

UDK:636.2+613.287.5
Originalni naučni rad

FENOTIPSKA I GENETSKA VARIJABILNOST OSOBINA MLEČNOSTI KRAVA OPLEMENJENE CRNO BELE RASE U PRVE TRI CELE I STANDARDNE LAKTACIJE

R. Beskorovajni, R. Đedović, P. Stojić, Ž. Novaković, D. Stanojević, N. Popović*

Izvod: U zemljama koje se bave govedarskom proizvodnjom primaran značaj se daje unapređenju genetskih kapaciteta za visoku, kvalitetnu i ekonomski isplativu proizvodnju mleka. Osobine mlečnosti zbog izražene fenotipske i genetske varijabilnosti imaju poseban značaj u svim programima selekcije i oplemenjivanja.

U radu su prikazane prosečne vrednosti i fenotipska varijabilnost važnijih osobina mlečnosti ispitivanih u prve tri cele i standardne laktacije, kao i uticaj sistematskih faktora okoline na ispoljenost ovih svojstava. Ustanovljen je visoko značajan uticaj bika-oca, farme, godine, sezone teljenja i redosleda laktacije na ispoljenost posmatranih osobina mlečnosti ($P < 0,01$). Prikazana je i naslednost posmatranih osobina mlečnosti, ustanovljena primenom metode najmanjih kvadrata (LS) i REML metodom. Heritabiliteti dobijeni primenom metode najmanjih kvadrata za prinos mleka, sadržaj mlečne masti, prinos mlečne masti i 4% MKM u standardnoj laktaciji bili su 0,109; 0,047; 0,098 i 0,106, respektivno. Koeficijenti naslednosti dobijeni REML metodom imali su veće vrednosti za sve osobine mlečnosti u standardnoj laktaciji: 0,148; 0,086; 0,128 i 0,138, po istom redosledu osobina.

Ključne reči: genetska i fenotipska varijabilnost, mlečnost, crnobela rasa.

Uvod

Osobine mlečnosti spadaju u svojstva podložna neprekidnoj varijabilnosti. Nastale promene potiču od stalnog međudejstva genotipa i ambijentalnih činilaca koji imaju manji ili veći uticaj na ispoljenost ovih svojstava.

Dok genetska varijabilnost ukazuje u kom će obimu geni koji su odgovorni za određenu osobinu biti preneti na potomstvo, fenotipska vrednost se odnosi na prisustvo ili odsustvo određene osobine, na čiju ispoljenost, pored genotipa, utiču u većem ili manjem obimu faktori okoline.

Populacija crnobeke rase na farmama Poljoprivredne Korporacije „Beograd“ danas ima značajan udeo gena holštajn frizijske rase (preko 90%), ali po fenotipskim i proizvodnim karakteristikama se razlikuje od nje. Iako postoji potencijal za visoku proizvodnju, brojna istraživanja rađena u ovoj populaciji pokazuju da se on različito manifestuje, budući da na fenotipsku ispoljenost mlečnosti utiče veliki broj faktora koji često nisu u saglasnosti (Beskorovajni 2014; Stojić i sar., 2013; Stanojević i sar., 2012, 2013; Đedović i sar., 2003; Živanović, 2003).

Genetsko poboljšanje kvantitativnih osobina, u koje spadaju osobine mlečnosti, zavisi od njihove genetske varijabilnosti, koja se može oceniti na osnovu važnijih genetskih pokazatelja: genetske varijanse i koeficijenta heritabiliteta. Na razumevanje genetskih mehanizama utiče precizna ocena aditivnih i neaditivnih komponenti varijanse (Van Arendonk i sar., 2000). U većini statističkih modela za ocenu genetskih parametara podrazumeva se da su varijanse između grupa homogene (Hill, 2004), što je redak slučaj u ispitivanjima. Poslednjih decenija značajno su poboljšani metodi za ocenu genetske varijanse,

* Dr Radmila Beskorovajni, istraživač saradnik; Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, Republika Srbija. Dr Radica Đedović, vanredni profesor; Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, Republika Srbija. Dr Petar Stojić, naučni saradnik; Institut PKB Agroekonomik, Beograd, Republika Srbija. Dr Željko Novaković; naučni saradnik, Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, Republika Srbija. Dragan Stanojević, dipl. inž. polj., stručni saradnik; Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, Republika Srbija. Mast. inž. polj. Nikola Popović; Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, Republika Srbija.

E-mail prvog autora: radabes@yahoo.com. Rad je finansiran sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, projekat br. TR 31086.

pre svega zbog mogućnosti da se koriste velike baze podataka, čime je značajno poboljšana tačnost ispitivanja (Thompson i sar., 2005).

Iako se danas sve veći značaj pridaje funkcionalnim osobinama (plodnost, telesna građa, tip i telesna razvijenost, osobine zdravlja, dugovečnost), sigurno je da će osobinama mlečnosti i u buduću pripadati najznačajnije mesto u programima oplemenjivanja, kao svojstvima od najvećeg ekonomskog značaja.

Materijal i metod rada

Fenotipska i genetska varijabilnosti osobina mlečnosti ustanovljena je na osnovu podataka o proizvodnji 6022 krave, kćerke 62 bika crnobeke i holštajn frizijske rase, koji su progno testirani u periodu od 1993 do 2008. godine. Kćeri su gajene na sedam farmi Poljoprivredne Korporacije „Beograd“ u periodu od 1993 do 2010. godine. Za ispitivanje navedene varijabilnosti osobina mlečnosti korišćeni su proizvodni pokazatelji u prve tri cele i standardne laktacije: prinos mleka, sadržaj mlečne masti, prinos mlečne masti i prinos mleka korigovanog na 4% mlečne masti (4% MKM). Analizom je obuhvaćeno ukupno 18066 laktacija.

Prosečne vrednosti, fenotipska i genetska varijabilnost osobina mlečnosti izračunati su programom LSMLMW (Harvey, 1990). Korišćen je model koji je imao sledeći oblik:

$$Y_{ijklm} = \mu + O_i + F_j + G_k + S_l + L_m + e_{ijkl}$$

gde je:

- Y_{ijklm} - fenotipska ispoljenost ispitivane osobine
- μ - opšti prosek populacije
- O_i - slučajni uticaj i-tog bika-oca ($i = 1, \dots, 62$)
- F_j - fiksni uticaj j-te farme ($j = 1, \dots, 7$)
- G_k - fiksni uticaj k-te godine teljenja ($k = 1, \dots, 18$)
- S_l - fiksni uticaj l-te sezone teljenja ($l = 1, \dots, 4$)
- L_m - fiksni uticaj laktacije po redu ($m = 1, 2, 3$)
- e_{ijkl} - slučajna greška

Komponente varijansi i koeficijent heritabiliteta izračunati su upotrebom REML metode u okviru VARCOMP procedure softverskog paketa SAS (General Linear Mixed Model of Statistical Analysis System; SAS, 2012, Version 9. 3). Korišćen je isti model kao i kod metoda LSMLMW (Harvey, 1990).

Rezultati istraživanja i diskusija

Prosečne vrednosti i fenotipska varijabilnosti posmatrane četiri osobine mlečnosti: prinos mleka, sadržaj mlečne masti, prinos mlečne masti i 4% MKM, u prve tri cele i standardne laktacije, prikazani su u tabeli 1.

Tab.1. Prosečne vrednosti i varijabilnost osobina mlečnosti u prve tri cele i standardne laktacije.
Average values and variability of milk production traits during the first three complete and standard lactations.

Osobina / Traits	\bar{x}	SD	S \bar{x}	CV
Cela laktacija (n = 18066) / Complete lactation (n = 18066)				
Trajanje laktacije, dana / Duration of lactation, days	357,46	79,69	0,59	22,29
Prinos mleka, kg / Milk yield, kg	8043,46	2392,60	17,80	29,75
Sadržaj mlečne masti, % / Milk fat content, %	3,56	0,29	0,002	8,06
Prinos mlečne masti, kg / Milk fat, kg	285,46	84,13	0,63	29,47
4% MKM, kg / 4% FCM, kg	7499,25	2196,33	16,34	29,29
Standardna laktacija (n=18066) / Standard lactation (n = 18066)				
Prinos mleka, kg / Milk yield, kg	7360,45	1760,11	13,09	23,91
Sadržaj mlečne masti, % / Milk fat content, %	3,55	0,30	0,002	8,42
Prinos mlečne masti, kg / Milk fat yield, kg	259,88	60,66	0,45	23,34
4% MKM, kg / 4% FCM, kg	6842,37	1585,47	11,80	23,17

Dužina svih laktacija bila je prosečno 357 dana. Prosečna proizvodnja krava iznosila je 8043.46 kg mleka sa 3.56% mlečne masti i 285,46 kg mlečne masti. Prosečna proizvodnja 4% MKM mleka, imala je vrednost 7499,25 kg.

U prosečnoj standardnoj laktaciji prinos mleka bio je 7360,45 kg, sadržaj mlečne masti 3.55%, prinos mlečne masti 259,88 kg i prinos 4% MKM 6842,37 kg.

Apsolutna varijabilnost, merena standardnim devijacijama, za trajanje laktacije bila je 80 dana, proizvodnju mleka 2393 kg, 0,29% za sadržaj i 84,13 kg za prinos mlečne masti, dok je za 4% MKM varijabilnost bila 2196 kg. Relativno variranje prosečne proizvodnje mleka, mlečne masti i 4% MKM bilo je oko 30% i oko 8% za sadržaj mlečne masti. Osobine mlečnosti u standardnoj laktaciji, osim sadržaja mlečne masti, pokazale su manju varijabilnost u odnosu na celu laktaciju.

Ustanovljene prosečne vrednosti za osobine prinosa, manje su u odnosu na istraživanja Stanojevića i sar., 2012. i Stanojevića i sar. 2013, dok su veće u odnosu na rezultate istraživanja u sličnim populacijama oplemenjene crnobeke i holštajn frizijske rase na farmama Poljoprivredne Korporacije "Beograd" (Đedović i sar., 2003; Živanović i sar., 2003; Đedović i sar., 2002; Trifunović i sar., 2002; Beskorovajni 1999; Stojić i sar., 1996).

Izražena varijabilnost prinosa mleka u ovom ispitivanju, posledica je uticaja različitih faktora koji po svom delovanju mogu biti kratkotrajni i trajni. Kratkotrajni uticaji se ispoljavaju u kraćem vremenskom intervalu, ali neprekidno menjaju intenzitet i smer delovanja. Trajni uticaji mogu poticati iz okruženja u kojem jedinke ostvaruju proizvodnju ili su rezultat uticaja nasledne osnove, koja je svojstvena za svaku jedinku.

Utvrđivanje fenotipske i genetske varijabilnosti u određenoj populaciji podrazumeva izbor odgovarajućeg modela, u kojem su definisani slučajni, fiksni i regresijski uticaji. Uticaj sistematskih faktora na osobine mlečnosti u prve tri cele laktacije - farme, godine, sezone i redosleda laktacije (fiksni faktori) i bikova-očeva (slučajan faktor), prikazan je u tabeli 2. Ustanovljen je visoko značajan uticaj svih faktora na posmatrane osobine ($P < 0,01$).

Tab. 2. Uticaj sistematskih faktora na osobine mlečnosti u celoj laktaciji.
The effect of systemic factors on milk production traits during the complete lactation.

Sistematski faktori Systemic factors	d.f.1	F - test			
		Prinos mleka, kg Milk yield, kg	Sadržaj mlečne masti, % Milk fat content, %	Prinos mlečne masti, kg Milk fat yield, kg	Prinos 4% MKM, kg 4% FCM, kg
Farma / Farm	6	114,863**	325,262**	188,647**	150,949**
Godina / Year	17	122,712**	100,541**	103,204**	112,221**
Sezona / Season	3	96,067**	16,282**	84,300**	92,222**
Laktacija / Lactation	2	380,173**	20,691**	308,633**	350,885**
Otac / Sire	61	9,979**	4,122**	9,049**	9,652**
R ²		0,588	0,259	0,567	0,583

** P < 0,01

* P < 0,05

NS P > 0,05

Prikazani koeficijenti determinacije (R^2) pokazuju koliki je udeo ukupne varijabilnosti objašnjen uključenim faktorima, dok se ostali udeo varijabilnosti može pripisati faktorima koji nisu obuhvaćeni modelom. Što je vrednost koeficijentata determinacije veća, veća je i važnost faktora obuhvaćenih modelom u objašnjenju varijabilnosti posmatrane promenljive. Uočava se da su za osobine prinosa mleka, mlečne masti i 4% MKM visoki koeficijenti determinacije (od 0,567 do 0,588), a niži za sadržaj mlečne masti (0,259), što se može dovesti u vezu sa koeficijentom naslednosti ispitivanih osobina.

Dobijene vrednosti su u saglasnosti sa ispitivanjima Petrovića i sar. (2006), koji su ustanovili visoko značajan uticaj godine i sezone teljenja na variranje prinosa mleka i mlečne masti ($P < 0.01$). Đedović i sar. (2003), navode visoko značajan uticaj očeva na osobine mlečnosti kćeri ($P < 0.01$), osim za sadržaj mlečne masti, kao i Trifunovića i sar. (2002), koji su ustanovili visoko značajan uticaj redosleda laktacije, godine i sezone teljenja na ispitivane osobine mlečnosti ($P < 0,01$), osim na sadržaj mlečne masti ($P > 0,05$). U populaciji oplemenjene crnobeke rase, Beskorovajni (1999) je utvrdila visoko značajan uticaj negenetskih činilaca (farma- godina-sezona) i provenijencije oca na osobine prinosa ($P < 0,01$) i nesigifikantan uticaj na sadržaj mlečne masti ($P > 0,05$).

Većina ekonomski važnih osobina, u koje spadaju i osobine mlečnosti, nalazi se pod uticajem velikog broja gena, kao i faktora okoline. Usled složenog delovanja između gena, javlja se genetska varijabilnost. Jedan od pokazatelja genetske varijabilnosti je koeficijent heritabiliteta. Vrednost ovog koeficijenta zavisi od aditivne genetske varijanse, kao i od fenotipske varijabilnosti. Aditivna vrednost je posebno značajna, jer se poistovećuje sa prosečnom odgajivačkom ili priplodnom vrednošću individue.

Kako u ovom ispitivanju uzorci nisu bili homogeni, vrednosti heritabiliteta izračunate su primenom dva različita postupka: metodom najmanjih kvadrata (LS) i metodom ograničene maksimalne verovatnoće (REML). U tabeli 3 prikazane su vrednosti heritabiliteta dobijene metodom najmanjih kvadrata. Ustanovljeni su relativno niski koeficijenti naslednosti za sve ispitivane osobine mlečnosti u celoj i standardnoj laktaciji. Heritabilitet za prinos mleka u celoj laktaciji bio je 0,130, za sadržaj mlečne masti 0,046, za prinos mlečne masti 0,117 i 0,125 za prinos 4% MKM. U standardnoj laktaciji heritabiliteti su bili niži i iznosili 4,7% za sadržaj mlečne masti i 10,9% za prinos mleka.

Tab.3. Aditivna varijansa, heritabilitet i greške heritabiliteta osobina mlečnosti u celoj i standardnoj laktaciji (metod LS).

Additive variance, heritability and errors of heritability of milk production traits during the complete and standard lactation (LS method).

Osobina / Traits	σ_a^2	h^2	Se_{h^2}
Cela laktacija / Entire lactation			
Prinos mleka, kg / Milk yield, kg	79610,9	0,130	0,024
Sadržaj mlečne masti, % / Milk fat content, %	0,000716	0,046	0,010
Prinos mlečne masti, kg / Milk fat yield, kg	92,67	0,117	0,022
4% MKM, kg / 4% FCM, kg	65391,9	0,125	0,024
Standardna laktacija / Standard lactation			
Prinos mleka, kg / Milk yield, kg	48306,2	0,109	0,021
Sadržaj mlečne masti, % / Milk fat content, %	0,000797	0,047	0,011
Prinos mlečne masti, kg / Milk fat yield, kg	56,94	0,098	0,019
4% MKM, kg / 4% FCM, kg	39699,6	0,106	0,020

U tabeli 4 navedene su vrednosti heritabiliteta dobijene po drugoj metodi - ograničene maksimalne verovatnoće (REML). Prikazane su komponente varijansi (aditivna, fenotipska i varijansa okoline), na osnovu kojih je izračunat koeficijenti heritabiliteta. Uočavaju se veće vrednosti ovog koeficijenta u odnosu na izračunavanje LS metodom, nastale usled optimalnije procene aditivne varijanse.

Tab.4. Komponente varijansi i vrednosti heritabiliteta osobina mlečnosti u prve tri laktacije dobijene REML metodom.
Variance components and heritability of milk production traits during the first three lactations obtained by the REML method.

Osobina / Traits	σ_a^2	σ_{pe}^2	σ_p^2	h^2
Cela laktacija / Entire lactation				
Prinos mleka, kg / Milk yield, kg	707795,2	683953,4	4169217,5	0,170
Sadržaj mlečne masti, % / Milk fat content, %	0,0045164	0,014643	0,06096	0,074
Prinos mlečne masti, kg / Milk fat yield, kg	855,6	980,4	5436,6	0,157
4% MKM, kg / 4% FCM, kg	595965,2	685347,6	3621317,3	0,165
Standardna laktacija / Standard lactation				
Prinos mleka, kg / Milk yield, kg	263755,6	310629,7	1785810,5	0,148
Sadržaj mlečne masti, % / Milk fat content, %	0,0056772	0,016411	0,06637	0,086
Prinos mlečne masti, kg / Milk fat yield, kg/	295,52	432,8	2316,8	0,128
4% MKM, kg / 4% FCM, kg	209383,6	320684,1	1509596,2	0,138

Jedan od ciljeva istraživača jeste pravilna ocena komponenti varijanse. Smanjenje greške pri izračunavanju njenih aditivnih i neaditivnih komponenti doprinosi tačnijoj oceni heritabiliteta i priplodne vrednosti. Vrlo je važno prilikom tumačenja rezultata navesti koja je metoda korišćena, jer se mogu javiti značajne razlike u vrednosti genetskih parametara (Trivunović, 2006; Firat i Kumulu, 2002).

Zaključak

Ispitivanje fenotipske i genetske varijabilnosti važnijih osobina mlečnosti u populaciji oplemenjene crnobeke rase ukazuje da postoji prostor za dalje unapređenje posmatranih svojstava.

Ustanovljen visoko značajan uticaj bikova-očeva na proizvodne rezultate kćeri potvrđuje njihov doprinos genetskom unapređenju osobina mlečnosti, kao i značaj selekcijskih i odgajivačkih postupaka koji se primenjuju na farmama Poljoprivredne Korporacije „Beograd“. Istovremeno, niže vrednosti koeficijenta nasleđa za ova svojstva navode na zaključak da je genetska varijabilnost bila manje izražena, tj. ispitivana populacija je bila genetski homogena. To je prvenstveno posledica korišćenja određenih linija visoko selekcionisanih bikova za oplodnju, između kojih su postojale male razlike u pogledu priplodne vrednosti za osobine mlečnosti.

Da bi se ostvarilo veće genetsko poboljšanje osobina mlečnosti u posmatranoj populaciji, neophodno je nastaviti proces oplemenjivanja crnobeke rase korišćenjem različitih linija visoko kvalitetnih bikova holštajn frizijske rase, u cilju povećanja genetske varijabilnosti. Pored toga, važno je nastojati da se što tačnije utvrdi priplodna vrednost ne samo bikova, već i krava, kako bi dalji proces oplemenjivanja bio brži i uspešniji.

Literatura

1. *Beskorovajni, R. (2014):* Genetski trend osobina mlečnosti praćenih u progenom testu bikova crnobeke i holštajn frizijske rase. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun.
2. *Beskorovajni, R. (1999):* Mogućnost unapređenja osobina mlečnosti korišćenjem visokokvalitetnih bikova. Magistarska teza. Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun.
3. *Đedović, R., Bogdanović, V., Trifunović, G., Petrović, M.D., Petrović, M.M., Stanojević, D. (2012):* The effect of the level of milk yield on the reproduction traits in black and white cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28 (3): 487 -496.
4. *Đedović, R., Latinović, D., Bogdanović, V., Trifunović, G., Stojić, P., Perišić, P. (2003):* Phenotypic and genetic variability of dairy traits of black and white cows. II Symposium of livestock production with international participation. Ohrid, June 18-21, Abstract, p. 34.

5. *Đedović, R., Latinović, D., Stojić, P., Bogdanović, V., Trifunović, G. (2002):* Naslednost osobina mlečnosti krava u zavisnosti od nivoa proizvodnje. *Biotehnologija u stočarstvu*, 18 (5-6): 17-22.
6. *Firat, M.Z., Kumulu, S. (2002):* Genetic Parameters for Milk Yield of Turkish Holstein-Friesian Cows Using Bayesian Anlysis. *Proceedings of the 7thWCGALP*. 17-27, Montpellier, France.
7. *Harvey, W.R. (1990):* Mixed model Least Squares and Maximum Likelihood Computer Program. Users Guide for LSML MW and MIX MDL.
8. *Hill, W. (2004):* Heterogeneity of Genetic and Environmental Variance of Quantitative Traits. *Jour. Ind. Soc. Ag. Statistics*, 57 (Spec. Volume): 49-63.
9. *Petrović, M.M., Sretenović, Lj., Pantelić, V., Aleksić, S., Mišević, B., Bogdanović, V., Ostojić, D., Petrović, M. (2006):* Result of the application on the technology of genetic improvement of Simmental cattle population in Serbia. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 22 (1-2): 1-8.
10. *SAS (2012):* SAS Version 9. 3, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
11. *Stanojević, D., Đedović, R., Perišić, P., Beskorovajni, R., Popovac, M. (2013):* Fenotipska i genetska povezanost osobina mlečnosti u prve tri uzastopne laktacije crno-belih krava. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, 19 (3-4): 17-24.
12. *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 naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, 18 (3-4): 15-22.
13. *Stojić, P., Beskorovajni, R., Pantelić, V., Novaković, Ž., Bojković-Kovačević, S., Stanojević, D. (2013):* Causes for culling first calving cows on farms with different levels of production. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 29 (2): 259-267.
14. *Stojić, P. (1996):* Faktori korekcije osobina mlečnosti i njihov doprinos oceni priplodne vrednosti bikova i krava. *Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun*.
15. *Thompson, R., Brotherstone, S. and Ian M.S. White (2005):* Estimation of quantitative genetic parameters. *Phil. Trans. R. Soc. B: Biol. Sci.*, 360 (1459): 1469-1477.
16. *Trifunović, G., Latinović, D., Skalicki, Z., Đedović, R., Perišić, P. (2002):* Uticaj određenih paragenetskih faktora na osobine mlečnosti populacije crno-belih krava. *Biotechnology in Animal Husbandry* 18 (5-6): 43-49.
17. *Trivunović, S. (2006):* Genetski trend prinosa mleka i mlečne masti u progenom testu bikova za veštačko osemenjavanje. *Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad*.
18. *Van Arendonk, J., Van der Werf, J., Groen, A., Ducro, B. (2000):* Breeding Value Estimation. *Lecture notes for E 250-222, Wageningen University, Animal Science, Animal Breeding and Genetics Group*.
19. *Živanović, Lj. (2003):* Varijabilnost linearno ocenjenih osobina tipa i mlečnosti prvotelki crnobeke rase. *Magistarska teza. Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun*.

UDC:636.2+613.287.5
Original scientific paper

PHENOTYPIC AND GENETIC VARIABILITY OF MILK PRODUCTION TRAITS OF THE BLACK-AND-WHITE DAIRY CATTLE BREED IN THE FIRST THREE COMPLETE AND STANDARD LACTATIONS

*R. Beskorovajni, R. Đedović, P. Stojić, Ž. Novaković, D. Stanojević, N. Popović**

Summary

Improving the genetic capacity for highyielding, highquality and profitable milk production is the priority of countries with cattle production. Due to their marked phenotypic and genetic variability, milk production traits are particularly important in all breeding and improvement programmes.

The paper presents the average values and phenotypic variability of major milk production traits examined in the first three complete and standard lactations, as well as the effect of systemic environmental factors on the expression of these traits. The bull-sire, farm, year, calving season and lactation sequence had a highly significant effect on the studied milk production parameters ($P < 0.01$). The paper also shows the heritability of milk production parameters, calculated with the method of least squares (LS) and the REML method. The coefficients of heritability for milk yield, milk fat content, fat yield and 4% in the standard lactation, calculated with the method of least squares, were 0.109; 0.047; 0.098 and 0.106, respectively. The coefficients of heritability calculated with the REML method were higher for all milk production traits in the standard lactation, being 0.148; 0.086; 0.128, and 0.138, respectively.

Keywords: phenotypic and genetic variability, milk production traits, blackandwhite cattle breed.

* Ph.D. Radmila Beskorovajni, research assistant; Institute for Science Application in Agriculture, Belgrade, Republic of Serbia. Ph.D. Radica Đedović, associate professor; University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Republic of Serbia. Ph.D. Petar Stojić, research associate; Institute PKB Agroekonomik, Belgrade, Republic of Serbia. Ph.D. Željko Novaković, research associate; Institute for Science Application in Agriculture, Belgrade, Republic of Serbia. B.Sc. Dragan Stanojević, technical associate; University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Republic of Serbia. M.Sc. Nikola Popović, technical associate; Institute for Science Application in Agriculture, Belgrade, Republic of Serbia.

E-mail: radabes@yahoo.com. The paper was financially supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development, Republic of Serbia, Project number: TR 31086.