene ekonomske vrednosti zaista dale adekvatan efekat, jer je selekcijski pritisak na određenu osobinu direktno proporcionalan ekonomskoj vrednosti posmatrane osobine. Usled ne postojanja adekvatnih tržišnih odnosa u dužem vremenskom periodu u proizvodnji mleka, a i kalkulacija i ekonomskih procena određenih parametara u našoj zemlji, neophodnih kod upotrebe bioekonomskog modela, u ovom radu je upotrebljena metodologija koja se zasniva na upotrebi odnosa između troškova i ispoljenosti osobine (Radojković 2000; Vukelić i sar. 2004; Popovac i sar. 2014). Ekonomska vrednost iskazana na ovakav način predstavlja relativan pokazatelj.

Prilikom izračunavanja ekonomskih vrednosti osobina uključenih u konstrukciju jednačine selekcijskog indeksa polazna pretpostavka je bila da su sve osobine uključene u selekcijski indeks registrovane u standardnoj laktaciji, kao i da su sva grla u toku standardne laktacije ostvarila 305 hranidbenih dana. Osnovna ekonomska pretpostavka je da su troškovi jednog hranidbenog dana kao ekonomske veličine isti tokom celog perioda koji se posmatra, što u praksi nije slučaj, ali veći troškovi u početnoj fazi laktacije kompezuju manje troškove u kasnijim fazama. Ekonomska vrednost osobina uključenih u konstruisanje selekcijskog indeksa dobijena je poređenjem relativnih pokazatelja smanjenja troškova između primarne osobine i druge dve osobine. Ekonomske vrednosti posmatranih osobina date su u tabeli 1:

Tab. 1: Ekonomske vrednosti osobina.

Economic value of traits.

Osobina <i>Traits</i>	PM305 (kg)	%MM305 (%)	%MP305 (%)
Ekonomska vrednost osobina <i>Economic value of traits</i>	1	2249	2493,53

PM305-prinos mleka - *milk yield*, %MM305-sadržaj mlečne masti - *butterfat content*, %PM305-sadržaj proteina u mleku - *protein content*.

Rezultati rada i diskusija

U tabeli 2 date su prosečne vrednosti i varijabilnost osobina mlečnosti u standardnoj laktaciji koje su ostvarila grla obuhvaćena istraživanjem:

Tab. 2: Pokazatelji fenotipske ispoljenosti i varijabilnosti osobina mlečnosti u standardnoj laktaciji.

Mean values and variability of milk yield traits in standard lactation.

Osobina <i>Trait</i>	n	\bar{X}	SD	Cv (%)	min	max
PM305 (kg)	4229	8261	1650	19,97	3373	13597
%MM305 (%)		3,57	0,192	5,37	2,92	4,25
PMM305 (kg)		294,14	59,16	20,11	120,43	481,58
%MP305 (%)		3,27	0,109	3,33	2,89	3,65
PMP305 (kg)		270,07	52,71	19,51	111,50	439,20

PM305-prinos mleka - *milk yield*, %MM305-sadržaj mlečne masti - *butterfat content*, PMM305-prinos mlečne masti - *butterfat yield*, %PM305-sadržaj proteina u mleku - *protein content*, PMP305-prinos proteina - *protein yield*.

Grla obuhvaćena istraživanjem prosečno su proizvela u standardnoj laktaciji 8261 kg mleka sa 294,14 kg mlečne masti i 270,07 kg proteina. Utvrđene vrednosti su znatno više od vrednosti koje je u svom istraživanju na istoj populaciji utvrdile Radica Đedović (2000), Radmila Beskorovajni (2000), kao i od rezultata koje su utvrdili Carlen i sar. (2004). Kada se uporede utvrđene vrednosti za posmatrane osobine sa rezultatima koje je utvrdila Radmila Beskorovajni (2014), utvrđeni prinos mleka i mlečne masti u standardnoj laktaciji su viši, dok je vrednost sadržaja mlečne masti u skladu sa navodima pomenutog autora.

U istraživanju je ispitan uticaj fiksnih faktora na fenotipsku ispoljenost i varijabilnost osobina mlečnosti u standardnoj laktaciji, i to farme, laktacije, godine, sezone u kojoj je grlo proizvelo i uticaj udela HF gena. U tabeli 3 date su vrednosti F-testa za ispitivane faktore:

Tab. 3: Vrednosti F-testa za ispitivane faktore.
Values F-test for investigated effects.

Osobina <i>Trait</i>	F vrednosti <i>F values</i>					
	Farma <i>Farm</i>	Laktacija <i>Lactation</i>	Godina <i>Year</i>	Sezona teljenja <i>Season of calving</i>	Udeo HF gena <i>Share of HF genes</i>	Determinacija modela, (r ²) <i>Determination of model</i>
PM305	14,96*	211,10**	15,74**	50,14**	19,25**	0,223
%MM305	66,85**	6,66**	24,65**	6,33**	0,26 ^{nz}	0,056
PMM305	32,68*	187,34**	21,98**	43,11**	25,33**	0,208
%MP305	72,84**	6,19**	30,42**	25,75**	3,76**	0,048
PMP305	18,34**	211,63**	17,36**	40,93**	32,48**	0,224

^{nz}- ne postoji statistički značajan uticaj - *no statistically significant effect*, ($p>0,05$); * - postoji statistički značajan uticaj - *statistically high significant effect*, ($0,05>p>0,01$); ** - postoji visoko statistički značajan uticaj - *statistically very high significant effect*, ($p<0,01$).

Faktori uključeni u analizu uticali su visoko statistički značajno ($p<0,01$) na sve posmatrane osobine mlečnosti u standardnoj laktaciji, osim udela HF gena, koji nije ispoljio statistički značajan uticaj na sadržaj mlečne masti. Do sličnih rezultata su došli u svojim istraživanjima Latinović i sar. (1990), Stanojević i sar. (2012) i Beskorovajni (2014).

Vrednosti fenotipskih i genetskih varijansi i kovarijansi izračunate su metodom najmanjih kvadrata (Harvey 1990) i korišćene su prilikom rešavanja sistema normalnih jednačina, radi utvrđivanja koeficijenata višestruke regresije (b).

Nakon rešavanja sistema normalnih jednačina i utvrđivanja koeficijenata višestruke regresije, konstruisana je jednačina selekcijskog indeksa koja je imala sledeći oblik:

Tab. 4: Jednačina selekcijskog indeksa i vrednosti koeficijenta korelacije indeksa sa agregatnim genotipom (r_{IAG})
Selection indices equations and coefficients of correlation of selection index and aggregate genotype (r_{IAG})

Jednačina selekcijskog indeksa <i>Selection indices equations</i>	r_{IAG}
$I=0,169^1(X_1-8261)+137,020^2(X_2-3,57)-114,907^3(X_3-3,27)$	0,4275

¹-koeficijent višestruke regresije koeficijenata za PM305 - *coefficient of multiplied regression for PM305*), ²- koeficijent višestruke regresije za %MM305 - *coefficient of multiplied regression for %MM305*), ³- koeficijent višestruke regresije za %MP305 - *coefficient of multiplied regression for %MP305*), $X_{1,2,3}$ -fenotipska vrednost za osobine uključene u SI - *phenotypic value for traits included in SI*.

Prikazana jednačina selekcijskog indeksa odabrana je iz grupe jednačina selekcijskog indeksa, kao jednačina sa najvećim koeficijentom korelacije između jednačine i agregatnog genotipa, koji je iznosio 0,4275. Konstruisana jednačina na optimalan način kombinuje nivoe fenotipske ispoljenosti tri osobine uključene u njega, pri čemu se dobijeni skor nalazi u maksimalnoj korelaciji sa priplodnom vrednošću grla.

Zaključak

Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da su grla obuhvaćena izvedenim istraživanjem postigla značajan nivo proizvodnje. Pored visokog nivoa ispoljenosti posmatranih osobina mlečnosti, utvrđena je i značajna varijabilnost osobina, koja ostavlja značajan prostor za budući selekcijski rad.

Takođe, utvrđena je i visoka statistička značajnost ($p < 0,01$) uticaja farme, sezone, godine i laktacije na posmatrane osobine mlečnosti praćene u standardnoj laktaciji.

Konstruisana je jednačina selekcijskog indeksa u koju su uključene tri osobine mlečnosti posmatrane u standardnoj laktaciji: prinos mleka (**PM305**), sadržaj mlečne masti (**%MM305**) i sadržaj proteina (**%MP305**). Konstruisana jednačina imala je najviši koeficijent korelacije između selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa ($r_{IAG} = 0,4275$), i kao takva se smatra najpouzdanijom prilikom procene priplodne vrednosti krava.

Literatura

1. *Beskorovajni, R. (2000):* Mogućnost unapređenja proizvodnje mleka korišćenjem visokokvalitetnih bikova. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet. Univerzitet u Beogradu. Beograd.
2. *Beskorovajni, R. (2014):* Genetski trend osobina mlečnosti praćenih u progenom testu bikova crno-bele i holštajn frizijske rase. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet. Univerzitet u Beogradu. Beograd.
3. *Carlen, E., Strandberg, E., Roth, A. (2004):* Genetic Parameters for Clinical Mastitis. Somatic Cell Score and Production in the First Three Lactations of Swedish Holstein Cows. *Journal of Dairy science* Vol. 87: 3062-3070.
4. *Đedović, R. (2000):* Uticaj nivoa mlečnosti na genetsku varijabilnost i povezanost osobina mlečnosti u populaciji crno-belih krava. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet. Univerzitet u Beogradu. Beograd.
5. *Hazel, L. N. (1943):* The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics* 28: 476-490.
6. *Hazel, N. L., Lush, J. L. (1942):* The efficiency of three methods of selection. *J. Heredity*. 33: 393.
7. *Latinović, D., Lazarević, Lj., Katić, M., Stojić, P. (1990):* Ocena priplodne vrednosti bikova primenom LS i BLUP metoda. Zbornik radova Biotehničke fakultete Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani. 15: 365.
8. *Popovac, M., Petrović, M., Radojković, D., Stanojević, D., Miletić, A., Perišić, P. (2014):* The assessment of genetic potential in performance tested gilts by means of selection indexes method. *Genetika*. 46(1) 95-104.
9. *Radojković, D. (2000):* Ocena priplodne vrednosti krmača i efekat direktne i indirektno selekcije. Magistarska teza. Univerzitet u Beogradu. Poljoprivredni fakultet Zemun: 1-152.
10. *Radojković, D., Petrović, M., Mijatović, M., Radović, Č. (2010):* Metodologija za procenu priplodne vrednosti svinja na osnovu osobina plodnosti primenom selekcijskih indeksa. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 26. (spec.issue) 113-121.
11. *Stanojević, D., Đedović, R., Bogdanović, V., Popovac, M., Perišić, P., Beskorovajni, R. (2012):* Fenotipska i genotipska varijabilnost i povezanost osobina mlečnosti prvotelki crno-bele rase. Zbornik radova sa XXVI savetovanja agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista. str. 15-22. Beograd.
12. *Tabler, K. A., Touchberry, R. W. (1955):* Selection indices based on milk and fat yield, fat percent, and type classification. *J. Dairy Sci.* 38. (10) 1155-1163.
13. *VanRaden P.M. (2002):* Selection of dairy cattle for lifetime profit. Pages 127-130 in *Proc. 7th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.*, Montpellier, France.
14. *Vukelić, G., Radojković, D., Petrović, M. (2004):* Metod za određivanje relativnih odnosa između ekonomskih vrednosti i reproduktivnih osobina u proizvodnji prasadi. *Biotehnologija u stočarstvu*. 20. (3-4) 81-84.

UDC: 636.06+636.2
Originalni naučni rad

THE ASSESSMENT OF BREEDING VALUE IN BLACK AND WHITE CATTLE BY USE OF SELECTION INDEX

*D. Stanojević, R. Đedović, V. Bogdanović, M. Popovac, P. Perišić, R. Beskorovajni**

Abstract: The objective of this study was a construction of selection index on the basis of whose score the cows could be graded during their selection and formation of parent pairs. The most important milk yield traits in standard lactation: milk yield (PM305), milk fat content (%MM305) and protein content (%MP305) were included in the construction of selection index.

Variances and covariances deemed necessary for construction of selection index were calculated by use of the mixed model of the Least Squares method. Economic value of the traits was expressed as a relationship of relative cost changes per unit of the traits included in the selection index.

The individuals included in the trial on average produced 8261 kg milk with 294.14 kg milk fat and 270.07 kg protein in standard lactation. Equation of selection index used in this study was chosen from a set of selection index equations, as an equation having the highest correlation between the equation and aggregate genotype which amounted to 0.4275.

Keywords: selection index, milk yield traits, Black and White Cattle.

* B.Sc. Dragan Stanojević, teaching fellow; Ph.D. Radica Đedović, associate professor; Ph.D. Vladan Bogdanović, associate professor; B.Sc. Mladen Popovac, teaching fellow; Ph.D. Predrag Perišić, associate professor; University in Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Republic of Serbia. Ph.D. Radmila Beskorovajni, research assistant; Institute for Science application in Agriculture, Belgrade, Republic of Serbia.

E-mail of the first author: stanojevic@agrif.bg.ac.rs. The research has been financed by the Ministry for Science and Technological Development of the Republic of Serbia as part of the Project TR 31086.