

UNIVERZITET U BEOGRADU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Marina P. Lazarević

**PROCENA PRIPLODNE VREDNOSTI  
KRAVA HOLŠTAJN-FRIZIJSKE RASE  
ZA OSOBINE MLEČNOSTI PRIMENOM  
METODE SELEKCIJSKOG INDEKSA**

doktorska disertacija

Beograd, 2019

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF AGRICULTURE

Marina P. Lazarević

**ASSESSMENT OF THE BREEDING  
VALUE OF HOLSTEIN-FRIESIAN COWS  
FOR MILK PERFORMANCE TRAITS BY  
APPLICATION OF THE SELECTION  
INDEX METHOD**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2019

UNIVERZITET U BEOGRADU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET

MENTOR:

\_\_\_\_\_  
Dr Vladan Bogdanović, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet

ČLANOVI KOMISIJE:

1. \_\_\_\_\_  
Dr Radica Đedović, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet

2. \_\_\_\_\_  
Dr Dragan Radojković, vanredni profesor  
Univerzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet

3. \_\_\_\_\_  
Dr Milun Petrović, vanredni profesor  
Univerzitet u Kragujevcu - Agronomski fakultet Čačak

4. \_\_\_\_\_  
Dr Dragan Stanojević, docent  
Univerzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet

Datum odbrane doktorske disertacije: \_\_\_\_\_

# PROCENA PRIPLODNE VREDNOSTI KRAVA HOLŠTAJN-FRIZIJSKE RASE ZA OSOBINE MLEČNOSTI PRIMENOM METODE SELEKCIJSKOG INDEKSA

Marina Lazarević

## Rezime

Istraživanje je sprovedeno na grlima holštajn-frizijske i crno-bele rase koja su gajena na farmama Poljoprivredne korporacije Beograd. Istraživanjem je obuhvaćeno 5238 krava koje su ostvarile 10963 laktacija. Od ukupnog broja grla obuhvaćenih istraživanjem, 175 grla je odabrano za bikovske majke koje su ostvarile 400 laktacija. Sve krave su gajene na 6 farmi Poljoprivredne korporacije Beograd u periodu od 2006. do 2014. godine i predstavljaju potomke 61 bika. Istraživanjem su obuhvaćene sledeće osobine mlečnosti: trajanje laktacije, prinos mleka (kg), sadržaj mlečne masti (%), prinos mlečne masti (kg), sadržaj proteina (%), prinos proteina (kg) i prinos 4% mast korigovanog mleka. Osobine mlečnosti su posmatrane u celoj i standardnoj laktaciji. Istraživanjem su obuhvaćene i sledeće osobine plodnosti: trajanje servis perioda, trajanje međutelidbenog intervala i trajanje bremenitosti. Varijabilnost osobina ocenjena je metodom najmanjih kvadrata primenom GLM (General Linear Model) procedure u programskom paketu SAS. Ocena komponenti varijanse i kovarijanse izvršena je primenom SIRE modela u programskom paketu „VCE-6“. Priplodna vrednost ocenjena je metodom selekcijskog indeksa. Za konstrukciju jednačina selekcijskog indeksa korišćene su osobine mlečnosti posmatrane u standardnoj laktaciji (305 dana) i osobine plodnosti. Ekonomska vrednost osobina mlečnosti uključenih u selekcijski indeks predstavljena je kao relativna vrednost i izračunata na dva načina: (1) preko standardne devijacije, koji su predložili Falconer i Mackay (1996) i (2) preko heritabiliteta posmatranih osobina, koji predlaže Lamont (1991).

U laktaciji koja je prosečno trajala 373,89 dana grla holštajn-frizijske rase proizvela su 8705,33 kg 4%MKM. Prosečan prinos mleka za celu laktaciju je 9452,52 kg sa 3,48% mlečne masti i 3,23% proteina. Prosečan prinos mlečne masti i proteina u celoj laktaciji je 328,29 kg odnosno 304,50 kg. Posmatrano po kategoriji grla trajanje laktacije bikovskih majki je 395,84 dana u toku koje su proizvele 10322,44 kg 4%MKM. Laktacijski prinos mleka je 11231,76 kg sa 3,47% mlečne masti i 3,23%

proteina. Grla odabrana za bikovske majke proizvela su 388,65 kg mlečne masti i 362,17 kg proteina. U standardnoj laktaciji prosečan prinos mleka koji su ostvarila grla holštajn-frizijske rase je 8368,65 kg sa 3,46% mlečne masti i 3,22% proteina. Prinos 4%MKM, mlečne masti i proteina je 7676,06 kg, 288,57 kg, 268,74 kg, odgovarajuće. Grla odabrana za bikovske majke u standardnoj laktaciji ostvarila su prinos 4%MKM od 8790,76 kg, dok je prinos mleka 9617,11 kg sa 3,44% mlečne masti i 3,21% proteina. Prosečan prinos mlečne masti i proteina u standardnoj laktaciji bikovskih majki je 329,59 kg i 308,65 kg.

Prosečno trajanje bremenitosti, servis perioda i međutelidbenog intervala posmatrane populacije holštajn-frizijske rase je 275,54, 160,64 i 436,18 dana, odgovarajuće. Posmatrano po kategoriji grla, prosečno trajanje servis perioda i međutelidbenog intervala kod krava je 159,88 odnosno 435,43 dana, a kod bikovskih majki 180,63 odnosno 456,17 dana, odgovarajuće.

Uticaj laktacije po redu, farme, godine i sezone teljenja prisutan je na vrlo visokom nivou statističke značajnosti ( $p < 0,001$ ) u varijabilnosti svih posmatranih osobina mlečnosti. Nivo udela gena holštajn rase, ispoljio je uticaj na osobine mlečnosti na različitim nivoima statističke značajnosti. Bik-otac ispoljio je vrlo visoko signifikantan uticaj ( $p < 0,001$ ) na sve osobine mlečnosti kako u celoj, tako i u standardnoj laktaciji, izuzev kod sadržaja proteina u standardnoj laktaciji gde je statistička značajnost ovog faktora niža ( $p < 0,01$ ). Za osobine prinosa posmatrane u celoj laktaciji (prinos 4% mast korigovanog mleka, prinos mleka, mlečne masti i proteina) dobijeni su niži koeficijenti determinacije (0,1205, 0,1190, 0,1269, 0,1235, odgovarajuće), a viši za sadržaj mlečne masti i proteina (0,3328 i 0,3212). Koeficijenti determinacije kod osobina u standardnoj laktaciji imali su veće vrednosti u odnosu na iste osobine iz celih laktacija, osim za sadržaj mlečne masti i proteina.

U varijabilnosti osobina plodnosti, koje su bile obuhvaćene ovim istraživanjem, prisutan je uticaj bika-oca, farme, laktacije po redu, godine i sezone teljenja na vrlo visokom nivou statističke značajnosti ( $p < 0,001$ ), udeo gena holštajn rase, nije uticao ( $p > 0,05$ ) na varijabilnost posmatranih osobina plodnosti. Koeficijenti determinacije za trajanje servis perioda, međutelidbenog intervala i bremenitosti su 0,0915, 0,0906 i 0,0704, odgovarajuće.

Heritabilitet osobina mlečnosti posmatranih u standardnoj laktaciji, uglavnom, ima srednje vrednosti. Najniže vrednosti heritabiliteta dobijene su za osobine prinosa: prinos mleka, prinos mlečne masti i prinos proteina, i to  $0,2141 \pm 0,0034$ ,  $0,2128 \pm 0,0034$ ,  $0,2241 \pm 0,0035$ , odgovarajuće. Vrednost koeficijenta naslednosti za sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina je  $0,3873 \pm 0,0055$  i  $0,3393 \pm 0,0047$ , odgovarajuće. Heritabilitet osobina plodnosti koje su obuhvaćene ovim istraživanjem je bio nizak, i to  $0,0315 \pm 0,0142$  za trajanje bremenitosti,  $0,0429 \pm 0,0162$  za trajanje servis perioda i  $0,0413 \pm 0,0159$  za trajanje međutelidbenog intervala.

Između osobina mlečnosti i plodnosti korelacija je uglavnom negativna i bliska nuli. Između prinosa mleka u standardnoj laktaciji i sadržaja mlečne masti postoji slaba negativna genetska i fenotipska korelacija ( $-0,2097$  i  $-0,1402$ ), dok je između prinosa mleka i sadržaja proteina genetska i fenotipska korelacija, takođe, negativna, ali jače ispoljena ( $-0,3990$  i  $-0,2829$ ). Genetska korelacija prinosa mleka i prinosa mlečne masti, odnosno prinosa mleka i prinosa proteina je  $0,9768$  i  $0,9880$ , odgovarajuće, dok su fenotipske korelacije niže,  $0,7728$  i  $0,7760$ .

Koeficijenti korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa ( $r_{IAG}$ ) imali su vrednosti od  $0,2985$  ( $I_{10}$ ) do  $0,7779$  ( $I_{26}$ ). Ova dva indeksa uključuju iste osobine (prinos mleka, prinos mlečne masti i prinos proteina), ali je ekonomska vrednost osobina posmatrana na dva načina. Metod koji relativnu ekonomsku vrednost posmatara preko heritabiliteta osobina pokazuje veću tačnost ( $0,7779$ ,  $0,7042$ ,  $0,6984$ ) kada se u selekcijski indeks uključe osobine sa nižim koeficijentom naslednosti (osobine prinosa). Kada se relativna ekonomska vrednost osobina posmatra preko standardne devijacije tačnost se značajno smanjuje ( $0,2985$ ,  $0,3550$ ,  $0,3507$ ). Indeks koji kombinuje osobine mlečnosti (prinos mleka, sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina) sa trajanjem servis perioda ( $I_3$ ) ili međutelidbenog intervala ( $I_5$ ) imaju zadovoljavajuću tačnost ( $0,6080$  i  $0,6107$ ).

Za izračunavanje priplodne vrednosti grla odabrano je pet jednačina ( $I_3$ ,  $I_9$ ,  $I_{10}$ ,  $I_{25}$  i  $I_{26}$ ). Za sva grla utvrđena je priplodna vrednost (SI skor) na osnovu koje je izvršeno rangiranje. Najveći broj bikovskih majki (14 i 15 grla) rangiranih među prvih 100 grla dobijen je upotrebom indeksa sa najnižom tačnošću,  $0,2985$  i  $0,4887$ . Upotrebom jednačine selekcijskog indeksa koji kombinuje osobine mlečnosti i plodnosti  $I_3$  (prinos mleka, sadržaj mlečne masti, sadržaj proteina i trajanje servis perioda,  $r_{IAG} = 0,6080$ ),

sedam bikovskih majki je rangirano među prvih 100 grla, dok je korišćenjem indeksa sa najvećom tačnošću  $I_{26}$  (0,7779) samo pet bikovskih majki rangirano među prvih 100grla. Dobijeni Spearman-ovi koeficijenti korelacije ranga su statistički značajni ( $p < 0,01$ ). Spearman-ovi koeficijent korelacije ranga između jednačina selekcijskog indeksa  $I_{26}$  i  $I_3$  odnosno  $I_{26}$  i  $I_9$  imaju negativne vrednosti, - 0,4503 i - 0,5190, što je posledica različitog metoda prilikom izračunavanja ekonomske vrednosti osobina i različitih osobina uključenih u indeks.

**Ključne reči:** holštajn-frizijska rasa, crno-bela rasa, osobine mlečnosti, standardna devijacija, heritabilitet, ekonomska vrednost osobina, selekcijski indeks, priplodna vrednost, rang

**Naučna oblast:** Biotehničke nauke

**Uža naučna oblast:** Opšte stočarstvo i oplemenjivanje domaćih i gajenih životinja

**UDK broj:** 636.234.082.454(043.3)

ASSESSMENT OF THE BREEDING VALUE OF HOLSTEIN-FRIESIAN COWS  
FOR MILK PERFORMANCE TRAITS BY APPLICATION OF THE SELECTION  
INDEX METHOD

Marina Lazarević

**Summary**

The study was carried out on the Holstein-Friesian and Black and White animals, which were reared on farms of the Agricultural Corporation Belgrade. The study included 5238 cows that had realized 10963 lactations. Of the total number of animals involved in the study, 175 were selected for bull dams who had realized 400 lactations. All cows were reared on 6 farms of the Agricultural Corporation Belgrade in the period from 2006 to 2014 and represent the progeny/offspring of 61 bulls. The study included the following milk traits: lactation duration, milk yield (kg), milk fat content (%), milk fat yield (kg), protein content (%), protein yield (kg) and yield of 4% fat corrected milk. Milk properties were observed in the whole and standard lactation. The study included the following fertility properties: duration of service period, duration of calving interval and duration of gestation. The variability of the properties was evaluated using the least squares method using the GLM (General Linear Model) procedure in the SAS software package. The evaluation of the variance and covariance components was carried out using the SIRE model in the VCE-6 program package. Breeding value was evaluated by the method of selection index. For the construction of the equation of the selection index, the milk properties observed in the standard lactation (305 days) and fertility were used. The economic value of the milk properties included in the selection index is presented as the relative value and calculated in two ways: (1) through the standard deviation proposed by Falconer and Mackay (1996) and (2) through the heritability of the observed properties proposed by Lamont (1991).

In the lactation lasting 373.89 days on average, the Holstein-Friesian animals produced 8705.33 kg of 4% FCM. The average milk yield for whole lactation was 9452.52 kg with 3.48% milk fat and 3.23% protein. The average yield of milk fat and protein in total lactation was 328.29 kg and 304.50 kg, respectively. Observed by the animal category, the duration of lactation of the bull dams was 395.84 days in the



course of which they produced 10322.44 kg 4% FCM. The lactation milk yield was 11231.76 kg with 3.47% milk fat and 3.23% protein. Animals chosen for bull dams produced 388.65 kg of milk fat and 362.17 kg of protein. In standard lactation, the average yield of milk produced by Holstein-Friesian cows was 8368.65 kg with 3.46% milk fat and 3.22% protein. The yield of 4% FCM, milk fat and protein was 7676.06 kg, 288.57 kg and 268.74 kg respectively. Animals selected for bull dams in standard lactation yielded 4% FCM of 8790.76 kg, while the milk yield was 9617.11 kg with 3.44% milk fat and 3.21% protein. The average yield of milk fat and protein in the standard lactation of bull dams was 329.59 kg and 308.65 kg, respectively.

The average duration of gestation, service period and calving interval of the observed Holstein-Friesian population was 275.54, 160.64 and 436.18 days, respectively. Observed by the animal category, the average duration of the service period and the calving interval for cows was 159.88 and 435.43 days, respectively and for bull dams 180.63 and 456.17 days, respectively.

The influence of lactation in order, farm, year and calving season is present at a very high level of statistical significance ( $p < 0.001$ ) in the variability of all observed milk properties. The level of Holstein genes exhibited an impact on the milk yield traits at different levels of statistical significance. Sire exhibited very highly significant impact ( $p < 0.001$ ) on all milk traits in total and standard lactation, except for protein content in standard lactation where the statistical significance of this factor was lower ( $p < 0.01$ ). For the yield traits observed in the total lactation (yield of 4% fat corrected milk, yield of milk, milk fat and protein), lower determination coefficients were obtained (0.1205, 0.1190, 0.1269, 0.1235, respectively), and higher for milk fat and protein content (0.3328 and 0.3212). The coefficients of determination for traits in the standard lactation had higher values compared to the same traits in total lactations, except for the content of milk fat and protein.

In the variability of fertility characteristics, which were included in this study, the impact of bull-sire, farm, lactation in order, year and season of calving was present at a very high level of statistical significance ( $p < 0.001$ ), however, the variability of the observed fertility characteristics was not influenced by the level of Holstein breed genes ( $p > 0.05$ ). The coefficients of the determination for the duration of service period, calving interval and gestation were 0.0915, 0.0906 and 0.0704, respectively.

The heritability of milk traits observed in standard lactation, in general, had mean values. The lowest values of heritability were obtained for yield traits: milk yield, milk fat yield and protein yield, i.e.  $0.2141 \pm 0.0034$ ,  $0.2128 \pm 0.0034$ ,  $0.2241 \pm 0.0035$ , respectively. The value of the heritability coefficient for milk fat content and protein content was  $0.3873 \pm 0.0055$  and  $0.3393 \pm 0.0047$ , respectively. Heritability of fertility traits included in this study was low,  $0.0315 \pm 0.0142$  for duration of gestation,  $0.0429 \pm 0.0162$  for duration of service period, and  $0.0413 \pm 0.0159$  for duration of calving interval.

The correlation between the milk performance traits and fertility was mostly negative and close to zero. A weak negative genetic and phenotypic correlation ( $-0.2097$  and  $-0.1402$ ) was established between traits of milk yield in standard lactation and milk fat content, while the genetic and phenotypic correlation between milk yield and protein content was also negative, but stronger ( $-0.3990$  and  $-0.2829$ ). Genetic correlation of milk yield and milk fat yield, i.e. milk yield and protein yield was  $0.9768$  and  $0.9880$ , respectively, while phenotypic correlations were lower,  $0.7728$  and  $0.7760$ .

Correlation coefficients of the selection index and aggregate genotype ( $r_{IAG}$ ) ranged from  $0.2985$  ( $I_{10}$ ) to  $0.7779$  ( $I_{26}$ ). These two indexes included the same traits (milk yield, milk fat yield and protein yield), but the economic value of the traits was observed in two ways. A method that observed the relative economic value through the heritability of the traits showed higher accuracy ( $0.7779$ ,  $0.7042$ ,  $0.6984$ , respectively) when characteristics with lower coefficient of heritability (yield traits) were included in the selection index. When the relative economic value of the traits was observed through standard deviation, the accuracy decreased significantly ( $0.2985$ ,  $0.3550$ , and  $0.3507$ , respectively). The index combining the milk performance traits (milk yield, milk fat content and protein content) with duration of service period ( $I_3$ ) or calving interval ( $I_5$ ) had satisfactory accuracy ( $0.6080$  and  $0.6107$ , respectively).

Five equations ( $I_3$ ,  $I_9$ ,  $I_{10}$ ,  $I_{25}$  and  $I_{26}$ ) were selected for calculating the breeding value of the animal. All animals were ranked based on the determined breeding value (SI score). The majority of bull dams (14 and 15 heads) ranked among the top 100 animals were obtained using the lowest-accuracy index,  $0.2985$  and  $0.4887$ . Using the equation of the selection index that combines the milk performance and fertility traits  $I_3$  (milk yield, milk fat content, protein content and duration of service period,  $r_{IAG} =$

0.6080), seven bull dams were ranked among the top 100 animals, while using indexes with the highest accuracy  $I_{26}$  (0.7779) only five bull dams ranked among the top 100 animals. The obtained Spearman coefficients of the rank correlation were statistically significant ( $p < 0.01$ ). Spearman's coefficient of rank correlation between the equations of the selection index  $I_{26}$  and  $I_3$  and  $I_{26}$  and  $I_9$  had negative values, - 0.4503 and - 0.5190, which is a consequence of a different method of calculation of the economic value of the traits and different traits included in the index.

**Key words:** Holstein-Friesian breed, Black-and-White breed, milk performance traits, standard deviation, heritability, economic value of traits, selection index, breeding value, rank

**Research area:** Biotechnical sciences

**Specialisation:** General breeding and genetic improvement of domestic and raised animals

**UDK number:** 636.234.082.454(043.3)

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE.....	3
2.1. Fenotipska varijabilnost osobina mlečnosti i plodnosti.....	3
2.1.1 Fenotipska varijabilnost osobina mlečnosti.....	3
2.1.2. Fenotipska varijabilnost osobina plodnosti.....	6
2.2. Uticaj faktora na varijabilnost osobina mlečnosti i plodnosti.....	8
2.2.1 Uticaj faktora na varijabilnost osobina mlečnosti.....	8
2.2.2. Uticaj faktora na varijabilnost osobina plodnosti.....	10
2.3. Genetski parametri osobina mlečnosti i plodnosti.....	11
2.3.1 Heritabilitet osobina mlečnosti.....	12
2.3.2. Genetska povezanost osobina mlečnosti i plodnosti.....	15
2.4. Procena priplodne vrednosti.....	16
2.4.1. Seleksijski indeks.....	18
2.4.2. Ekonomska vrednost osobina.....	21
3. MATERIJAL I METOD RADA.....	23
3.1. Opšte karakteristike uzorka.....	23
3.2. Statistička obrada podataka.....	24
3.2.1. Deskriptivna statistička analiza i utvrđivanje fenotipske varijabilnosti osobina mlečnosti i plodnosti.....	24
3.2.2. Distribucija zaključenih laktacija po osnovu faktora korišćenih u modelu.....	26
3.3. Genetska varijabilnost i povezanost osobina mlečnosti.....	30
3.4. Seleksijski indeks.....	32
3.4.1. Ekonomska vrednost osobina mlečnosti i plodnosti.....	35
3.4.2. Rang krava i korelacije ranga za ispitivane osobine mlečnosti.....	36
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA.....	37
4.1. Fenotipska varijabilnost osobina mlečnosti i plodnosti.....	38
4.1.1. Fenotipska varijabilnost osobina mlečnosti.....	38
4.1.2. Fenotipska varijabilnost osobina plodnosti.....	43
4.2. Uticaj faktora na varijabilnost osobina mlečnosti i plodnosti.....	46

4.2.1. Uticaj faktora na varijabilnost osobina mlečnosti.....	46
4.2.2. Uticaj faktora na varijabilnost osobna plodnosti.....	56
4.3. Heritabilitet osobina mlečnosti i plodnosti.....	57
4.3.1. Heritabilitet osobina mlečnosti.....	58
4.3.2. Heritabilitet osobina plodnosti.....	60
4.3.3. Genetske i fenotipske korelacije osobina mlečnosti i plodnosti.....	61
4.4. Procena priplodne vrednosti.....	69
4.4.1. Selekcijski indeks.....	69
4.4.2. Ekonomska vrednost osobina mlečnosti i plodnosti.....	69
4.4.3. Jednačine selekcijskih indeksa.....	71
4.4.4. Rang krava i korelacije ranga za ispitivane osobine mlečnosti i plodnosti.....	78
5. ZAKLJUČAK.....	85
6. LITERATURA.....	90
7. PRILOZI.....	103
8. BIOGRAFIJA KANDIDATA.....	111
Izjava o autorstvu.....	112
Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorske disertacije.....	113
Izjava o korišćenju.....	114

## 1. UVOD

Kao najmlečnija rasa goveda, holštajn-frizijska rasa zastupljena je u svim zemljama sa intenzivnom proizvodnjom mleka. Gaji se u čistoj rasi, kao i za dobijanje meleza sa poboljšanim osobinama mlečnosti. Kada se holštajn-frizijska rasa posmatra na svetskom nivou, zbog različitih odgajivačkih programa i ciljeva, tehnologije odgajivanja priplodnog podmlatka i specifičnih klimatskih uslova, fenotipska i genetska varijabilnost proizvodnih i reproduktivnih osobina u različitim nacionalnim stadima je visoka.

Kako se navodi u Glavnom odgajivačkom programu 2015-2019, holštajn-frizijska rasa je u Republici Srbiji zastupljena sa oko 15% u strukturi rasa. Najviše se gaji na području Vojvodine gde predstavlja dominantnu rasu goveda. Procene su da holštajn-frizijska rasa goveda u centralnom delu Republike Srbije čini 10% od ukupne populacije goveda, odnosno oko 45000 grla. Aktivnu populaciju holštajn-frizijske rase goveda u Republici Srbiji čine sva kvalitetna priplodna grla upisana u glavnu matičnu evidenciju koja se nalazi u okviru glavne odgajivačke organizacije.

U 2017. godini broj umatičenih krava holštajn-frizijske rase iznosio je 17192 grla. Najveći broj matičnih grla holštajn-frizijske rase gaji se u okviru velikih mlečnih farmi na području Beogradskog okruga. Prosečna mlečnost matične populacije holštajn-frizijske rase u 2017. godini iznosila je 6895 kg mleka u standardnoj laktaciji (Stručni izveštaj za 2017 godinu).

Osobine mlečnosti i plodnosti imaju glavnu ulogu u određivanju profitabilnosti populacije mlečnih goveda. I pored primene intenzivne selekcije u gajenju ove rase, varijabilnost osobina mlečnosti u našoj nacionalnoj populaciji je još uvek dovoljno visoka da bi se selekcija mogla vršiti na veće prinose mleka. Da bi se što tačnije procenila genetska varijabilnost i omogućila procena priplodne vrednosti krava neophodno je determinisati najvažnije negenetske faktore.

Osnovni cilj odgajivačko-seleksijskog rada u mlečnom govedarstvu je odabiranje roditeljskih parova sa genetskim predispozicijama za visoku proizvodnju mleka, koja su po proizvodnim sposobnostima superiornija od prethodne generacija.

U dosadašnjem selekcijskom radu u Republici Srbiji testiranje i procena priplodne vrednosti je bila rezervisana samo za bikove. Kandidati za bikovske majke, da bi bile odabrane u ovu kategoriju, moraju da zadovolje određene kriterijume u pogledu porekla, telesne građe i proizvodnje. Za bikovske majke iz matičnog zapata odabiraju se najbolje krave koje po pravilu predstavljaju oko 1% populacije. S obzirom na to da do sada nije rađena procena priplodne vrednosti krava nameće se neophodnost procene priplodne vrednosti svih krava u matičnom zapatu.

Osnovni ciljevi ovog istraživanja bili su:

- da se utvrde najvažniji faktori koji utiču na ispoljenost i varijabilnost osobina mlečnosti u populaciji holštajn-frizijske i crno-bele rase goveda;
- da se upotrebom odogvarajućih statističkih metoda razvije optimalni model za procenu aditivne genetske komponente osobina mlečnosti koja je neophodna za konstruisanje selekcijskog indeksa u populaciji holštajn-frizijske i crno-bele rase goveda;
- da se konstruišu jednačine selekcijskog indeksa koje bi omogućile izračunavanje priplodne vrednosti krava i bikovskih majki holštajn-frizijske i crno-bele rase u populaciji na kojoj je vršeno istraživanje, sa ciljem preciznijeg budućeg rangiranja roditeljskih parova.

Pored naučnog značaja, rezultati izvedenog istraživanja mogu imati i praktičan značaj, naročito kada je reč o povećanju ekonomičnosti proizvodnje mleka.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Fenotipska varijabilnost osobina mlečnosti i plodnosti

Holštajn goveda se u Evropi gaje uglavnom u nižim predelima. U Republici Srbiji se gaji oko 100000 krava i junica holštajn-frizijske rase. Najveći broj gaji se u Vojvodini, a manji deo u centralnoj Srbiji. Ako se izuzmu krave koje se gaje u okolini Beograda u vrlo intezivno organizovanoj proizvodnji na nekoliko velikih farmi PKB-a, broj koji se gaji na porodičnim farmama malog kapaciteta u Centralnoj Srbiji je mali i iznosi nekoliko hiljada grla (Lazarević i sar., 2013).

U odgajivačko-seleksijskim programima poseban značaj imaju ekonomski važne osobine mlečnosti kao što su trajanje laktacije, prinos mleka, prinos i sadržaj mlečne masti i proteina. Osobine plodnosti dobijaju sve više na važnosti u genetskom unapređenju mlečnih goveda, s obzirom da u značajnoj meri utiču na ekonomsku efikasnost proizvodnje mleka.

#### 2.1.1 Fenotipska varijabilnost osobina mlečnosti

Stalno uvećanje humane populacije povećalo je potrebu za hranom animalnog porekla, što stvara potrebu za sve efikasnijim i produktivnijim grlima (Rincon i sar., 2015). Primarni cilj selekcije u mlečnom govedarstvu je proizvodnja mleka. Prinos mleka, mlečne masti i proteina, zatim sadržaj mlečne masti i proteina su glavne ekonomske osobine za selekciju u mlečnom govedarstvu.

Dosadašnja selekcija goveda holštajn-frizijske rase uglavnom je bila usmerena u pravcu poboljšanja osobina mlečnosti.

Albuquerque i sar. (1995) navode prinos mleka, mlečne masti i proteina u prvoj laktaciji za krave holštajn rase u Kaliforniji od 10294 kg, 367 kg i 318 kg, odgovarajuće, dok su u Njujorku prvotelke holštajn-frizijske rase ostvarila niže prinose, 8712 kg, 317 kg i 276 kg, odgovarajuće.



Kawahara i sar. (2006) za populaciju holštajn-frizijske rase u Japanu navode vrednosti proseka i standardne devijacije prinosa mleka, mlečne masti, suve materije bez masti i proteina i sadržaja masti, materije bez masti proteina od  $7899 \pm 1804$  kg,  $301 \pm 71$  kg,  $689 \pm 155$  kg,  $253 \pm 56$  kg,  $3,83 \pm 0,42\%$ ,  $8,74 \pm 0,30\%$  i  $3,18 \pm 0,21\%$ , odgovarajuće.

Stanojević i sar. (2013) navode da je kod holštajn-frizijske rase prosečan prinos mleka u prve tri cele laktacije iznosio 8622 kg, sadržaj mlečne masti 3,45% i prinos mlečne masti 298,28 kg, dok je u prve tri standardne laktacije proizvedeno 8179 kg mleka sa 3,46% mlečne masti i 280,38 kg mlečne masti.

Đedović i sar. (2003) u laktaciji koja je trajala 322 dana, ustanovili su prosečan nivo mlečnosti prvotelki crno-bele rase od  $6194,66 \pm 1354,77$  kg mleka i  $237,95 \pm 51,58$  kg mlečne masti. Sadržaj mlečne masti iznosio je 3,85%, a prinos 4% MKM  $6047,20 \pm 1307,09$  kg.

Trifunović i sar. (2002) navode prosečno trajanje laktacije u populaciji crno-belih krava od 349,40 dana. Prosečan prinos mleka bio je 6741,90 kg sa 3,56% mlečne masti i 6296,06 kg 4%MKM. Prosečan prinos mleka u populaciji crno-belih krava bio je 5934,25 kg u prvoj, 6565,45 kg u drugoj i 6735,36 kg u trećoj laktaciji, u istraživanju Đedović i sar. (2002).

U istraživanju koje su kod holštajn i džerzej rase izveli Rincon i sar. (2015), utvrđena je prosečna proizvodnja mleka u laktaciji od  $5524 \pm 2156$  kg sa 3,88% mlečne masti i 3,06% proteina za holštajn rasu, dok je prosečna mlečnost džerzej rase iznosila  $4234 \pm 1869$  kg, sa 4,66% masti i 3,44% proteina. Dobijeni rezultati ukazuju na veću mlečnost holštajn rase, ali i na znatno veći sadržaj mlečne masti i proteina kod džerzej rase.

Coffey i sar. (2016) upoređivali su proizvodnju mleka kod krava holštajn, frizijske i džerzej rase i njihovih meleza na 40 komercijalnih farmi u Irskoj. Prinos mleka bio je najveći za holštajn rasu (5217 kg), nešto manji za frizijsku (4591 kg), a najmanji za džerzej (4230 kg). Prosečan prinos mleka u laktaciji od 305 dana u istraživanju Gouda i sar. (2017) iznosio je 8761,3 kg sa 260,4 kg mlečne masti i 216,8 kg proteina.

Mellado i sar. (2011) navode prosečnu dužinu laktacije holštajn krava u Meksiku od  $454 \pm 154$  dana. Prinos mleka u standardnoj laktaciji je bila niža kod krava

indukovanih u laktaciju na proleće ( $8,804 \pm 153$  kg) i leto ( $8,724 \pm 163$  kg) nego u jesen ( $9,079 \pm 151$  kg) i zimu ( $9,085 \pm 143$  kg).

U istraživanju Camposa i sar. (2015) procenjene su vrednosti genetskih i fenotipskih parametara za linearne osobine tipa, kao i za prinos mleka, prinos mlečne masti i prinos proteina za krave holštajn rase u Brazilu. Prosek i standardna devijacija za prinos mleka, mlečne masti i proteina za standardnu laktaciju krava holštajn rase iznosili su  $8415,22 \pm 1910,17$  kg,  $276,89 \pm 66,63$  kg i  $253,56 \pm 57,21$  kg, odgovarajuće.

Heins i sar. (2006) su poredili grla holštajn rase sa melezima holštajna sa normandskim, monbilijar i skandinavskom crvenom rasom za prinos mleka, mlečne masti i proteina u prvoj standardnoj laktaciji. Grla holštajn rase su imali značajno veći prinos mleka ( $9,757$  kg) i proteina ( $305$  kg) nego sve grupe meleza, ali nisu se značajno razlikovale od meleza skandinavske crvene rase sa holštajnom u prinosu mlečne masti.

Heins i sar. (2008) su poredili meleze holštajna i džerzeja sa čistom holštajn rasom u proizvodnim i reproduktivnim osobinama na dve farme u Minesoti. Melezi holštajna i džerzeja nisu se statistički značajno razlikovali u prinosu mlečne masti od čistorasnih grla holštajna ( $274$  kg, odnosno  $277$  kg), ali su melezi imali manji prinos mleka ( $7147$  kg, odnosno  $7705$  kg) i proteina ( $223$  kg, odnosno  $238$  kg) nego čist holštajn.

Bjelland i sar. (2011) su poredili grla holštajn rase i meleze holštajna i džerzeja u proizvodnim i reproduktivnim osobinama, zdravlju, linearnom tipu i osobinama porasta. Grla holštajn rase su imala veći prinos mleka u standardnoj laktaciji u poređenju sa melezima ( $12645$  kg naspram  $11456$  kg).

Za razliku od holštajn-frizijske rase, simentalska rasa, kao najznačajnija rasa goveda u Srbiji, ostvaruje znatno nižu mlečnost. Pantelić i sar. (2008b) za prvotelke simentalske rase dobili su prosečne vrednosti trajanja laktacije od  $317,94$  dana, prinos mleka  $3872,65$  kg, sadržaj mlečne masti  $3,87\%$ , prinos mlečne masti  $149,78$  kg i prinosa  $4\%$  MKM  $3,795,82$  kg.

Pantelić i sar. (2010) sproveli su istraživanja na 292 krave simentalske rase odabrane za bikovske majke na području Republike Srbije u toku godine. Odabiranje krava u zapat bikovskih majki izvršeno je posle završene prve, odnosno na osnovu sledećih laktacija. Prosečan prinos mleka grla odabranih za bikovske majke je  $5754,49$  kg, sa  $3,98\%$  mlečne masti i  $230,24$  kg mlečne masti. Bikovske majke holštajn frizijske

rase ostvarile su prosečnu proizvodnju mleka od 10245,98 kg, pri čemu se interval variranja kretao od 6514 kg do 13251 kg. Prosečna proizvodnja mlečne masti iznosila je 361,95 kg, a sadržaj mlečne masti 3,53% (Pantelić i sar., 2012).

Genetski potencijal za visoku proizvodnju mleka kod krava holštajn-frizijske rase uglavnom je dobro ispoljen u zemljama sa razvijenim govedarstvom. Velika varijabilnost osobina mlečnosti holštajn-frizijske rase koja se zapaža između zemalja posledica je različitih odgajivačkih programa i ciljeva, kao i uslova u kojima se proizvodnja realizuje.

### 2.1.2. Fenotipska varijabilnost osobina plodnosti

U literaturi, plodnost se najčešće izražava preko uzrasta pri oplodnji, trajanja servis perioda i međutelidbenog intervala i trajanja bremenitosti. Međutelidbeni interval predstavlja najbolji pokazatelj plodnosti krava. Njegovo trajanje je u direktnoj vezi sa trajanjem servis perioda i dužinom bremenitosti.

Oblast reprodukcije goveda je najznačajnija faza proizvodnje, jer se u toj fazi obezbeđuju grla kako za remont stada, tako i za proizvodnju mleka i tov (Pantelić i sar., 2008a).

Kontinuirano unapređenje proizvodnje mleka dovodi do pogoršanja reproduktivnih osobina koje su u negativnoj korelaciji sa proizvodnim osobinama (Cassandro, 2014). U istraživanjima Bergera i sar. (1981) i Hansena i sar. (1983) navodi se da se reproduktivne osobine pogoršavaju sa povećanjem prinosa mleka. Poboljšanje sistema upravljanja i uslova gajenja može biti kamen temeljac za poboljšanje osobina plodnosti zajedno sa korišćenjem odgajivačkih programa koji sprečavaju dalje pogoršanje ovih osobina usled kontinuiranog unapređenja osobina mlečnosti (Gouda i sar., 2017).

Đedović i sar. (2012) navode da je u populaciji crno-belih krava trajanje servis perioda iznosilo 98,78 dana, uzrast pri prvom teljenju je bio 1088,08 dana, dok je dužina međutelidbenog intervala iznosila 376,70 dana.

Trifunović i sar. (2004) ustanovili su u populaciji oplemenjenih crno-belih goveda srednje vrednosti opšteg proseka: za indeks osemenjavanja 2,44; servis period

141,35 dana i međutelidbeni interval 418,72 dana, dok Gouda i sar. (2017) navode prosečno trajanje servis perioda od 165,8 dana.

Vieira-Neto i sar. (2017) su ispitivali uticaj dužine bremenitosti na proizvodnju holštajn krava i njihovih potomaka. Prosečno trajanje bremenitosti je bilo  $276 \pm 6$  dana. Proizvodnja mleka bila je najveća kod krava sa prosečnom dužinom trajanja bremenitosti. Pored toga, krave sa prosečnom dužinom trajanja bremenitosti odlikovale su se i boljim zdravljem i reprodukcijom. Dužina bremenitosti uticala je i na proizvodne osobine krava i njihovih potomaka.

Sun i sar. (2010) u analizi mogućnosti unapređenja genetske procene osobina plodnosti krava, utvrdili su prosečne vrednosti za servis period od 133,3 dana, međutelidbeni interval od 413,1 dana i indeks osemenjavanja 2,24.

Heins i sar. (2008) su poredili meleze holštajna i džerzeja sa čistom holštajn rasom u proizvodnim i reproduktivnim osobinama na dve farme u Minesoti. Dužina servis perioda je bila znatno manja kod meleza nego kod grla holštajn rase (127 naspram 150 dana).

U odnosu na holštajn-frizijsku rasu, simentalska rasa kao rasa kombinovanih proizvodnih sposobnosti karakteriše se kraćim servis periodom i međutelidbenim intervalom. U istraživanju Pantelić i sar. (2008a) ispitana je varijabilnost uzrasta pri telenju i trajanja servis perioda prema godini i sezoni telenja kod 3461 kontrolisane prvotelke simentalske rase na imanjima individualnih poljoprivrednih proizvođača na području Republike Srbije. Ustanovljeno je prosečano trajanje servis period od 115,19 dana i uzrast pri prvom telenju od 795,53 dana.

U istraživanju Pantelić i sar. (2005) opšti prosek sredine najmanjih kvadrata za trajanje bremenitosti korigovan na uticaj godine i sezone telenja iznosio je 285,51 dana. Prosečno trajanje servis perioda bikovskih majki iznosilo je 108,98 dana, najduži servis period ostvaren je u zimskoj sezoni 116,99 dana a najkraći u letnjoj sezoni 100,72. Međutelidbeni interval u proseku je trajao 395,34 dana, najkraći interval između telenja utvrđen je za grla koja su se telila u letnjoj sezoni 387,04 dana.

Osobine plodnosti u populacijama holštajn-frizijske rase pokazuju izraženu varijabilnost. Međutim, dugotrajana jednostrana selekcija u cilju poboljšanja osobina mlečnosti imala je negativan uticaj na osobine plodnosti.

## 2.2. Uticaj faktora na varijabilnost osobina mlečnosti i plodnosti

Ekonomski važne osobine domaćih životinja u koje spadaju mlečnost i plodnost spadaju u svojstva podložna neprekidnoj (kontinuelnoj) varijabilnosti. Na ispoljavanje ovih osobina utiče veliki broj gena (minor geni). Negenetski uticaji (faktori okoline) imaju veliki značaj u ispoljavanju ovih osobina. Genetska varijabilnost ukazuje u kom će se stepenu geni koji su odgovorni za određenu osobinu preneti na potomstvo, dok na fenotipsku varijabilnost, pored genotipa, utiču u većem ili manjem obimu faktori okoline.

### 2.2.1 Uticaj faktora na varijabilnost osobina mlečnosti

Na fenotipsku ispoljenost kvantitativnih osobina, u koje spadaju osobine mlečnosti, utiču brojni faktori različitog intenziteta i trajanja. U genetskom unapređenju goveda najčešće se koriste linearni modeli koji predstavljaju kombinaciju fiksnih (farma, godina i sezona teljenja, genetska grupa, laktacija po redu) i slučajnih (bik-otac) faktora.

Uticaj farme je jedan od najznačajnijih činilaca koji doprinosi fenotipskoj varijabilnosti osobina mlečnosti. Ovaj uticaj se ispoljava kroz primenjeni menadžment, a koji obuhvata tehnologiju gajenja, ishranu, negu, higijenu, zdravstvenu zaštitu itd. Godina i sezona teljenja najčešće se sagledavaju preko efekata ishrane i elemenata klime u određenom periodu u kojem grlo ostvaruje svoju proizvodnju. Često se ova tri uticaja posmatraju kao jedinstven faktor (farma-godina-sezona) zbog interakcija koje postoje između njih (Beskorovajni, 2014).

U svojim istraživanjima, Perišić i sar. (2004) ispitivali su reproduktivne i proizvodne osobine prvotelki i meleza dobijenih meliorativnim ukrštanjem simentalske i crveno-bele holštajn-frizijske rase. Ispitivanjem je obuhvaćeno 176 prvotelki podeljenih u pet grupa prema udelu nasledne osnove crveno-bele i holštajn-frizijske rase (0%, 12,5%, 25%, 37,5%, 50%) u simentalskoj rasi. Analiza uticaja udela gena crvenog holštajna na posmatrane reproduktivne i proizvodne osobine obavljena je metodom najmanjih kvadrata (LSMLMW). Dobijeni rezultati pokazuju da je udeo gena crvenog holštajna imao značajnog uticaja ( $p < 0,01$ ) na sve ispitivane proizvodne osobine (trajanje

laktacije, prinos mleka i mlečne masti u celoj i standardnoj laktaciji, sadržaj mlečne masti i prinos 4%MKM).

Mellado i sar. (2011) analizirali su uticaj laktacije po redu, sezone i godine početka laktacije na proizvodnju mleka holštajn krava u Meksiku kod kojih je hormonalno indukovana laktacija. Godina, sezona i laktacija po redu značajano su uticali na prinos mleka krava kod kojih je hormonalno indukovana laktacija.

Đurđević i Vidović (1994), kao i Đurđević i sar. (2002) navode vrlo značajan uticaj farme na prinos mleka, mlečne masti i sadržaj mlečne masti ( $p < 0,01$ ). Perišić i sar. (1999) su analizirali rezultate uticaja paragenetskih faktora na prinos mleka krava simentalne rase i u njihovom istraživanju odgajivačko područje imalo je visoko značajan uticaj ( $p < 0,01$ ) na prinos mleka i mlečne masti, kao i prinos 4% MKM, dok uticaj na procenat mlečne masti nije bio značajan ( $p > 0,05$ ).

Pantelić i sar. (2010) navode da su regioni imali statistički visoko značajan uticaj ( $p < 0,01$ ) na sve ispitivane osobine mlečnosti, dok na prinos mleka, mlečne masti i sadržaj mlečne masti, godina telenja nije ispoljila statistički značajan uticaj ( $p > 0,05$ ).

Mnogi autori navode visoko značajan uticaj bikova-očeva u varijabilnosti osobina mlečnosti. Stojić (1996) je ispitivao faktore korekcije osobina mlečnosti i njihov doprinos oceni priplodne vrednosti bikova i krava. Bikovi-očevi su visoko značajno ( $p < 0,01$ ) uticali na osobine prinosa mleka, mlečne masti i 4%MKM, dok na trajanje laktacije i sadržaj mlečne masti nisu ispoljili značajnije delovanje ( $p > 0,05$ ).

U istraživanju Pantelića i sar. (2008b) bikovi-očevi imali su visoko signifikantan uticaj ( $p < 0,01$ ) na sve ispitivane osobine mlečnosti krava. Visoko značajan uticaj ( $p < 0,01$ ) imalo je i odgajivačko područje na sve osobine, osim na procenat mlečne masti.

Živanovićeva (2002) je ustanovila visoko signifikantan uticaj ( $p < 0,01$ ) bikova-očeva na prinos mleka, prinos mlečne masti, sadržaj mlečne masti i prinos 4%MKM. Na trajanje laktacije bikovi-očevi nisu ispoljili značajniji uticaj ( $p > 0,05$ ).

Đedović i sar. (2003) ustanovili su visoko značajan uticaj bikova-očeva ( $p < 0,01$ ) na prinos mleka, prinos 4% MKM, prinos mlečne masti, osim na sadržaj mlečne masti ( $p > 0,05$ ).

Neophodnost permanentnog unapređenja proizvodnje mleka, mlečne masti i proteina nameće potrebu za sistematskim radom na svim nivoima vezanim za pomenutu

proizvodnju. Opšta karakteristika osobina mlečnosti je da su to kvantitativne osobine i da stepen njihovog fenotipskog ispoljavanja zavisi od interakcije genotipa i sredine u kojima se proizvodnja obavlja.

### 2.2.2. Uticaj faktora na varijabilnost osobina plodnosti

Na plodnost krava utiču brojni genetski i paragenetski faktori. Značajan uticaj paragenetskih faktora na varijabilnost osobina plodnosti i niska naslednost ovih osobina otežava rad na oplemenjivanju, odnosno genetskom unapređenju ovih osobina. Na osnovu dobijenih rezultata i istraživanja drugih autora može se sa sigurnošću zaključiti da su reproduktivne osobine pod slabom kontrolom aditivnih efekata gena i da spadaju u nisko nasledna svojstva, ali i pored toga ukazuju na značaj uključivanja uzrasta pri teljenju i trajanja servis perioda u ocenu priplodne vrednosti (Pantelić i sar., 2007a). Smatra se da ishrana i pravilan menadžment reprodukcije mogu uticati na plodnost i do 70%. Efikasnost reprodukcije najbolje odlikavaju međutelidbeni interval i servis period (Petrukić i sar., 2011). U mlečnom govedarstvu visoka proizvodnja mleka po grlu može imati negativan uticaj na zdravlje i reprodukciju (Windig i sar., 2006).

Genetska varijabilnost osobina plodnosti je značajna, ukazujući na potencijal za selekciju u cilju njihovog poboljšanja (Philippon, 1981). Da bi se unapredila reprodukcija stada, proizvođači mleka moraju razumeti kompleksne interakcije proizvodnje, reprodukcije, ishrane, genetike i menadžmenta (Toghiani, 2012). Selekcija na visoke prinose mleka ima negativne efekte na osobine zdravlja i plodnosti krava (Price i sar., 1997, Roxstrom i sar., 2001). Porast proizvodnje mleka mora pratiti i odgovarajuća ishrana, zdravstvena zaštita i nega visoko proizvodnih grla.

U istraživanju Perišića i sar. (2004) dobijeni rezultati pokazuju da je udeo gena crvenog holštajna imao značajnog uticaja ( $p < 0,01$ ) na uzrast grla pri prvoj oplodnji i trajanje servis perioda. Sa druge strane, masa teladi pri rođenju i trajanje bremenitosti nisu značajno ( $p > 0,05$ ) zavisili od udela gena crvenog holštajna.

Prema rezultatima Pantelića i sar. (2005) godina i sezona oplodnje nisu imale statističku značajnost ( $p > 0,05$ ) na uzrast pri prvoj koncepciji. Uticaj godine teljenja izazvao je variranja u trajanju bremenitosti i odstupanja od opšteg proseka u intervalu od  $-1,19$  do  $0,85$  dana ( $p > 0,05$ ). Sezona teljenja, takođe, statistički nije značajno uticala

na dužinu bremenitosti ( $p > 0,05$ ), dok je godina teljenja statistički značajno uticala ( $p < 0,05$ ) na dužinu servis perioda. Efekat sezone teljenja na trajanje servis perioda bio je statistički značajan ( $p < 0,05$ ). Godina teljenja je značajno uticala na međutelidbeni period ( $p < 0,05$ ). Sezona teljenja izazvala je mala variranja međutelidbenog intervala koja nisu bila statistički značajna ( $p > 0,05$ ).

Skalicki i sar. (1991) su ustanovili visoko signifikantan uticaj sezone teljenja na uzrast pri prvoj koncepciji. Prema rezultatima Pantelića i sar. (2008a) godina i sezona teljenja su statistički visoko značajno uticali ( $p < 0,01$ ) na uzrast pri prvom teljenju i dužinu servis perioda.

Nesignifikantan uticaj sezone teljenja na trajanje bremenitosti u svojim istraživanjima konstatovali su Skalicki i sar. (1991), dok su Trifunović i sar. (2003) ustanovili značajan uticaj ( $p < 0,05$ ).

Visoko značajan uticaj ( $p < 0,01$ ) sezone na trajanje servis perioda ustanovili su Trifunović i sar. (2003), dok su Skalicki i sar. (1991) ustanovili takođe značajan uticaj ali na nižem nivou statističke značajnosti ( $p < 0,05$ ).

Osobine plodnosti su kompleksne, niskonasledne i na njihovo ispoljavanje utiče veći broj faktora. Pored genetskih, značajan je uticaj faktora kao što su: starost grla, nivo mlečnosti, sezona teljenja, menadžment farme, ishrana i mnogi drugi.

### 2.3. Genetski parametri osobina mlečnosti i plodnosti

Menadžment farme i genetski potencijal grla moraju biti usaglašeni kako bi se razvio efikasan program za poboljšanje proizvodnje, zdravlja i plodnosti (Vindig i sar., 2006). Nekoliko studija (Janson i Andreasson 1981, Hansen i sar., 1983, Roxstrom i sar., 2001) navodi nepovoljne genetske korelacije između prinosa mleka i plodnosti. Visoka proizvodnja mleka po grlu je jedan od najvažnijih faktora koji doprinose profitabilnosti proizvodnje mleka, a selekcija na povećanu proizvodnju mleka je najefikasniji način (Hansen i sar., 1983).

Međutim, jednostrana selekcija samo na visoku proizvodnju mleka uvek je praćena narušavanjem osobina plodnost (Royal i sar., 2000, Roxström i sar., 2001). Većina istraživanja o korelaciji prinosa mleka i reproduktivnih osobina pokazuje nepovoljan odnos između njih. Visok prinos mleka u laktaciji povezan je sa dužim



intervalom osemenjavanja (Berger i sar., 1981, Janson i Andreasson 1981), dužim servis periodom (Berger i sar., 1981, Hansen i sar., 1983) i dužim međutelidbenim intervalom. Heritabilitet reproduktivnih osobina je manji od 0,10 (Berger i sar., 1981, Janson i Andreasson 1981, Hansen i sar., 1983) što ukazuje na relativno sporo unapređenje osobina plodnosti selekcijom.

Postojanje negativnih fenotipskih i genetskih korelacija između osobina mlečnosti i plodnosti otežava unapređenje plodnosti (Zink i sar., 2012, Riecka i Candrak, 2011), stoga je neophodno ostvariti optimalnu ravnotežu između proizvodnje i plodnosti kako bi se povećala profitabilnost govedarske proizvodnje (Gouda i sar., 2017).

U istraživanju Rincona i sar. (2015) genetska korelacija utvrđena između sadržaja mlečne masti i sadržaja proteina, sa vrednostima 0,82 i 0,98 za holštajn i džerzej rasu, ukazuje na jaku pozitivnu genetsku povezanost između dve mlečne komponente. Sa druge strane, fenotipska korelacija između dve osobine je niža od genetske usled delovanja faktora sredine. Najniža genetska korelacija dobijena je za sadržaj mlečne masti i broj somatskih ćelija (-0,01, za obe rase), dok je fenotipska korelacija malo veća (0,12 i 0,15 za holštajn i džerzej rasu). Genetska korelacija između prinosa mleka i sadržaja proteina i između prinosa mleka i sadržaja mlečne masti kod holštajn rase je negativna, sa vrednostima -0,40 i -0,28, odgovarajuće.

U istraživanju Gouda i sar. (2017) genetski i fenotipski parametri produktivnih i reproduktivnih osobina procenjeni su na uzorku od 1180 prvih laktacija holštajn rase, upotrebom multitrait animal modela. Autori su ustanovili nepovoljnu genetsku korelaciju između servis perioda i prinosa mleka, mlečne masti i proteina (0,24 i 0,13 i 0,18, odgovarajuće), ukazujući da krave sa najmanjim genetskim potencijalom za reproduktivne osobine imaju visok genetski potencijal za proizvodnju mleka.

### 2.3.1 Heritabilitet osobina mlečnosti

Heritabilitet objašnjava stepen do kojeg su posmatrane razlike između individua povezane sa aditivnom genetskom varijansom (Adnan i Soner., 2010). Ovaj parametar pruža uvid u mogućnost unapređenja određene osobine selekcijom ili boljim menadžmentom na farmi (Erfani-Asl i sar., 2015). Uopšteno govoreći, vrednosti

heritabiliteta su veće za osobine izražene u procentima kao što su sadržaj mlečne masti i proteina nego za osobine prinosa (prinos mleka, prinos mlečne masti i proteina) (Erfani-Asl i sar., 2015). Razlike u heritabilitetu osobina se očekuju kao rezultat razlika u populaciji, u metodi procene heritabiliteta, u matematičkom postupku, kao i zbog grešaka prilikom uzorkovanja (Roman i sar., 2000).

Gouda i sar. (2017) navode vrednosti koeficijenta naslednosti za prinos mleka, mlečne masti i proteina od 0,37, 0,26 i 0,28, odgovarajuće.

Erfani-Asl i sar. (2015) su procenili genetske parametre i ponovljivost osobina mlečnosti za prve tri laktacije holštajn krava. Vrednosti heritabiliteta u prve tri laktacije za prinos mleka je 0,154, 0,263 i 0,334, za prinos masti 0,059, 0,083 i 0,052 i za prinos proteina 0,134, 0,166 i 0,274. Ponovljivost u prvi tri laktacije za prinos mleka bila je 0,475, 0,847 i 0,898, a za prinos mlečne masti 0,198, 0,281 i 0,279 i za prinos proteina 0,398, 0,479 i 0,678. Prinos mleka je imao veću heritabilnost i ponovljivost od prinosa masti, pa se ova osobina treba smatrati korisnim kriterijumom u programu selekcije radi poboljšanja efikasnosti proizvodnje. Uopšteno gledano, sa većim heritabilitetom osobine veća je tačnost selekcije i mogućnost da se genetski napredak ostvari selekcijom.

Suzuki i Van Vleck (1994) za holštajn krave u Japanu navode heritabilitet osobina mlečnosti od 0,30, 0,30 i 0,26 za prinos mleka, mlečne masti i proteina, odgovarajuće. Takođe, repitabilitet osobina mlečnosti je 0,54 za prinos mleka i 0,52 za prinos mlečne masti i proteina.

Prema rezultatima Demataveva i Bergera (1998), heritabilitet prinosa mleka, masti i proteina je 0,2, 0,18 i 0,18, dok je repitabilitet 0,42, 0,41 i 0,41, odgovarajuće. U istraživanju Teimuriana i sar. (2011) naslednost prinosa mleka i mlečne masti je 0,21 i 0,17, a repitabilitet za ove osobine je 0,47 i 0,36, odgovarajuće.

Boujenane (2002) za holštajn-frizijsku rasu u Maroku navodi vrednosti heritabiliteta za prinos mleka, prinos masti i procent mlečne masti od 0,29, 0,27 i 0,39, odgovarajuće. Ponovljivost za iste osobine je 0,33, 0,32 i 0,39, odgovarajuće. Razlike u vrednostima heritabiliteta osobina mlečnosti navedene u literaturi rezultat su razlika u populacijama, metodama procene i korišćenim matematičkim modelima.

Rincon i sar. (2015) navode vrednosti heritabiliteta za sadžaj mlečne masti od 0,32 i 0,46 za holštajn i džerzej rasu, odgovarajuće. Manja vrednost koeficijenta

naslednosti dobijena je za broj somatskih ćelija sa vrednostima 0,01 za obe rase. Rezultati pokazuju da je heritabilitet za broj somatskih ćelija niži ( $h^2 < 5\%$ ), međutim ponovljivost je mnogo veća sa vrednostima 0,26 i 0,41 za holštajn i džerzej rasu, što pokazuje da su trajni uticaji sredine imali veoma značajan efekat na ovu osobinu. Heritabilitet sadržaja mlečne masti i proteina je srednji (0,32 i 0,30) za holštajn rasu, međutim kod džerzej rase heritabilitet za navedene osobine je bio veći (0,46 i 0,47, odgovarajuće). Sa druge strane, heritabilitet prinosa mleka u laktaciji je iznosio 0,16 i 0,15 za holštajn i džerzej rasu, dok je repetibilitet bio veći i iznosio je 0,30 i 0,32, odgovarajuće.

U istraživanju Kawahara i sar. (2006) heritabilitet u užem smislu, za svaku osobinu procenjen je kao deo aditivne genetske varijanse prema ukupnoj varijansi. Takođe, heritabilitet u širem smislu procenjen je kao zbir aditivne i dominantne genetske varijanse. Procenjene vrednosti heritabiliteta između stada u užem smislu su 0,306, 0,287, 0,273, 0,255, 0,723, 0,697 i 0,663 za prinos mleka, mlečne masti, suve materije bez masti i proteina, zatim sadržaj mlečne masti, suve materije bez masti i proteina, odgovarajuće. Vrednosti heritabiliteta unutar stada u užem i širem smislu bile su veće od procena heritabiliteta između stada u užem i širem smislu. Procene heritabiliteta unutar stada u užem smislu su 0,324, 0,306, 0,292, 0,275, 0,748, 0,721 i 0,688 za prinos mleka, mlečne masti, suve materije bez masti i proteina, i sadržaj mlečne masti, suve materije bez masti i proteina, odgovarajuće. Vrednosti heritabiliteta unutar stada u užem smislu za proizvodne osobine holštajn-frizijske rase navode Suzuki i Van Vleck, 1994, Suzuki i sar., 1997, kao i Pereira i sar., 2001.

U istraživanju Toghiana (2012) utvrđen je heritabilitet za prinos mleka, mlečne masti i proteina od 0,26, 0,149 i 0,238, odgovarajuće, dok je heritabilitet procenta mlečne masti i procenta proteina iznosio 0,228. Visscher i Thompson (1992), za holštajn-frizijsku rasu u Velikoj Britaniji, navode veće vrednosti heritabiliteta za prinos mleka i mlečne masti od 0,39 i 0,36, odgovarajuće. Campos i sar. (2015) u istraživanju na holštajn rasi u Brazilu za prinos mleka, mlečne masti i proteina za standardnu laktaciju navode heritabilite od 0,21, 0,24 i 0,17, odgovarajuće.

Carlén i sar. (2004) su korišćenjem mešovitog linearnog animal modela utvrdili genetske parametre za klinički mastitis, prosečan broj somatskih ćelija u laktaciji i osobine mlečnosti u prve 3 laktacije švedskog holštajna. Heritabilitet osobina mlečnosti

kretao se od 0,23 do 0,36. Dimov i sar. (1995) navode vrednosti heritabiliteta za prinos mleka i mlečne masti od 0,26 i 0,24 za prvu laktaciju i 0,21 i 0,21 za prve tri laktacije u Kaliforniji, odgovarajuće. Hoque i Hodges (1980) za kanadskog holštajna navode heritabilitet i standardnu grešku heritabiliteta za prinos mleka i mlečne masti u prvoj standardnoj laktaciji od 0,22 (0,03) i 0,25 (0,03), odgovarajuće.

Heritabilitet osobina mlečnosti uglavnom ima srednje vrednosti što omogućava unapređenje ovih osobina selekcijom. Veće vrednosti koeficijenta heritabiliteta omogućavaju tačniju procenu priplodne vrednosti, što doprinosi efikasnijem sprovođenju selekcije i unapređenju osobina.

### 2.3.2. Genetska povezanost osobina mlečnosti i plodnosti

Proizvodnja mleka i reprodukcija su glavni faktori koji utiču na profitabilnost mlečnog govedarstva. Nezadovoljavajuća plodnost, koji se manifestuju u produženim međutelidbenim intervalima, povećanim prisilnim izlučenjem grla, rezultiraju manjom proizvodnjom mleka i manjim brojem teladi po kravi godišnje, pa samim tim i većim troškovima proizvodnje (Toghiani, 2012). Postojanje genetskog antagonizma između visoke proizvodnje mleka i reprodukcije navode Price i sar. (1998), Demataveva i Berger (1998), Kadarmideen i sar. (2000).

Toghiani (2012) je ispitivao genetsku korelaciju osobina mlečnosti i plodnosti u populaciji holštajna u Iranu. Od osobina mlečnosti posmatrane su prinos mleka u standardnoj laktaciji (305 dana), prinos mlečne masti, prinos proteina, procent mlečne masti i procenat proteina u prvoj laktaciji. Osobine plodnosti obuhvaćene istraživanjem su servis period, međutelidbeni interval, interval osemenjavanja i dužina laktacije. Procenjene genetske korelacije između osobina plodnosti su niske (od 0,0005 do 0,111), što ukazuje na to da su osobine plodnosti verovatno genetski nezavisne (Toghiani, 2012). Većina reproduktivnih osobina uglavnom su pod uticajem menadžmenta na farmi i drugih faktora sredine. Sa druge strane, u istraživanju Kadarmidena i sar. (2003) i Veerkamp i sar. (2001) navode se jake (pozitivne i negativne) korelacije, u rasponu od  $\pm 0,70$  do  $\pm 0,98$  za pojedine osobine plodnosti.

U istraživanju Toghiana (2012) genetske korelacije između reproduktivnih osobina i prinosa mleka variraju od -0,24 do 0,593. Korelacija prinosa mleka i

međutelidbenog intervala je 0,593, što ukazuje da je povećana proizvodnja mleka povezana sa dužim međutelidbenim intervalom. Slične genetske korelacije između prinosa mleka i trajanja međutelidbenog intervala navode Veerkamp i sar. (2001) i Kadarmideen i sar. (2003), u rasponu od 0,23 do 0,67. Toghiani (2012) navodi genetsku korelaciju između prinosa mleka i dužine servis perioda 0,355, pri čemu je veći prinos mleka povezan sa dužim servis periodom. Genetska korelacija ustanovljena između prinosa mleka i dužine bremenitosti (-0,24) pokazala je da kraća gestacija uslovljava veći prinos mleka u prvoj laktaciji. Genetska korelacija između prinosa mlečne masti i dužine bremenitosti je negativana (-0,18) što ukazuje da kraća dužina bremenitosti utiče na veću proizvodnju mlečne masti u prvoj laktaciji. Vrednost genetske korelacije između dužine bremenitosti i prinosa proteina je takođe negativna (-0,16). Procenjene genetske korelacije između reproduktivnih osobina i sadržaja proteina se nisu značajno razlikovale od nule.

Carlén i sar. (2004) u populaciji švedskog holštajna navode genetske korelacije za klinički mastitis i broj somatskih ćelija sa osobinama mlečnosti u rasponu od 0,01 do 0,45. Genetske korelacije između laktacija za istu osobinu bile su pozitivne i visoke, za osobine mlečnosti  $> 0,9$ .

Poznavanje genetskih korelacija između osobina ima praktičan značaj za indirektnu selekciju jer se, u zavisnosti od jačine korelacije, može postići istovremeno poboljšanje više osobina.

#### 2.4. Procena priplodne vrednosti

U odgajivačkim programima maksimalan genetski napredak može se ostvariti identifikacijom superiornih životinja koje će biti izabrane kao roditelji sledeće generacije, a koji će najbolje odgovarati postavljenim odgajivačkim ciljevima. Ključna komponenta ovog procesa je brza i pouzdana procena priplodne vrednosti kandidata za selekciju.

Priplodna vrednost odnosi se na vrednost grla za određenu osobinu u programu odgajivanja i pokazuje vrednost datog grla kao roditelja, odnosno aditivnu vrednost gena koje će grlo preneti svojim potomcima, i upravo iz tog razloga se odabir roditeljskih parova najčešće vrši na osnovu priplodne vrednosti grla. Aditivni efekat

gena predstavlja onaj efekat gena koji se ispoljava nezavisno od efekata drugih gena u genotipu, koji se jedini sigurno prenosi na potomstvo i koji se određenim metodama može vrlo precizno proceniti (Janković, 2017). Priplodna vrednost grla predstavlja odstupanje od proseka populacije iz koje grlo potiče i u zavisnosti da li je grlo iznad ili ispod proseka, priplodna vrednost može biti pozitivna ili negativna.

Za procenu priplodne vrednosti domaćih životinja koristi se veći broj metoda u zavisnosti od raspoloživih podataka kao što su:

- Metod selekcijskih indeksa (SI),
- Metod najmanjih kvadrata (LSM),
- Metod najboljih linearnih objektivnih pokazatelja (BLUP) i njegovi različiti modeli u koje spadaju: model oca, model individue ili animal model (AM), redukovani model individue (RAM), model ponovljivosti (Repeatability model).

Selekcijski indeks kao metod ocene priplodne vrednosti obuhvata kombinovanje nivoa dve ili više osobina ili korišćenje više podataka o jednoj ili više osobina. Na ovaj način, utvrđena PV predstavlja linearnu kombinaciju rezultata i ekonomskih pokazatelja osobina koja se koriste kao kriterijumi za selekciju.

Prednosti SI u odnosu na ostale metode :

- Koristi ukupnu i naslednu komponentu varijabilnosti,
- Uzima u obzir povezanost između osobina,
- Utvrđuje relativan ekonomski značaj osobina,
- Koristi sve izvore informacija za ocenu priplodne vrednosti jedinke.

Metod najmanjih kvadrata (LSM) je veoma fleksibilan metod, može da uključi veći broj faktora (očevi, farma, godina, sezona) i regresijskih uticaja (uzrast pri osemenjavanju, teljenju, trajanje servis perioda).

BLUP je najbolja linearna metoda, jer je najmanje pristrasna u oceni genetskih i faktora okoline. Spada u linearne mešovite modele jer su u ocenu uključeni slučajni (najčešće efekat životinje: grla, oca, majke) i fiksni faktori (efekat farme, godine, sezone, pola, itd.), pri čemu se rešavanjem sistema linearnih jednačina simultano sa procenom priplodnih vrednosti vrši ocena fiksnih faktora. Na taj način se dobija procena genetske vrednosti grla, iz koje su isključeni svi uticaji koji ne vode poreklo od genotipa životinje za ispitivanu osobinu (Beskorovajni, 2014).

#### 2.4.1. Seleksijski indeks

Bogdanović i sar. (2008) ističu da je osnovni cilj svakog odgajivačkog programa realizacija genetskog napretka u odabranoj populaciji domaćih životinja. Genetski napredak se uglavnom realizuje u manjim elitnim, tzv. nukleus zaptima. Da bi genetski napredak bio ostvaren, neophodno je raspolagati sa pouzdanim podacima matične evidencije, genetskim procenama osobina relevantnih za realizaciju odgajivačkog programa, kao i rangom priplodnih životinja - roditelja budućih generacija.

U odgajivačkim programima, seleksijski ciljevi su definisani tako da uključuju veći broj osobina koje utiču na ekonomsku efikasnost govedarske proizvodnje. Jedan od ključnih zahteva prilikom odabira roditeljskih parova je njihova identifikacija, odnosno odabir onih životinja koje poseduju gene koje želimo da prenesemo na sledeću generaciju (Stanojević i sar., 2015). Jedan od efikasnijih načina za procenu priplodne vrednosti na veći broj osobina je upotreba metode seleksijskog indeksa (Solknner i sar., 2000). Seleksijski indeks prvi put je upotrebljen u selekciji biljaka, a Hazel i Lush (1942) su prvi koji su uporebili ovu metodu u selekciji domaćih životinja. Seleksijski indeks kombinuje proizvodne nivoe za dve ili više osobina. Rezultat seleksijskog indeksa je skor koji služi kao osnova za rangiranje grla. U proceni priplodne vrednosti seleksijski indeks uključuje ekonomsku vrednost svih osobina uključenih u indeks.

Kako navode Radojković i sar. (2010), prednosti seleksijskog indeksa kao metoda za procenu priplodne vrednosti jeste njegova relativno jednostavna primena, kada se utvrdi jednačina seleksijskog indeksa. Pored jednostavne primene, seleksijski indeks ima prednost da se može koristiti kada neki drugi metodi za ocenu priplodne vrednosti ne mogu (BLUP, BLUP AM), usled nedostatka podataka neophodnih za njihovu primenu. Seleksijski indeks je poslužio kao baza za razvoj savremenih i pouzdanijih metoda za procenu priplodne vrednosti.

Seleksijski indeksi se u velikoj meri primenjuju u proceni priplodne vrednosti goveda, a posebno u onim slučajevima kada se selekcija izvodi na više osobina. Razvoj metodoloških postupaka, poput BLUP-a, analize komponenti genetske varijanse i kovarijanse, nelinearnih modela, dinamičkog programiranja i internacionalnih procena priplodne vrednosti priplodnjaka, a u kombinaciji sa računarskim napretkom i razvojem

integrisanih sistema za veštačko osemenjavanje i vođenje podataka, doprineo je efikasnijoj implementaciji selekcijskih indeksa (Philipsson i sar., 1994).

Selekcijski indeksi se od samog početka njihovog nastanka koriste u selekciji goveda, kako mlečnih tako i tovnih rasa. 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 Van Raden (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 uključene samo osobine mlečnosti, da se u tri zemlje (SAD, Kanada i Italija) oko trećina vrednosti ukupnog skora selekcijskog indeksa odnosi na osobine tipa i dugovečnosti kod mlečnih goveda, dok su neke zemlje, poput Danske, pored ovih osobina uvele još i reproduktivne osobine, kao i osobine vezane za zdravstveni status grla. Ovo je urađeno iz razloga jer jednostrano sprovedena selekcija samo na osobine mlečnosti dovodi do negativnih efekata kako na zdravlje vimena (Heringstad i sar, 2003), tako i na reproduktivne osobine grla (Veerkamp i sar. (2001), Kadarmideen i sar. (2003)).

Precizne procene genetskih parametara su neophodne za procenu priplodnih vrednosti korišćenjem mešovitih modela ili selekcijskih indeksa (Chauhan i Hayes 1991). Nedavno su funkcionalne osobine, kao što su reproduktivne i zdravstvene karakteristike, dobile na značaju zbog bioloških, ekonomskih i etičkih razloga, i uvažavanja dobrobiti životinja. Profitabilnost u mlečnom govedarstvu ne zavisi samo od proizvodnje mleka, već i od neproizvodnih karakteristika kao što su plodnost i zdravlje.

Glavni cilj u mlečnom govedarstvu je poboljšanje ekonomske efikasnosti proizvodnje. Ekonomska vrednost svakog grla je funkcija osobina utvrđenih odgajivačkim programom izraženih njihovom ekonomskom vrednošću. Selekcijski indeksi obezbeđuju procenu ekonomskih vrednosti grla (zasnovani na odgajivačkim ciljevima) i pojednostavljaju selekciju. Grla su rangirana na osnovu indeksa što omogućava odabir najboljih. Globalizacija odgajivačkih programa ogleda se u sličnosti u odgajivačkim ciljevima (Leitch, 1994). Selekcijski indeksi su se široko primenjivali u proceni vrednosti mlečnih goveda za pojedinačne osobine, kao i za kombinacije osobina za potrebe selekcije.



Selekcija unutar mlečnog govedarstva širom sveta prvenstveno je fokusirana na poboljšanje proizvodnih osobina (Nielsen i sar., 2005). Miglior i sar. (2005) istraživali su selekcijske indekse 15 zemalja iz različitih geografskih regiona i navode da je prosečan relativni naglasak za proizvodne osobine u svim zemljama 59,5%, što pokazuje da je proizvodnja mleka i dalje najvažnija komponenta selekcijskih indeksa koji se koriste u mlečnom govedarstvu.

Dekkers (2007) navodi da selekcija na proizvodne (prinos i sadržaj proteina) i funkcionalne osobine (dugovečnost, muznost i broj somatskih ćelija) povećava efikasnost selekcijskog indeksa na 58%. Komlosi i sar. (2010) koristili su bio-ekonomski model za procenu ekonomskih vrednosti 15 proizvodnih i funkcionalnih osobina, osobine porasta i trupa mađarske holštajn-frizijske rase. Najviši relativni ekonomski značaj je dobijen za prinos mleka (25%), a zatim za trajanje produktivnog života krava (23%). Sorensen i sar. (2010) su utvrdili da je selekcija na prinos mleka, broj somatskih ćelija, dubinu vimena, poziciju sisa i ugla papaka poboljšala efikasnost odgovora u agregatnom genotipu za 1% do 4% u odnosu na selekciju samo na prinos mleka. Sun i sar. (2010) navode da su za poboljšanje prinosa mleka selekcijski indeksi koji sadrže samo prinos mleka, mlečne masti ili proteina bili 98% do 100% efikasni kao indeks koji sadrži sve tri osobine. Odabir samo na prinos mleka bio je 5% manje efikasan u unapređenju prinosa mleka u poređenju sa selekcijskim indeksom koji sadrži sve tri osobine. Ghiasi i sar. (2013) su koristili 4 različite strategije selekcije za poboljšanje reproduktivnih osobina u iranskoj populaciji holštajn krava. Selekcijski indeksi u ovim strategijama bili su različite kombinacije osobina plodnosti i mlečnosti. U svim strategijama, selekcijski indeksi koji su sadržavali prinos mleka, interval osemenjavana i broj osemenjavanja do koncepcije bili su najbolji selekcijski indeksi. Missanjo i sar. (2013) konstruisali su jednačinu selekcijskog indeksa koji uključuje proizvodne i funkcionalne osobine. Proizvodna komponenta indeksa uključivala je prinos mleka, prinos masti, prinos proteina, procenat mlečne masti i procenat proteina, dok je funkcionalna komponenta uključivala broj somatskih ćelija. Atil (2006) je konstruisao četiri jednačine selekcijskog indeksa korišćenjem jedne standardne devijacije kao relativne ekonomske vrednosti. Indeks koji je obuhvatio sve tri osobine (prinos mleka za 305 dana, trajanje laktacije i starost pri prvom teljenju) pokazao je najveću tačnost (0,77).

U istraživanju Gouda i sar. (2017) osobine mlečnosti i plodnosti korišćene su u različitim kombinacijama za izradu jednačina selekcijskog indeksa grupisanih u dve strategije: Strategija I: selekcija zasnovana na proizvodnim osobinama (prinos mleka, mlečne masti i proteina) ignorišući genetske promene u reproduktivnim osobinama, i Strategija II: selekcija zasnovana na najtačnijem indeksu, bez genetske promene u jednoj od reproduktivnih osobina (servis period, broj osemenjavanja do koncepcije i uzrast pri prvom teljenju). Konstruisane su jednačine selekcijskih indeksa, korišćenjem različitih kombinacija osobina mlečnosti sa ciljem unapređenja prinosa mleka za 305 dana, mlečne masti i proteina. Puni indeks koji je sadržao sve tri osobine bio je najtačniji i imao je najveću korelaciju sa agregatnim genotipom (0,629). Zadovoljavajuća tačnost (0,607) bi se očekivala od indeksa koja uključuje samo prinos mleka.

Selekcijski indeksi su dinamični i menjaće se kada se ekonomski uslovi promene, a kako postanu dostupne poboljšane procene parametara. Buduće modifikacije takođe mogu kombinovati kvantitativne osobine sa informacijama marker gena (Leitch, 1994).

#### 2.4.2. Ekonomska vrednost osobina

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, dok ostale osobine uključene u selekcijski indeks ostaju nepromenjene.

Miglior i sar. (2005), Steine i sar. (2008) i Hietala i sar. (2014), ispitujući ekonomske parametre u populacijama mlečnih goveda su izrazili ekonomsku vrednost osobina kroz apsolutne pokazatelje što je i do tada bio najčešći slučaj koji se koristio za izražavanje ekonomske vrednosti. Radojković (2000), Vukelić i sar. (2004) i Popovac i sar. (2014) predložili metodologiju pomoću koje je ekonomska vrednost osobina uključenih u selekcijski indeks izražena kroz relativni odnos troškova. U istraživanju Stanojevića i sar. (2015) u izračunavanju ekonomske vrednosti osobina mlečnosti uključenih u konstruisanje jednačine selekcijskog indeksa, polazna tačka je da su sve

osobine uključene u selekcijski indeks registrovane u standardnoj laktaciji i da su sva grla imala 305 hranidbenih dana tokom standardne laktacije. Osnovna ekonomska pretpostavka je da je trošak jednog hranidbenog dana kao ekonomska veličina isti tokom ispitivanog perioda, što u praksi nije slučaj, ali veći troškovi u početnoj fazi laktacije kompezuju do određenog obima niže troškove u kasnijoj fazi. Ekonomska vrednost je izražena kao razlika u troškovima po jedinici osobine koja se javlja kao posledica primenjenog odgajivačkog programa.

Falconer i Mackay (1996) su opisali upotrebu jedne standardne devijacije kao ekonomske vrednosti osobine. Ekonomska vrednost je dodeljena jednoj standardnoj devijaciji za promenu svake osobine. Dodeljene vrednosti su stoga recipročne fenotipskoj standardnoj devijaciji. Onda je ekonomska vrednost jednaka odnosu  $\sigma_p / \sigma_p^2$ , gde je  $\sigma_p$  fenotipska standardna devijacija i  $\sigma_p^2$  fenotipska varijansa svake osobine. U svom istraživanju Atil (2006) takođe koristi jednu standardnu devijaciju kao relativnu ekonomsku vrednost osobina.

U istraživanju Gouda i sar., (2017) ekonomske vrednosti za prinos mleka, mlečne masti i proteina u standardnoj laktaciji su predstavljene koristeći metodu koju je opisao Lamont (1991), preko heritabiliteta osobina uključenih u agregatni genotip.

Faid-Allah i Ghoneim (2012) procenili su ekonomsku vrednost osobina primenom osam različitih metoda: regresija (Beta), regresija (b), Lamont, Sharma, Profit-2004, Profit-2012, FAO-2011 i Jedinstveni slučaj i njihov uticaj na očekivani genetski napredak i mogućnost genetskog unapređenja telesne mase holštajn-frizijih junica pre zalučenja.

Primenom selekcije uloženi su značajni naponi u cilju povećanja prinosa mleka, mlečne masti i proteina, ali još uvek nisu iskorišćeni genetski potencijali kojima holštajn-frizijska rasa raspolaže. U daljem selekcijskom radu nameće se potreba procene priplodne vrednosti plotkinja i korigovanje odgajivačkih programa u cilju povećanja ekonomičnosti proizvodnje mleka.

### 3. MATERIJAL I METOD RADA

#### 3.1. Opšte karakteristike uzorka

Ovo istraživanje je izvedeno na grlima holštajn-frizijske i crno-bele rase koja su gajena na farmama Poljoprivredne korporacije „Beograd“. Baza podataka je sadržala proizvodne rezultate grla koja su izlučena iz proizvodnje, kao i podatke o grlima koja su se i dalje nalazila u proizvodnji u trenutku preuzimanja podataka.

Početni set podataka sadržao je podatke za 19251 laktaciju, koje su ostvarile 8373 krave, koje su potomci 129 bikova. Iz seta podataka su isključene sve laktacije koje nisu bile zaključene u momentu preuzimanja podataka ili su imale nepotpune podatke o proizvodnji, pri čemu su najčešće nedostajale vrednosti za sadržaj proteina. Radi što veće pouzdanosti procene aditivne genetske komponente varijanse iz analize su isključene plotkinje koje su poticale od bikova koji su imali manje od 5 kćeri. Nakon toga, isključene su sve laktacije koje su imale vrednosti za posmatrane osobine tri standardne devijacije ispod proseka. Nakon procesa prilagođavanja podataka, dobio se konačni set podataka kojim je obuhvaćeno 5238 krava koje su ostvarile 10963 laktacija. Sve krave su gajene na 6 farmi Poljoprivredne korporacije „Beograd“ u periodu od 2006. do 2014. godine i predstavljaju potomke 61 bika.

Sva grla obuhvaćena ovim istraživanjem posedovala su jedinstveni identifikacioni broj, kao i proizvodne rezultate za sve ostvarene laktacije (prinos mleka, prinos mlečne masti, prinos proteina). Pored proizvodnih rezultata, sva grla su imala poznat datum rođenja, datum prvog i svakog narednog teljenja, kao i datume zasušenja. Pored proizvodnih podataka i datuma započinjanja i završavanja određenih proizvodnih ciklusa, svako grlo je imalo i podatke o poreklu, odnosno poznate pretke za najmanje jednu generaciju.

Istraživanjem su obuhvaćene sledeće osobine mlečnosti:

- Trajanje laktacije (izraženo u danima),
- Prinos mleka u celoj laktaciji (kg),
- Sadržaj mlečne masti u celoj laktaciji (%),

- Prinos mlečne masti u celoj laktaciji, (kg),
- Sadržaj proteina u celoj laktaciji (%),
- Prinos proteina u celoj laktaciji (kg),
- Prinos mleka u standardnoj laktaciji (kg),
- Sadržaj mlečne masti u standardnoj laktaciji (%),
- Prinos mlečne masti u standardnoj laktaciji, (kg),
- Sadržaj proteina u standardnoj laktaciji (%),
- Prinos proteina u standardnoj laktaciji (kg),
- Prinos 4% mast korigovanog mleka u celoj i standardnoj laktaciji.

Korekcija prinosa mleka na 4% mlečne masti izvršena je pomoću Gaines-Davidsonove formule:

$$4\% \text{ MKM} = 0,4 M + 15 F$$

gde je :

M - prinos mleka

F - prinos mlečne masti

Pored osobina mlečnosti, istraživanjem su bile obuhvaćene i sledeće osobine plodnosti:

- Trajanje servis perioda (izraženo u danima),
- Trajanje međutelidbenog intervala (izraženo u danima),
- Trajanje bremenitosti (izraženo u danima).

### 3.2. Statistička obrada podataka

#### 3.2.1. Deskriptivna statistička analiza i utvrđivanje fenotipske varijabilnosti osobina mlečnosti i plodnosti

Prvi deo analize obuhvatio je utvrđivanje osnovnih varijaciono-statističkih parametra:

- aritmetička sredina ( $\bar{X}$ ),
- interval varijacije (*Min-Max*),
- standardna devijacija (*SD*),
- koeficijent varijacije (*CV, %*).

Deskriptivna statistička analiza obavljena je statističkim programom SAS (SAS Institute Inc. 9.3, 2012).

Drugi deo statističke obrade podataka obuhvatio je utvrđivanje različitih uticaja koji izazivaju varijabilnost osobina mlečnosti i plodnosti. Varijabilnost osobina ocenjena je metodom najmanjih kvadrata primenom GLM (General Linear Model) procedure u programskom paketu SAS. Za analizu uticaja genetskih i negenetskih izvora varijabilnosti upotrebljen je sledeći model:

$$Y_{ijklmno} = \mu + O_i + F_j + G_k + S_l + R_m + H_n + e_{ijklmno}$$

gde je:

- $Y_{ijklmno}$ : ispitivana osobina,
- $\mu$ : prosek populacije za datu osobinu,
- $O_i$ : fiksni uticaj i-tog oca ( $i=1, \dots, 61$ ),
- $F_j$ : fiksni uticaj j-te farme ( $j=1, \dots, 6$ ),
- $G_k$ : fiksni uticaj k-te godine teljenja ( $k=1, \dots, 9$ ),
- $S_l$ : fiksni uticaj l-te sezone teljenja ( $l=1, 2, 3, 4$ ),
- $R_m$ : fiksni uticaj m-tog laktacije po redu ( $m=1, 2, 3, 4$ ),
- $H_n$ : fiksni uticaj n-te grupe prema udelu gena HF rase ( $n=1, \dots, 5$ ),
- $e_{ijklmno}$ : slučajna greška sa karakteristikama  $N(0, \sigma^2)$ .

Treći deo statističke obrade podataka obuhvatio je utvrđivanje genetskih parametara. Ocena komponenti varijanse i kovarijanse izvršena je primenom SIRE modela u programskom paketu „VCE-6“ (Groeneveld i sar., 2010). Priprema baze

podataka za analizu (kodiranje podataka) u navedenom softveru urađena je uz pomoć programskog paketa „PEST“ (Groeneveld i sar., 1990).

Za ocenu komponenti varijanse i kovarijanse osobina mlečnosti i plodnosti potrebnih za izračunavanje heritabiliteta i korelacija ispitivanih osobina, korišćena je jednačina mešovitog modela:

$$Y_{ijklmno} = \mu + F_i + G_j + S_k + R_l + H_m + o_n + e_{ijklmno}$$

gde je:

$Y_{ijklmno}$ : ispitivana osobina,

$\mu$ : prosek populacije za datu osobinu,

$F_i$ : fiksni uticaj i-te farme ( $i=1, \dots, 6$ ),

$G_j$ : fiksni uticaj j-te godine teljenja ( $j=1, \dots, 9$ ),

$S_k$ : fiksni uticaj k-te sezone teljenja ( $k=1, 2, 3, 4$ ),

$R_l$ : fiksni uticaj l-te laktacije po redu ( $l=1, 2, 3, 4$ ),

$H_m$ : fiksni uticaj m-te grupe prema udelu gena HF rase ( $m=1, \dots, 5$ ),

$o_n$ : slučajni uticaj n-tog oca ( $n=1, \dots, 61$ ),

$e_{ijklmno}$ : slučajna greška sa karakteristikama  $N(0, \sigma^2)$ .

### 3.2.2. Distribucija zaključenih laktacija po osnovu faktora korišćenih u modelu

Grla holštajn-frizijske i crno-bele rase obuhvaćena istraživanjem gajena su na šest farmi PKB korporacije. Distribucija zaključenih laktacija po farmama prikazana je u tabeli 1.

Tabela 1. Distribucija zaključenih laktacija po farmama

Farma	1	2	3	4	5	6	Ukupno
Broj zaključenih laktacija	1887	1937	1686	1387	2798	1268	10963

Od ukupnog broja grla obuhvaćenih istraživanjem, 175 grla je odabrano za bikovske majke. U tabeli 2 prikazana je distribucija grla po kategorijama i zaključenim laktacijama.

Tabela 2. Distribucija grla po kategorijama i zaključenim laktacijama

Kategorija	Broj grla	Broj zaključenih laktacija
Krava	5063	10563
Bikovska majka	175	400
Ukupno	5238	10963

U tabeli 3. prikazana je distribucija kćeri i zaključenih laktacija po bikovima-očevima. Minimalan broj kćeri po biku-ocu je 5 a maksimalan 781.

Tabela 3. Distribucija kćeri i zaključenih laktacija po bikovima-očevima

Redni broj	Bik-otac	Broj kćeri	Broj zaključenih laktacija kćeri
1	1179	5	8
2	1335	309	828
3	1355	12	67
4	1356	10	54
5	1384	5	33
6	1387	566	738
7	1421	90	346
8	1433	39	192
9	1437	6	26
10	1452	29	118
11	1462	12	12
12	1476	77	269
13	1484	22	113
14	1498	144	669
15	1502	310	1123
16	1509	7	32
17	1513	20	38
18	1517	33	74
19	1520	154	415
20	1525	134	368
21	1535	64	130
22	1560	108	215



Redni broj	Bik-otac	Broj kćeri	Broj zaključenih laktacija kćeri
23	1567	16	16
24	1573	11	21
25	1584	6	20
26	1594	781	1956
27	1595	339	481
28	1596	12	44
29	1618	427	534
30	1625	5	19
31	1626	22	95
32	1629	184	189
33	1630	52	56
34	1632	22	22
35	1639	578	708
36	1641	195	200
37	1644	12	43
38	1652	21	60
39	1653	11	32
40	1655	16	55
41	1661	5	9
42	1665	12	29
43	1666	11	33
44	1667	23	32
45	1668	10	30
46	1669	5	13
47	1670	25	34
48	1674	17	33
49	1675	20	33
50	1676	25	56
51	1688	10	15
52	1689	15	17
53	1691	12	18
54	1692	23	27
55	1693	43	45
56	1697	46	50
57	1700	17	17
58	1701	18	18
59	1702	7	7
60	1703	22	22
61	1707	6	6
Ukupno		5238	10963

Na osnovu udela HF gena sva grla su grupisana u pet grupa (tabela 4):

- I-grupa: do 50% HF gena,  
 II-grupa: od 51 do 75% HF gena,  
 III-grupa: od 76 do 88% HF gena,  
 IV-grupa: od 89 do 94% gena HF rase,  
 V-grupa: od 95 do 100% HF gena.

Tabela 4. Distribucija krava i zaključenih laktacija po grupi prema udelu gena HF rase

Grupa prema udelu gena HF rase	1	2	3	4	5	Ukupno
Broj krava	59	160	985	1479	2555	5238
Broj zaključenih laktacija	165	433	2361	3187	4817	10963

U tabeli 5 prikazana je distribucija zaključenih laktacija po laktaciji po redu. Zbog malog broja laktacija sve laktacije posle treće su posmatrane kao jedna grupa.

Tabela 5. Distribucija zaključenih laktacija po laktaciji po redu

Laktacija po redu	1	2	3	4, 5, 6 i 7	Ukupno
Broj zaključenih laktacija	5238	2932	1686	1107	10963

U okviru svake godine posmatrane su četiri sezone:

1. zimska: obuhvata krave oteljene tokom decembra, januara i februara;
2. prolećna: obuhvata krave oteljene tokom marta, aprila i maja;
3. letnja: obuhvata krave oteljene tokom juna, jula i avgusta;

4. jesenja: obuhvata krave oteljene tokom septembra, oktobra i novembra.

Distribucija zaključenih laktacija po sezoni i godini teljenja prikazana je u tabelama 6 i 7.

Tabela 6. Distribucija zaključenih laktacija po sezoni teljenja

Sezona teljenja	Decembar- Februar	Mart-Maj	Jun-Avgust	Septembar- Novembar	Ukupno
	1	2	3	4	
Broj zaključenih laktacija	2727	2173	3405	2658	10963

Tabela 7. Distribucija zaključenih laktacija po godini teljenja

Godina teljenja	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Ukupno
Broj zaključenih laktacija	11	36	151	397	817	1458	2455	3408	2230	10963

### 3.3. Genetska varijabilnost i povezanost osobina mlečnosti

Heritabilitet osobina mlečnosti u standardnoj laktaciji (305 dana) izračunat je metodom interklasne korelacije između polusrodnika, gde potomci jednog oca imaju 25% zajedničkih gena. Formula za izračunavanje heritabiliteta ovim metodom ima sledeći oblik:

$$h^2 = \frac{4\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2}$$

gde je:

- $h^2$  – koeficijent naslednosti (heritabilitet),
- $\sigma_a^2$  – varijansa između očeva (aditivna genetska varijansa),
- $\sigma_e^2$  – varijansa greške.

Za izračunavanje koeficijenata fenotipskih korelacija korišćena je sledeća formula:

$$r_p = \frac{Cov_{pxy}}{\sqrt{\sigma_{px}^2 * \sigma_{py}^2}}$$

gde je:

- $r_p$  – koeficijent fenotipske korelacije između osobina X i Y,
- $Cov_{pxy}$  – fenotipska kovarijansa između osobina X i Y,
- $\sigma_{px}^2$  – fenotipska varijansa osobine X,
- $\sigma_{py}^2$  – fenotipska varijansa osobine Y.

Koeficijenti genetskih korelacija izračunati su pomoću sledeće formule:

$$r_g = \frac{Cov_{gxy}}{\sqrt{\sigma_{gx}^2 * \sigma_{gy}^2}}$$

gde je:

- $r_g$  – koeficijent genetske korelacije između osobina X i Y,
- $Cov_{gxy}$  – genetska kovarijansa između osobina X i Y,
- $\sigma_{gx}^2$  – genetska varijansa osobine X,
- $\sigma_{gy}^2$  – genetska varijansa osobine Y.

Jačina povezanosti osobina određena je na osnovu Roemer–Orphalove klasifikacije (Tavčar, 1948-citirao Latinović, 1996).

- 0 - 0,10 nema korelacija
- 0,10 - 0,25 jako slaba korelacija
- 0,25 - 0,40 slaba korelacija
- 0,40 - 0,50 srednja korelacija
- 0,50 - 0,75 jaka korelacija
- 0,75 - 0,90 vrlo jaka korelacija
- 0,90 - 1,00 potpuna korelacija

Za testiranje statističke značajnosti koeficijenata fenotipskih i genetskih korelacija korišćena je sledeća formula:

$$t_{exp} = \frac{r_{xy}}{S_r}$$

### 3.4. Seleksijski indeks

Seleksijski indeks (SI) je jedan od najstarijih metoda koji se koristi za selekciju grla na dve ili više osobina. Seleksijski indeks je metod procene priplodne vrednosti koji kombinuje sve dostupne informacije o grlu. Numerička vrednost dobijena za svako grlo se označava kao indeks (I) i ona predstavlja osnovu za rangiranje grla. Primenom ovog metoda u selekciji na veći broj osobina postiže se manji stepen unapređenja svake osobine pojedinačno, ali je ukupan efekat selekcije veći. Ovaj metod uzima u obzir heritabilitet i korelacije osobina uključenih u njegovu konstrukciju. Primena seleksijskog indeksa omogućava kompenzaciju između osobina preko agregatnog genotipa, pri kojoj se slabije izražena osobina može popraviti nadmoćnošću testirane individue za druge osobine uključene u selekciju (Mitić i sar., 1987).

Za konstrukciju selekcijskog indeksa korišćene su osobine mlečnosti korigovane na standardnu laktaciju i osobine plodnosti.

Priplodna vrednost ocenjena metodom selekcijskog indeksa prikazana je sledećom opštom jednačinom selekcijskog indeksa:

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

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 svako pojedinačno svojstvo i moguće ga je predstaviti pomoću sledeće formule:

$$G = v_1 G_1 + v_2 G_2 + \dots + v_n G_n$$

gde je:

- G - agregatni genotip,
- $v_{1...n}$  - ekonomska vrednost svojstava,
- $G_{1...n}$  - genotipovi osobina uključenih u agregatni genotip.

Ako se pođe od pretpostavke da je korelacija između genetske vrednosti grla (G) i vrednosti selekcijskog indeksa (I) maksimalna, onda se dolazi do sledeće jednačine:

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

$$b = G^*v^*P^{-1},$$

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 matičnom obliku navedena jednačina ima sledeći oblik:

$$\begin{bmatrix} VarP(X1) & CovP(X1X2) & CovP(X1X3) & \dots & CovP(X1Xn) \\ CovP(X1X2) & VarP(X2) & CovP(X2X3) & \dots & CovP(X2Xn) \\ CovP(X1X3) & CovP(X2X3) & VarP(X3) & \dots & CovP(X3Xn) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ CovP(X1Xn) & CovP(X2Xn) & CovP(X3Xn) & \dots & VarP(Xn) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b1 \\ b2 \\ b3 \\ \dots \\ bn \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} VarG(X1) & CovG(X1X2) & CovG(X1X3) & \dots & CovG(X1Xn) \\ CovG(X1X2) & VarG(X2) & CovG(X2X3) & \dots & CovG(X2Xn) \\ CovG(X1X3) & CovG(X2X3) & VarG(X3) & \dots & CovG(X3Xn) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ CovG(X1Xn) & CovG(X2Xn) & CovG(X3Xn) & \dots & VarG(Xn) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v1 \\ v2 \\ v3 \\ \dots \\ vn \end{bmatrix}$$

Koeficijent korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa izračunava se pomoću sledećeg formule:

$$r_{IAG} = \frac{\sigma_I}{\sigma_{AG}}$$

gde je:

- $r_{IAG}$  - koeficijent korelacije između selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa,
- $\sigma_I$  - standardna devijacija selekcijskog indeksa,
- $\sigma_{AG}$  - standardna devijacija agregatnog genotipa.

### 3.4.1. Ekonomska vrednost osobina mlečnosti i plodnosti

Za konstrukciju jednačina selekcijskog indeksa korišćene su osobine mlečnosti posmatrane u standardnoj laktaciji (305 dana). Ekonomska vrednost osobina mlečnosti uključenih u selekcijski indeks predstavljena je kao relativna vrednost i izračunata na dva načina.

Prvi način za dobijanje relativne ekonomske vrednosti osobina mlečnosti je preko standardne devijacije a koji su predložili Falconer i Mackay (1996). Relativna ekonomska vrednost osobina mlečnosti izračunata je preko sledeće formule:

$$REV_{\sigma_p} = \frac{\sigma_p}{\sigma_p^2}$$

gde je:

- $REV_{\sigma_p}$  - relativna ekonomska vrednost osobine izražena preko standardne devijacije;
- $\sigma_p$  - fenotipska standardna devijacija;
- $\sigma_p^2$  - fenotipska varijansa svake osobine.

Drugi način za dobijanje relativne ekonomske vrednosti osobina mlečnosti je preko heritabiliteta posmatranih osobina, koji predlaže Lamont (1991), na osnovu formule:

$$REV_{h^2} = \frac{\sum h_i^2}{h_i^2}$$

gde je:

- $REV_{h^2}$  - relativna ekonomska vrednost osobine izražena preko heritabiliteta;
- $h_i^2$  - heritabilitet i - te osobine uključene u selekcijski indeks.



Relativna ekonomska vrednost osobina plodnosti uključenih u selekcijski indeks predstavljena je preko standardne devijacije (Falconer i Mackay, 1996).

Vrednosti relativnih ekonomskih vrednosti osobina mlečnosti i plodnosti uključenih u konstrukciju selekcijskih indeksa prikazane su u poglavlju Rezultati rada i diskusija.

### 3.4.2. Rang krava i korelacije ranga za ispitivane osobine mlečnosti

Različitim kombinacijama osobina mlečnosti i plodnosti i relativne ekonomske vrednosti osobina konstruisano je trideset jednačina selekcijskog indeksa. Za ocenu priplodne vrednosti grla upotrebljeno je pet jednačina selekcijskih indeksa. Za sva grla utvrđena je priplodna vrednost (SI skor) na osnovu koje je izvršeno rangiranje.

Kako bi se ispitao stepen povezanosti konstruisanih jednačina, izračunat je Spearman-ov koeficijent korelacije ranga, primenom sledeće formule:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

gde je:

- $r_s$ - Spearman-ov koeficijent,
- $d_i$ - razlika između rangova x i y
- n- broj parova rangova promenljivih x i y.

Statistička značajnost Spearman-ovog koeficijenta korelacije ranga testirana je t-testom na nivou značajnosti  $p < 0,01$ .

#### 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Kao što je navedeno u Glavnom odgajivačkom programu za holštajn-frizijsku rasu goveda u Srbiji (Glavni odgajivački program 2015-2019), ovim programom definišu se odgajivački ciljevi, veličina populacije na kojoj se izvodi program, odgajivačke metode, selekcijski program i program banke gena, razvojni i istraživački zadaci za potrebe povećanja efikasnosti izvođenja programa, uslovi za uspješnije gajenje domaćih životinja i obezbeđenje širenja genetskog napretka i poboljšanja kvaliteta stočarskih proizvoda u skladu sa zootehničkim standardima.

Poboljšanje genetskog potencijala holštajn-frizijske rase u Republici Srbiji uvozom kvalitetnih priplodnih grla i semena i dalje je veoma aktuelno s obzirom na postojanje razlika u genetskom potencijalu između domaće i stranih populacija. U tom smislu važno je veliku pažnju posvetiti kontroli i distribuciji semena, odnosno doslednom sprovođenju plana osemenjavanja (Glavni odgajivački program 2015-2019).

Prema Glavnom odgajivačkom programu 2015-2019, na osnovu postojeće situacije u odgajivanju holštajn-frizijske rase goveda, organizaciono-tehničkih i ekonomskih mogućnosti u stočarskoj proizvodnji naše zemlje, a uz poštovanje osnovnih principa kvantitativne genetike, definisan je odgajivački cilj za kontrolisanu populaciju u Srbiji:

1. Proizvodne osobine:

- Mlečnost krava preko 8000 kg u standardnoj laktaciji,
- Mlečna mast min. 4,00%, protein min. 3,50%,
- Kvalitet mleka.

2. Reproductivne osobine:

- Uzrast pri prvoj oplodnji: 15-16 meseci i telesna masa preko 370 kg,
- Uzrast pri prvom telenju: 24-25 meseci,
- Servis period do 110 dana,
- Interval između teljenja 380-410 dana.

Imajući sve prethodno navedeno u vidu, od izuzetnog značaja je da se kod krava poznaje ne samo fenotipska varijabilnost proizvodnih i reproduktivnih, već i njihova genetska varijabilnost i naslednost. S tim u vezi, sve više se nameće i potreba procene priplodne vrednosti krava za osobine mlečnosti i plodnosti.

#### 4.1. Fenotipska varijabilnost osobina mlečnosti i plodnosti

##### 4.1.1. Fenotipska varijabilnost osobina mlečnosti

Fenotipska varijabilnost osobina mlečnosti posmatrana je u celoj i standardnoj laktaciji. U tabeli 8 su prikazane prosečne vrednosti i varijabilnost osobina mlečnosti u celoj laktaciji. Varijabilnost posmatranih osobina mlečnosti prikazana je u apsolutnim (SD) i relativnim pokazateljima (CV).

U tabeli 9 su prikazane prosečne vrednosti i varijabilnost osobina mlečnosti u standardnoj laktaciji.

U tabeli 10 su prikazane prosečne vrednosti i varijabilnost osobina mlečnosti u celoj i standardnoj laktaciji posmatrano po kategoriji grla (krave i bikovske majke).

Tabela 8. Prosečne vrednosti i varijabilnost osobina mlečnosti u celoj laktaciji

Osobina	n	$\bar{x}$	Min	Max	SD	CV, %
Trajanje laktacije, dana	10963	373,89	222,00	834,00	80,68	21,58
Prinos 4%MKM, kg	10963	8705,33	2462,70	21998,35	2196,61	25,23
Prinos mleka, kg	10963	9452,52	2522,00	24214,00	2411,30	25,51
Sadržaj mlečne masti, %	10963	3,48	2,45	4,59	0,21	6,10
Prinos mlečne masti, kg	10963	328,29	87,86	820,85	83,20	25,34
Sadržaj proteina, %	10963	3,23	2,27	3,69	0,13	4,18
Prinos proteina, kg	10963	304,50	82,47	820,85	77,52	25,46

Prosečno trajanje laktacije kod svih grla holštajn-frizijske rase je 373,89 dana sa standardnom devijacijom 80,68 i koeficijentom varijacije 21,58%. Prosečno trajanje

laktacije kod krava je 373,06 dana, dok je prosečno trajanje laktacije kod bikovskih majki 395,84 dana.

Od svih osobina mlečnosti obuhvaćenih istraživanjem, osobine prinosa odlikuju se najvećom varijabilnošću. Prosečan prinos 4%MKM u celoj laktaciji, posmatrano kod svih grla uključenih u analizu, iznosi 8705,33 kg sa standardnom devijacijom 2196,61 kg i koeficijentom varijacije 25,23%. Prosečan prinos 4%MKM kod krava u celoj laktaciji je 8644,09 kg, a kod bikovskih majki 10322,44 kg.

Prosečan prinos mleka u celoj laktaciji kod svih grla iznosio je 9452,52 kg sa standardnom devijacijom 2411,30 kg i koeficijentom varijacije 25,51%. Maksimalna mlečnost koju su ostvarila grla holštajn-frizijske rase bila je 24214 kg. Posmatrano po kategoriji grla, prosečna mlečnost krava holštajn-frizijske rase je 9385,14 kg, dok su grla odabrana za bikovske majke ostvarila mlečnost od 11231,76 kg.

U ispitivanoj populaciji grla holštajn-frizijske rase u celoj laktaciji utvrđen je prosečan sadržaj mlečne masti 3,48% sa standardnom devijacijom 0,21 i koeficijentom varijacije 6,10%. Prosečan sadržaj mlečne masti kod krava je iznosio 3,48%, a kod bikovskih majki 3,47%.

Prosečan prinos mlečne masti u celoj laktaciji kod svih grla iznosio je 328,29 kg sa standardnom devijacijom 83,20 kg i koeficijentom varijacije 25,34%. Posmatrano po kategoriji grla, prinos mlečne masti kod krava holštajn-frizijske rase je 326,00 kg, dok su grla odabrana za bikovske majke proizvela 388,65 kg mlečne masti.

Prosečan sadržaj proteina u celoj laktaciji koji su ostvarila sva grla holštajn-frizijske rase koja su uključena u analizu je 3,23% sa standardnom devijacijom 0,13 i koeficijentom varijacije 4,18%. Sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina odlikuju se najmanjom varijabilnošću. Prosečan sadržaj proteina kako kod bikovskih majki, tako i kod ostalih krava je isti, 3,23%.

Prosečan prinos proteina u celoj laktaciji kod svih grla iznosio je 304,50 kg sa standardnom devijacijom 77,52 kg i koeficijentom varijacije 25,46%. Posmatrano po kategoriji grla, prinos proteina krava holštajn-frizijske rase je 302,32 kg, dok su grla odabrana za bikovske majke proizvela 362,17 kg proteina.

Tabela 9. Prosečne vrednosti i varijabilnost osobina mlečnosti u standardnoj laktaciji (305 dana)

Osobina	n	$\bar{X}$	Min	Max	SD	CV, %
Prinos 4%MKM	10963	7676,06	2406,85	14136,85	1517,77	19,77
Prinos mleka, kg	10963	8368,65	2619,00	15524,00	1708,73	20,42
Sadržaj mlečne masti, %	10963	3,46	2,45	4,61	0,22	6,31
Prinos mlečne masti, kg	10963	288,57	85,87	547,71	56,89	19,72
Sadržaj proteina, %	10963	3,22	2,27	3,69	0,14	4,22
Prinos proteina, kg	10963	268,74	82,51	514,65	53,65	19,96

Osobine prinosa posmatrane u standardnoj laktaciji odlikuju se manjom varijabilnošću u odnosu na celu laktaciju, a što je posledica standardizovanja celih laktacija na laktaciju od 305 dana.

Prosečan prinos 4%MKM kod svih grla uključenih u analizu iznosio je 7676,06 kg sa standardnom devijacijom 1517,77 kg i koeficijentom varijacije 19,77%. Posmatrano po kategoriji grla, prosečan prinos 4%MKM kod krava je 7633,85, a kod bikovskih majki 8790,76 kg.

Prosečan prinos mleka u standardnoj laktaciji koji su ostvarila sva grla holštajn-frizijske rase je 8368,65 kg sa standardnom devijacijom 1708,73 kg i koeficijentom varijacije 20,42%. Od osobina mlečnosti posmatranih u standardnoj laktaciji prinos mleka se odlikovao najvećom varijabilnošću. Prosečna mlečnost kod krava je 8321,37 kg, dok je kod bikovskih majki iznosila 9617,11 kg.

Prosečan sadržaj mlečne masti u standardnoj laktaciji kod svih grla uključenih u analizu iznosio je 3,46% sa standardnom devijacijom 0,22 i koeficijentom varijacije 6,31%. Prosečan sadržaj mlečne masti kod krava iznosio je 3,46%, a kod bikovskih majki 3,44%. Prema Glavnom odgajivačkom program 2015-2019, definisan odgajivački cilj za kontrolisanu populaciju holštajn-frizijske rase u Srbiji za sadržaj mlečne masti je 4,00%. S obzirom na dobijene rezultate istraživanja nameće se potreba korigovanja odgajivačkog cilja, jer navedeni sadržaj mlečne masti nije moguće dostići u narednih nekoliko generacija.

Prosečan prinos mlečne masti u standardnoj laktaciji kod svih grla uključenih u analizu iznosio je 288,57 kg sa standardnom devijacijom 56,89 kg i koeficijentom varijacije 19,72%. Posmatrano po kategoriji grla, prinos mlečne masti kod krava holštajn-frizijske rase iznosio je 287,02 kg, dok su grla odabrana za bikovske majke proizvela 329,59 kg mlečne masti.

Prosečan sadržaj proteina u standardnoj laktaciji koji su ostvarila sva grla holštajn-frizijske rase je 3,22% sa standardnom devijacijom 0,14 i koeficijentom varijacije 4,22%. Prosečan sadržaj proteina kod krava je 3,22% a kod bikovskih majki 3,21%.

Prosečan prinos proteina u standardnoj laktaciji kod svih grla uključenih u analizu iznosio je 268,74 kg sa standardnom devijacijom 53,65 kg i koeficijentom varijacije 19,96%. Posmatrano po kategoriji grla, prinos proteina kod krava holštajn-frizijske rase je 267,23 kg, dok su bikovske majke proizvele 308,65 kg proteina.

Tabela 10. Prosečne vrednosti i varijabilnost osobina mlečnosti posmatranih u celoj i standardnoj laktaciji (305 dana) po kategoriji grla

Osobina	Kategorija grla			Opšti prosek	
	Krave n=10563	Bikovske majke n=400			
Cela laktacija	Trajanje laktacije, dana	$\bar{X}$	373,06	395,84	373,89
		SD	80,13	91,50	80,68
	Prinos 4%MKM, kg	$\bar{X}$	8644,09	10322,44	8705,33
		SD	2169,35	2295,17	2196,61
	Prinos mleka, kg	$\bar{X}$	9385,14	11231,76	9452,52
		SD	2381,91	2502,96	2411,30
	Sadržaj mlečne masti, %	$\bar{X}$	3,48	3,47	3,48
		SD	0,21	0,19	0,21
	Prinos mlečne masti, kg	$\bar{X}$	326,00	388,65	328,29
		SD	82,17	87,49	83,20
	Sadržaj proteina, %	$\bar{X}$	3,23	3,23	3,23

Osobina	Kategorija grla			Opšti prosek
	SD	Krave n=10563	Bikovske majke n=400	
Prinos proteina, kg	$\bar{X}$	302,32	362,17	304,50
	SD	76,52	81,40	77,52
Prinos 4%MKM, kg	$\bar{X}$	7633,85	8790,76	7676,06
	SD	1508,53	1325,60	1517,77
Prinos mleka, kg	$\bar{X}$	8321,37	9617,11	8368,65
	SD	1696,99	1537,27	1708,73
Sadržaj mlečne masti, %	$\bar{X}$	3,46	3,44	3,46
	SD	0,22	0,20	0,22
Prinos mlečne masti, kg	$\bar{X}$	287,02	329,59	288,57
	SD	56,59	49,09	56,89
Sadržaj proteina, %	$\bar{X}$	3,22	3,21	3,22
	SD	0,14	0,11	0,14
Prinos proteina, kg	$\bar{X}$	267,23	308,65	268,74
	SD	53,26	48,13	53,65

Standardna laktacija (305 dana)

Prema dostupnim literaturnim podacima mlečnost holštajn-frizijske rase veoma varira. Tako Atil (2006) navodi prinos mleka od  $4030 \pm 1112$  kg u standardnoj laktaciji koji je holštajn-frizijska rasa ostvarila u Turskoj. U Egiptu prosečna mlečnost koju su ostvarile krave holštajn-frizijske rase prema istraživanju El-Awady i Oudah (2011) je 3936 kg sa 121 kg mlečne masti i 90 kg proteina, dok Eman i sar. (2016) navode prosečnu mlečnost prvotelki u Egiptu za laktaciju od 305 dana od 8801 kg sa 268 kg mlečne masti i 219 kg proteina.

Kako navode Hoekstra i sar. (1994) bikovi holštajn-frizijske rase su intenzivno korišćeni u frizijskoj populaciji goveda u Holandiji.

Analizirajući osobine dugovečnosti krava crno-bele rase, Stanojević (2017) navodi da je laktacija kod grla uključenih u analizu prosečno trajala 362 dana i za to vreme grla su prosečno proizvela 7128 kg mleka.

Kawahara i sar. (2006) navode rezultate o prosečnoj proizvodnji holštajn-frizijskih krava u Japanu, pri čemu je prinos mleka, prinos mlečne masti i proteina, sadržaj mlečne masti i proteina iznosio 7899 kg, 301 kg, 253 kg, 3,83% i 3,18%, odgovarajuće. Sahin i sar., (2012) izveštavaju o prosečnoj mlečnosti u prvoj laktaciji za 305 dana, prinos mleka za celu laktaciju i dužinu trajanja laktacije:  $6222 \pm 35,8$  kg,  $6651 \pm 42,6$  kg i  $327 \pm 1,3$  dana, odgovarajuće. Prinos mleka u drugoj i trećoj standardnoj laktaciji su 8% odnosno 11% veći. Beskorovajni (2014) navodi prosečan prinos mleka u celoj laktaciji koja je trajala 361 dan, od 7247,30 kg sa 3,59% mlečne masti. Prinos mlečne masti i 4% MKM bio je 259,19 kg odnosno 6786,64 kg, dok je prosečni prinos mleka krava holštajn-frizijske rase u prvoj standardnoj laktaciji 6478,82 kg, sa 3,55% mlečne masti. Weller i Ezra (2004) u izraelskoj holštajn populaciji navode znatno viši prinos mleka u standardnoj laktaciji od 10281 kg sa 3,23% mlečne masti i sadržajem proteina od 3,04%. Bognar i sar. (2012) sprovedi su istraživanje na 55 rumunskih crno-belih krava odabranih za bikovske majke i 225 kandidata za bikovske majke. Grla kandidati za bikovske majke proizvele su 8719,4 kg mleka sa 3,933% masti i 343,9 kg mlečne masti. Prosečna proizvodnja bikovskih majki iznosila je 9686,9 kg mleka, 3,945% masti i 383,35 kg mlečne masti.

Velika varijabilnost prinosa mleka koju ostvaruju krave holštajn-frizijske u različitim zemljama posledica je inteziteta selekcije, primenjenih odgajivačkih programa i kompleksnih uticaja različitih faktora.

#### 4.1.3. Fenotipska varijabilnost osobina plodnosti

U tabeli 11 prikazana je fenotipska varijabilnost osobina plodnostisvih posmatranih krava, dok je fenotipska varijabilnost osobina plodnosti posmatrana po kategoriji grla prikazana u tabeli 12.



Tabela 11. Prosečne vrednosti i varijabilnost osobina plodnosti

Osobina	n	$\bar{X}$	Min	Max	SD	CV, %
Trajanje bremenitosti, dana	10963	275,54	210,00	300,00	8,67	3,15
Trajanje servis perioda, dana	10963	160,64	24,00	612,00	84,26	52,45
Trajanje međutelidbenog intervala, dana	10963	436,18	248,00	884,00	84,83	19,45

Prosečno trajanje bremenitosti posmatrane populacije holštajn-frizijske rase je 275,54 dana sa koeficijentom varijacije 3,15%. Od svih osobina plodnosti obuhvaćenih istraživanjem trajanje bremenitosti je najmanje variralo, što je posledica bioloških karakteristika vrste. Trajanje bremenitosti je identično trajalo kod krava i kod bikovskih majki. Minimalno trajanje bremenitosti je 210 dana što ukazuje na raniji partus ili pobačaj. Kao kasniju posledicu, takva grla najčešće ispoljavaju tihi estrus i slabije koncipiraju.

Trajanje servis perioda je najvažnija osobina plodnosti sa tehnološkog aspekta proizvodnje. Servis period je vremenski period od partusa do prve uspešne oplodnje (konceptije). Trajanje servis perioda direktno utiče na trajanje međutelidbenog intervala i dužinu laktacije. Prosečno trajanje servis perioda u ispitivanoj populaciji holštajn-frizijske rase je 160,64 dana sa standardnom devijacijom od 84,26 dana i koeficijentom varijacije 52,45%. Od svih osobina obuhvaćenih istraživanjem, trajanje servis perioda je osobina sa najvećom varijabilnošću. Posmatrano po kategoriji grla, prosečno trajanje servis perioda kod krava je 159,88 dana, a kod bikovskih majki 180,63 dana.

Veće vrednosti za dužinu servis perioda, bez obzira na rasu goveda, saopšteni su od strane većeg broja istraživača. Tako u istraživanju Pantelića i sar. (2013), prosečno trajanje bremenitosti bikovskih majki simentalne rase iznosilo je 286,31 dana, trajanje servis perioda 110,37 dana, i međutelidbenog intervala 398,44 dana. U istraživanju Lazarević i sar. (2015) prosečno trajanje servis perioda je 134,51 dan i odlikuje se visokom varijabilnošću (57,33%). M'hamdi i sar. (2010) u svojim istraživanjima navode da je prosečno trajanje servis perioda krava holštajn-frizijske rase u Tunisu 150,9 dana.

Prema Glavnom odgajivačkom programu, odgajivački cilj za kontrolisanu populaciju holštajn-frizijske rase u Srbiji za osobinu trajanje servis perioda je 110 dana. Razloge za ovako visoko odstupanje od odgajivačkog cilja treba tražiti u dugogodišnjoj selekciji ove rase na visoke prinose mleka. S obzirom na to da se osobine plodnosti odlikuju i niskim koeficijentom heritabiliteta, poboljšanjem uslova na farmama, adekvatnom ishranom i pravovremenim otkrivanjem estrusa moguće je značajno unaprediti osobine plodnosti.

Prosečno trajanje međutelidbenog intervala svih grla holštajn-frizijske rase uključenih u analizu iznosilo je 436,18 dana sa standardnom devijacijom 84,83 dana i koeficijentom varijacije 19,45%. Prosečno trajanje međutelidbenog intervala kod krava je 435,43 dana, a kod bikovskih majki 456,17 dana. Lazarević i sar. (2015) navode prosečno trajanje međutelidbenog intervala od 411,69 dana sa koeficijentom varijacije 18,78 %. M'hamdi i sar. (2010) navode nešto više vrednosti za trajanje međutelidbenog intervala (444,2), dok su Ghiasi i sar. (2011) u svojim istraživanjima dobili niže vrednosti 393,85, a niže vrednosti (386 dana) navode, takođe, i Hoekstra i sar. (1994).

Trajanje međutelidbenog intervala zavisi od dve osobine: trajanja bremenitosti i trajanja servis perioda. S obzirom na to da se trajanje bremenitosti karakteriše veoma malom varijabilnošću, trajanje servis perioda određuje i trajanje međutelidbenog intervala. Zato pravovremena detekcija estrusa doprinosi skraćanju servis perioda, a time i međutelidbenog intervala.

Tabela 12. Prosečne vrednosti i varijabilnost osobina plodnosti posmatrano po kategoriji grla

Osobina	Kategorija grla			Opšti prosek
	Krave n=10563	Bikovske majke n=400		
Trajanje bremenitosti, dana	$\bar{X}$	275,54	275,54	275,54
	SD	8,67	8,81	8,67
Trajanje servis perioda, dana	$\bar{X}$	159,88	180,63	160,64
	SD	83,77	94,30	84,26
Trajanje međutelidbenog intervala, dana	$\bar{X}$	435,43	456,17	436,18
	SD	84,34	94,86	84,83

Analizirajući osobine dugovečnosti krava crno-bele rase, Stanojević (2017) navodi da je prosečno trajanje servis perioda iznosilo 148 dana uz visoku varijabilnost ove osobine (CV=52%). Beskorovajni (2014) navodi prosečno trajanje servis perioda kod krava holštajn-frizijske rase od 148,59 dana.

Osobine plodnosti karakteriše izražena varijabilnost, jer na ispoljenost ovih osobina dominantan uticaj imaju ambijentalni činioci. Lošije reproduktivne performanse obično se zapažaju kod visoko produktivnih grla (Roxström i sar., 2001, Toghiani, 2012, Dobson i sar., 2007).

#### 4.2. Uticaj faktora na varijabilnost osobina mlečnosti i plodnosti

##### 4.2.1. Uticaj faktora na varijabilnost osobina mlečnosti

Opšta karakteristika osobina mlečnosti je da su to kvantitativne osobine i da stepen njihovog fenotipskog ispoljavanja zavisi od interakcije genotipa i sredine u kojima se proizvodnja obavlja. Da bi se ostvarila visoka proizvodnja mleka i mlečne masti potrebno je, pored stroge selekcije, obezbediti i adekvatne uslove, pre svega, u pogledu ishrane, načina držanja i nege (Pantelić, 2006).

Uticaj faktora i njihova statistička značajnost na osobine mlečnosti posmatrana je u celoj i standardnoj laktaciji (305 dana). U tabelama 13 i 14 prikazana je statistička značajnost delovanja faktora (farma, laktacija po redu, udeo gena HF rase, godina i sezona teljenja, bik-otac) na osobine mlečnosti u celoj i standardnoj laktaciji.

Tabela 13. Uticaj faktora na varijabilnost osobina mlečnosti u celoj laktaciji, F-test

Faktor	d.f. <sub>1</sub>	Rezultati F-testa (cela laktacija)						
		Trajanje laktacije, dana	Prinos 4%MKM	Prinos mleka, kg	Sadržaj mlečne masti, %	Prinos mlečne masti, kg	Sadržaj proteina, %	Prinos proteina, kg
Farma	5	5,22***	17,11***	12,13***	358,78***	27,07***	339,26***	13,48***
Laktacija po redu	3	22,53***	48,16***	58,1***	61,18***	40,27***	23,28***	51,12***
Grupa prema udelu gena HF rase	4	0,59 <sup>nz</sup>	5,04***	4,55**	0,71 <sup>nz</sup>	5,35***	1,68 <sup>nz</sup>	4,12**
Godina teljenja	8	35,15***	20,47***	14,04***	97,89***	27,24***	131,92***	25,71***
Sezona teljenja	3	106,22***	81,52***	75,16***	14,38***	85,27***	21,32***	74,27***
Bik-otac	60	4***	11,11***	11,58***	2,72***	10,57***	1,67***	11,17***
R <sup>2</sup>		0,1013	0,1205	0,1190	0,3328	0,1269	0,3212	0,1235

p>0,05<sup>nz</sup>, p<0,05\*, p<0,01\*\*, p<0,001\*\*\*

Uticaj farme prisutan je na vrlo visokom nivou statističke značajnosti ( $p < 0,001$ ) u varijabilnosti svih posmatranih osobina mlečnosti. Statistički značajan uticaj farme ispoljen je na sve osobine mlečnosti posmatrane u celoj i standardnoj laktaciji.

Zbog malog broja laktacija, sve laktacije posle treće su grupisane zajedno. U varijabilnosti svih posmatranih osobina mlečnosti, u celoj i standardnoj laktaciji, efekat laktacije po redu je prisutan na vrlo visokom nivou statističke značajnosti ( $p < 0,001$ ).

Ispitivanje dužine trajanja laktacije ima praktični značaj, jer se preko ove osobine može oceniti efikasnost iskorišćavanja muznih krava u proizvodnji mleka. Trajanje laktacije je vezano ne samo za trajanje servis perioda, već i za niz drugih faktora. Tako na primer, ranije zasušenje zbog slabije mlečnosti može dovesti do narušavanja telesne kondicije, kao i do problema pri teljenju. Loša ishrana ne skraćuje laktaciju već smanjuje prinos mleka i nepovoljno utiče na reprodukciju. Pored toga, duže laktacije ukazuju da se kod krava oplodnja ne obavlja u optimalnom roku, ili da se ne zasušuju na vreme (Pantelić i sar., 2013).

Nivo udela gena holštajn rase, ispoljio je uticaj na osobine mlečnosti na različitim nivoima statističke značajnosti. Posmatrano u celoj laktaciji, udeo HF gena statistički nije značajno ( $p > 0,05$ ) uticao na dužinu trajanja laktacije, sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina. Statističku značajnost ( $p < 0,01$ ) udeo HF gena ispoljen je u varijabilnosti prinosa mleka i prinosa proteina, dok je visoko signifikantno uticala ( $p < 0,001$ ) na varijabilnost prinosa 4% mast korigovanog mleka i prinos mlečne masti. Posmatrano u standardnoj laktaciji, uticaj HF gena prisutan je na vrlo visokom nivou statističke značajnosti ( $p < 0,001$ ) u varijabilnosti osobina prinosa (prinos 4% mast korigovanog mleka, prinos mleka, prinos mlečne masti i prinos proteina). Statističku značajnost ( $p > 0,05$ ) udeo HF gena nije ispoljio u varijabilnosti sadržaja mlečne masti i sadržaja proteina.

Stanojević i sar. (2016) navode da povećanje udela gena holštajna nema izražen uticaj na prinos mleka, za razliku od dužine produktivnog života.

Uticaj godine na variranje proizvodnih osobina ispoljava se uglavnom preko proizvodnje i pripreme hrane, kao i njenog korišćenja u ishrani goveda u toku godine. Klimatski faktori imaju izuzetno značajan uticaj na proizvodnju hrane, što se odražava na njen kvalitet i hranidbenu vrednost koja direktno utiče na kvalitet ishrane krava, a samim tim i na proizvodne osobine (Pantelić i sar., 2014).

Uticaj godine teljenja prisutan je na vrlo visokom nivou statističke značajnosti ( $p > 0,001$ ) u varijabilnosti svih ispitivanih osobina mlečnosti. Statističku značajnost godina teljenja ispoljila je na sve osobine mlečnosti posmatrane kako u celoj, tako i u standardnoj laktaciji.

Sezona teljenja ispoljila je uticaj na vrlo visokom nivou statističke značajnosti ( $p < 0,001$ ) na sve osobine mlečnosti u celoj i standardnoj laktaciji. Sezona teljenja krava, odnosno razlike između pojedinih godišnjih doba, mogu imati značajan uticaj na proizvodnju mleka i mesa. Razlika između pojedinih godišnjih doba ogleda se u specifičnim klimatskim uslovima odnosno u razlikama u načinu ishrane i smeštaja krava (Pantelić i sar., 2014).

Bik-otac ispoljio je vrlo visoko signifikantan uticaj ( $p < 0,001$ ) na sve osobine mlečnosti kako u celoj, tako i u standardnoj laktaciji, izuzev kod sadržaja proteina u standardnoj laktaciji gde je statistička značajnost ovog faktora niža ( $p < 0,01$ ). U pogledu statističke značajnosti delovanja ovog faktora na osobine mlečnosti, rezultati izneti u ovom istraživanju su u saglasnosti sa rezultatima do kojih su došli Đedović i sar. (2003). Utvrđeni visoko signifikantni uticaji bikova-očeva ( $p < 0,001$ ) na osobine mlečnosti u ovom istraživanju ukazuju na njihov značajan doprinos u genetskom unapređenju mlečnog govedarstva.

U svojim istraživanjima Stanojević i sar. (2012) su utvrdili visoku statističku značajnost ( $p < 0,01$ ) bika, farme i sezone teljenja na fenotipsku ispoljenost i varijabilnost prinosa mleka, prinosa mlečne masti i prinosa proteina u standardnoj laktaciji. Statistički značajan uticaj ( $p < 0,01$ ) farme, bika, godine i meseca teljenja navodi Atil (2006). Ispitujući uticaj bika, farme, godine, sezone i laktacije po redu na varijabilnost prinosa mleka, sadržaja mlečne masti, prinosa mlečne masti i 4% mast korigovanog mleka Beskorovajni (2014) je utvrdila visoko značajan ( $p < 0,01$ ) uticaj bika-oca i fiksnih faktora (farma, godina, sezone teljenja i redosled laktacije) na varijabilnost osobina u celoj i standardnoj laktaciji.

Pantelić i sar. (2013) navode uticaj laktacije po redu na pojavu visoko značajnih odstupanja ( $p < 0,01$ ) od opšteg proseka kod prinosa mleka, sadržaja mlečne masti, prinosa mlečne masti i 4%MKM. Visoko značajan uticaj ( $P < 0,01$ ) reda laktacije na prinos mleka navode, takođe, i Trifunović i sar. (2002).

Stojić (1996) je ustanovio da je variranje osobina mlečnosti u standardnoj laktaciji, pod uticajem farme, godine, sezone ( $p < 0,01$ ), dok je uticaj bika-oca bio visoko značajan na osobine prinosa ( $p < 0,01$ ) i nesignifikantan na sadržaj mlečne masti ( $p > 0,05$ ).

U istraživanju Pantelić i sar. (2014) bikovi-očevi su imali visoko signifikantan uticaj ( $p < 0,01$ ) na trajanje laktacije, prinos mleka i 4%MKM, prinos i sadržaj mlečne masti. Godina telenja imala je visoko značajan uticaj ( $p < 0,01$ ) na trajanje laktacije, proizvodnju mleka, mlečne masti i 4%MKM. Sadržaj mlečne masti nije pokazao značajnija variranja usled uticaja godine telenja ( $p > 0,05$ ). Sezona telenja je visoko značajno uticala ( $p < 0,01$ ) na proizvodnju mleka i 4%MKM, značajno ( $p > 0,05$ ) na proizvodnju mlečne masti, a na sadržaj mlečne masti nije imala značajnijeg uticaja ( $p > 0,05$ ). Poznavanje uticaja spoljašnjih faktora na varijabilnost osobina mlečnosti veoma je važno s obzirom na njihov značaj pri realizaciji odgajivačkih ciljeva i postizanju optimalnih ekonomskih rezultata.



Tabela 14. Uticaj faktora na varijabilnost osobina mlečnosti u standardnoj laktaciji  
(305 dana), F-test

Faktor	d.f. <sub>1</sub>	Rezultati F-testa (standardna laktacija, 305 dana) d.f. <sub>2</sub> =10879					
		Prinos 4%MKM	Prinos mleka, kg	Sadržaj mlečne masti, %	Prinos mlečne masti, kg	Sadržaj proteina, %	Prinos proteina, kg
Farma	5	23,33***	18,36***	318,44***	37,71***	304,85***	26,54***
Laktacija po redu	3	270,13***	287,54***	51,24***	246,78***	21,97***	276,52***
Grupa prema udelu gena HF rase	4	8,01***	7,01***	0,56 <sup>nz</sup>	8,56***	1,49 <sup>nz</sup>	6,28***
Godina teljenja	8	11,34***	4,85***	95,85***	20,48***	127,99***	14,07***
Sezona teljenja	3	69,10***	69,25***	6,08***	66,65***	28,27***	55,97***
Bik-otac	60	9,08***	9,43***	2,94***	8,55***	1,6**	9,34***
R <sup>2</sup>		0,1845	0,1909	0,3142	0,1849	0,3015	0,1882

p>0,05<sup>nz</sup>, p<0,05\*, p<0,01\*\*, p<0,001\*\*\*

Koeficijenti determinacije pokazuju koliki je udeo ukupne varijabilnosti objašnjen faktorima uključenim u model, dok se ostali udeo varijabilnosti osobine može pripisati faktorima koji nisu obuhvaćeni modelom. Što je vrednost koeficijenata determinacije veća, veći je i udeo faktora obuhvaćenih modelom u objašnjenju varijabilnosti posmatrane osobine.

Koeficijenti determinacije kod osobina u standardnoj laktaciji imali su veće vrednosti u odnosu na iste osobine iz celih laktacija, osim za sadržaj mlečne masti i proteina.

Koeficijent determinacije od 0,1013, ukazuje na to da je faktorima uključenim u model na osnovu koga je ispitana varijabilnost trajanja laktacije bilo pojašnjeno oko 10% od ukupne varijabilnosti ove osobine. Za osobine prinosa posmatrane u celoj laktaciji (prinos 4% mast korigovanog mleka, prinos mleka, mlečne masti i proteina) dobijeni su niži koeficijenti determinacije (0,1205, 0,1190, 0,1269, 0,1235, odgovarajuće), a viši za sadržaj mlečne masti i proteina (0,3328 i 0,3212).

Koeficijenti determinacije za standardnu laktaciju za prinos 4% mast korigovanog mleka, prinos mleka, mlečne masti i proteina imali su sledeće vrednosti: 0,1845, 0,1909, 0,1849 i 0,1882. Za sadržaj mlečne masti i proteina dobijeni su viši koeficijenti determinacije, 0,3142 i 0,3015.

Variranje osobina mlečnosti pod uticajem sezone i godine telenja nastale su usled razlike u temperaturi i vlažnosti vazduha, kao i kvalitetu i količini dostupne hrane. Različiti uslovi smeštaja, ishrane i nege, koji se označavaju kao menadžment farme, doprineli su razlikama u ispoljenosti osobina mlečnosti.

#### 4.2.2. Uticaj faktora na varijabilnost osobna plodnosti

Imajući u vidu činjenicu da je ekonomski značaj osobina plodnosti goveda visok, neophodno je poznavanje pojedinih faktora koji utiču na plodnost krava. Na plodnost krava znatno više utiču faktori okoline, jer je većina reproduktivnih osobina pod njihovim uticajem. Kada se analiziraju pojedini faktori, njihov uticaj na plodnost krava može biti različitog intenziteta, s tim da su i česta i moguća kompleksna delovanja

dva i više faktora. Sveobuhvatnim poznavanjem više uticaja na određene reproduktivne osobine može se poboljšati plodnost krava (Trifunović i sar., 2004).

U tabeli 15 prikazana je statistička značajnost delovanja faktora (farma, laktacija po redu, udeo gena HF rase, godina i sezona teljenja, bik-otac) na osobine plodnosti, kao i koeficijenti determinacije modela.

Tabela 15. Uticaj faktora na varijabilnost osobina plodnosti (F vrednosti)

Faktor	d.f. <sub>1</sub>	Rezultati F-testa		
		d.f. <sub>2</sub> =10879		
		Trajanje bremenitosti, dana	Trajanje servis perioda, dana	Trajanje međutelidbenog intervala, dana
Farma	5	7,20 <sup>***</sup>	10,6 <sup>***</sup>	10,16 <sup>***</sup>
Laktacija po redu	3	43,26 <sup>***</sup>	13,87 <sup>***</sup>	10,08 <sup>***</sup>
Grupa prema udelu gena HF rase	4	0,89 <sup>nz</sup>	0,49 <sup>nz</sup>	0,55 <sup>nz</sup>
Godina teljenja	8	6,53 <sup>***</sup>	33,80 <sup>***</sup>	34,03 <sup>***</sup>
Sezona teljenja	3	31,64 <sup>***</sup>	106,87 <sup>***</sup>	108,07 <sup>***</sup>
Bik-otac	60	3,62 <sup>***</sup>	3,54 <sup>***</sup>	3,73 <sup>***</sup>
R <sup>2</sup>		0,0704	0,0915	0,0906

p>0,05<sup>nz</sup>, p<0,05<sup>\*</sup>, p<0,01<sup>\*\*</sup>, p<0,001<sup>\*\*\*</sup>

U varijabilnosti osobina plodnosti, koje su bile obuhvaćene ovim istraživanjem, prisutan je uticaj farme, laktacije po redu, godine i sezone teljenja na vrlo visokom nivou statističke značajnosti ( $p < 0,001$ ). Udeo gena holštajn rase, nije uticao ( $p > 0,05$ ) na varijabilnost posmatranih osobina plodnosti. Bik-otac uslovio je variranje svih posmatranih osobina plodnosti na vrlo visokom nivou statističke značajnosti ( $p < 0,001$ ).

S obzirom na to da se osobine plodnosti odlikuju niskim koeficijentom heritabiliteta, a u njihovoj varijabilnosti značajno utiču faktori okoline, adekvatnim uslovima držanja, ishrane i nege moguće ih je značajno unaprediti.

Pantelić i sar. (2008a) navode da su godina i sezona teljenja statistički visoko značajno uticali ( $p < 0,01$ ) na uzrast pri prvom teljenju i dužinu servis perioda.

U istraživanju Lazarević i sar. (2015) uticaj bika-oca, farme i sezone teljenja prisutan je na visokom nivou statističke značajnosti ( $p < 0,01$ ) u varijabilnosti međutelidbenog intervala i servis perioda, dok udeo HF gena, grla i redni broj teljenja statistički nije uticala ( $p > 0,05$ ) na variranje posmatranih osobina plodnosti. Uticaj godine prisutan je u varijabilnosti posmatranih reproduktivnih osobina ( $p < 0,05$ ). M'hamdi i sar. (2010) u svojim istraživanjima su utvrdili statistički značajno ( $p < 0,01$ ) variranje međutelidbenog intervala i servis perioda pod uticajem udela HF gena.

Pantelić i sar. (2013) navode da je laktacija po redu uslovila neznatna variranja dužine bremenitosti, međutelidbenog intervala i servis perioda, koja nisu bila statistički značajna ( $p > 0,05$ ). Petrović i sar. (2007) su istraživali efekat sistematskih faktora (redni broj teljenja, sezona telenja, tip rođenja, pol teleta i interakciju pol teleta-tip rođenja) i regresijski uticaj uzrasta pri prvom osemenjavanju na ispoljenost reproduktivnih osobina (dužina bremenitosti, servis period, intenzitet plodnosti i telesnu masu na rođenju) kod krava simentalske rase. Uticaj rednog broja teljenja na sve karakteristike plodnosti bio je veoma značajan ( $p < 0,01$ ). Sezona telenja je statistički značajno ( $p < 0,05$ ) uticala na trajanje međutelidbenog intervala i telesnu masu teladi pri rođenju. Tip rođenja uslovio je znatno duže trajanje bremenitosti ( $p < 0,01$ ) i veću telesnu masu jedinaca ( $p < 0,01$ ) i značajno duži servis period kod blizanaca ( $p < 0,05$ ). M'hamdi i sar. (2010) navode statistički značajan uticaj ( $p < 0,01$ ) farme, godine i rednog broja teljenja na trajanje međutelidbenog intervala i servis perioda. Stojić (1996) navodi da je uticaj bikova-očeva na uzrast pri prvom telenju bio je visoko signifikantan ( $p < 0,01$ ), ali na trajanje servis perioda nije bio značajno izražen ( $p > 0,05$ ).

Pantelić i sar. (2014) navode da su bikovi-očevi imali visoko signifikantan uticaj ( $p < 0,01$ ) na uzrast krava pri prvom telenju dok na dužinu servis perioda nisu ispoljili statističku značajnost ( $p > 0,05$ ). Trajanje servis perioda i uzrast pri prvom telenju nisu pokazali značajnija variranja usled uticaja godine telenja ( $p > 0,05$ ).

Koeficijent determinacije od 0,0704, ukazuje da je faktorima uključenim u model na osnovu koga je ispitana varijabilnost trajanja bremenitosti bilo pojašnjeno oko 7% od ukupne varijabilnosti ove osobine. Koeficijent determinacije za trajanje servis perioda i međutelidbenog intervala imali su nešto više vrednosti, 0,0915 i 0,0906.

Varijabilnost osobina plodnosti pod značajnim je uticajem faktora sredine, stoga unapređenjem uslova u kojima se nalaze grla, kao i poboljšanom ishranom i negom moguće je značajno popraviti osobine plodnosti.

#### 4.3. Heritabilitet osobina mlečnosti i plodnosti

Poznavnje genetskih i fenotipskih parametara je od velikog značaja pri oceni aditivne genetske vrednosti osobina mlečnosti u populaciji goveda. Ocena aditivne komponente varijanse zavisi, pre svega, od aditivnog efekta gena ispitivanih osobina, od metode i primene modela njihove ocene, veličine uzorka i uticaja ostalih faktora na ispoljenost proizvodnih i reproduktivnih svojstava. Heritabilitet, kao vrednost koja izražava i meri prosečan aditivan efekat gena, jedna je od najvažnijih karakteristika kvantitativnih osobina sa stanovišta stvaranja genetski visokovrednih populacija goveda. Poznavanje heritabiliteta je neophodno u proceni priplodne vrednosti goveda i značajno utiče na izbor metode odgajivanja. Ako je heritabilitet osobina visok, onda postoji jaka povezanost između genotipa i fenotipa što olakšava postupke selekcije koji se zasnivaju na fenotipu životnja. U slučaju da je koeficijent naslednosti nizak tada će selekcija po fenotipu biti nesigurna. Sa primenom intenzivne selekcije smanjuje se genetska varijabilnost, pa se samim tim smanjuje i heritabilitet (Pantelić i sar., 2007a).

#### 4.3.1. Heritabilitet osobina mlečnosti

Aditivna genetska varijabilnost, odnosno heritabilitet i korelacije osobina obuhvaćenih istraživanjem posmatrana je u standardnoj laktaciji. U tabeli 16 prikazan je heritabilitet ( $h^2$ ) i greške heritabiliteta ( $Se_h^2$ ) osobina mlečnosti posmatranih u standardnoj laktaciji (305 dana).

Tabela 16. Heritabilitet ( $h^2$ ) i greške heritabiliteta ( $Se_h^2$ ) osobina mlečnosti posmatranih u standardnoj laktaciji (305 dana)

Osobina	$\sigma_a^2$	$\sigma_e^2$	$h^2$	$Se_h^2$
Prinos mleka, kg	1370004,3707	5028907,7108	0,2141	0,0034
Sadržaj mlečne masti, %	0,0228	0,0360	0,3873	0,0055
Prinos mlečne masti, kg	1525,4475	5641,4052	0,2128	0,0034
Sadržaj proteina, %	0,0088	0,0171	0,3393	0,0047
Prinos proteina, kg	1353,5705	4686,3904	0,2241	0,0035

Heritabilitet osobina mlečnosti posmatranih u standardnoj laktaciji je, uglavnom, ima srednje vrednosti. Najniže vrednosti heritabiliteta dobijene su za osobine prinosa: prinos mleka, prinos mlečne masti i prinos proteina, i to  $0,2141 \pm 0,0034$ ,  $0,2128 \pm 0,0034$ ,  $0,2241 \pm 0,0035$ , odgovarajuće. Sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina odlikovao se višim vrednostima heritabiliteta od osobina prinosa. Vrednost koeficijenta naslednosti za sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina je  $0,3873 \pm 0,0055$  i  $0,3393 \pm 0,0047$ , odgovarajuće.

Nešto više vrednosti heritabiliteta osobina mlečnosti u standardnoj laktaciji navode El-Awady i Oudah (2011):  $0,31 \pm 0,08$  za prinos mleka,  $0,30 \pm 0,07$  za prinos mlečne masti i  $0,29 \pm 0,09$  za prinos proteina. Ghiasi i sar. (2013) za prinos mleka navode heritabilitet od 0,32, a Radwan i sar. (2015)  $0,31 \pm 0,02$ .

Znatno više vrednosti za prinos mleka (0,47) navodi Atil (2006). Eman i sar. (2016) koristili su tri modela u proceni genetskih parametara, komponenti varijanse i kovarijanse za određene produktivne osobine u prve tri laktacije holštajn-frizijske rase, na osnovu uključivanja i/ili isključivanja direktnog efekta majke. U zavisnosti od primenjenog modela, heritabilitet prinosa mlečne masti nalazio se u intervalu od 0,198 do 0,361, a heritabilitet prinosa proteina od 0,181 do 0,295.

Beskorovajni (2014) navodi vrednosti heritabiliteta izračunate primenom dva različita postupka: metodom najmanjih kvadrata (LSM) i metodom ograničene maksimalne verovatnoće (REML). Dobijeni 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: od 4,7% (za sadržaj mlečne masti) do 10,9 % (za prinos mleka). Sa druge strane vrednosti heritabiliteta osobina mlečnosti dobijene primenom drugog metoda, odnosno primenom metoda ograničene maksimalne verovatnoće (REML), bile su nešto veće. Heritabilitet za prinos mleka u celoj laktaciji bio je 0,170, za sadržaj mlečne masti 0,074, za prinos mlečne masti 0,157 i 0,165 za prinos 4% MKM. U standardnoj laktaciji heritabiliteti su bili niži: 0,148 (za prinos mleka), 0,086 (za sadržaj mlečne masti), 0,128 (za prinos mlečne masti) i 0,138 (za prinos 4% MKM).

Stanojević i sar. (2012) navode različite vrednosti heritabiliteta dobijene u populaciji oplemenjene crno-bele rase. Heritabilnost osobina mlečnosti (prinos mleka, sadržaj mlečne masti, sadržaj proteina, prinos mlečne masti i prinos proteina) imao je sledeće vrednosti: 0,115, 0,049, 0,017, 0,119 i 0,111, odgovarajuće.

Kawahara i sar. (2006), navode vrednosti heritabiliteta u užem smislu od 0,306, 0,287, 0,255, za prinos mleka, prinos mlečne masti i proteina, odgovarajuće.

Hoekstra i sar. (1994) navode u holandskoj populaciji crno-belih goveda heritabilitet za proizvodnju mleka, mlečne masti i proteina od 0,48, 0,36 i 0,33, za laktaciju od 305 dana mleka, respektivno. Đedović i sar. (2013) ustanovili su u populaciji oplemenjene crno-bele rase goveda, vrednosti heritabiliteta za prinosa mleka, sadržaj mlečne masti i prinos mlečne masti od 0,15, 0,06 i 0,10, odgovarajuće.

Toghiani i sar. (2012) navode heritabilitet od 0,26, 0,149 i 0,238 za prinos mleka, masti i proteina, i 0,228 za procenite masti i proteina. Visscher i Thompson



(1992) u populaciji holštajn krava u Velikoj Britaniji, navode više vrednosti heritabiliteta za prinos mleka i mlečne masti od 0,39 i 0,36, odgovarajuće.

Costa i sar. (2000) su u ispitivanjima vezanim za populaciju holštajn-frizijske rase u SAD-u i Brazilu ustanovili vrednost koeficijenta naslednosti prinosa mleka i mlečne masti od 0,25 i 0,22 u Brazilu, odnosno 0,34 i 0,35 u SAD-u.

Heritabilitet osobina mlečnosti uglavnom ima srednje vrednosti što omogućava unapređenje ovih osobina selekcijom. Veće vrednosti koeficijenta heritabiliteta omogućavaju tačniju procenu priplodne vrednosti, što doprinosi efikasnijem sprovođenju selekcije i unapređenju osobina.

#### 4.3.2. Heritabilitet osobina plodnosti

U tabeli 17 prikazane su vrednosti komponenti varijanse i heritabilitet osobina plodnosti.

Tabela 17. Komponente varijanse i heritabilitet osobina plodnosti

Osobina	$\sigma^2_a$	$\sigma^2_e$	$h^2$	$Se_{h^2}$
Trajanje bremenitosti, dana	0,5570	70,2177	0,0315	0,0142
Trajanje servis perioda, dana	70,0725	6468,0000	0,0429	0,0162
Trajanje međutelidbenog intervala, dana	68,4376	6556,3000	0,0413	0,0159

Heritabilitet osobina plodnosti koje su obuhvaćene ovim istraživanjem je bio nizak, i to  $0,0315 \pm 0,0142$  za trajanje bremenitosti,  $0,0429 \pm 0,0162$  za trajanje servis perioda i  $0,0413 \pm 0,0159$  za trajanje međutelidbenog intervala. Ovako niske vrednosti heritabiliteta za osobine plodnosti, koje su dobijene u ovom istraživanju, u saglasnosti su sa rezultatima drugih istraživača.

U istraživanju Lazarević i sar. (2015) heritabiliteti osobina plodnosti krava holštajn-frizijske rase su 0,085 za međutelidbeni interval i 0,087 za trajanje servis perioda. Petrović i sar. (2007) su ustanovili koeficijente heritabiliteta za osobine

plodnosti i to uzrast pri prvoj oplodnji (0,112), trajanje bremenitosti (0,045) i trajanje servis perioda (0,097).

Hoekstra i sar. (1994) u holandsko-frizijskoj populaciji za međutelidbeni interval navode heritabilitet od 0,03. Ghiasi i sar. (2011) u populaciji iranskog holštajna su dobili nešto niže vrednosti heritabiliteta, 0,074 za međutelidbeni interval i 0,076 za servis period.

Zink i sar. (2012) za prvotelke holštajne rase u Češkoj, takođe, navode niske vrednosti heritabiliteta za sve ispitivane osobine plodnosti, 0,04 za interval osemenjavanja i 0,03 za trajanje servis perioda.

Na osnovu dobijenih rezultata i prikazanih literaturnih podataka, osobine plodnosti odlikuje nizak heritabilitet. Unapređenje osobina plodnosti moguće je kroz poboljšanje uslova na farmama mlečnih goveda, kao i pravovremenim osmenjavanjem i adekvatnom ishranom.

#### 4.3.3. Genetske i fenotipske korelacije osobina mlečnosti i plodnosti

Ekonomičnost i efikasnost u stočarskoj proizvodnji najčešće zavise od više osobina. Iz tih razloga neophodno je vršiti takozvanu simultanu selekciju na veći broj osobina. Uspeh oplemenjivanja proizvodnih potencijala goveda u cilju povećanja prinosa mleka, mlečne masti, proteina i broja teladi, u velikoj meri zavisi od fenotipske i genetske varijabilnosti, heritabiliteta i korelacija između osobina od značaja. Fenotipska povezanost osobina u govedarstvu odnosi se na postojanje pozitivne ili negativne kovarijanse, koja nastaje kao rezultat delovanja genetskih i paragenetskih faktora (Pantelić i sar., 2007b). Genetske korelacije osobina imaju posebno mesto u odgajivačkim programima, jer jačina povezanosti posmatranih svojstava govori o mogućnosti istovremenog poboljšanja dve ili više osobina (Beskorovajni, 2014).

U tabelama 18 i 19 prikazane su genetske i fenotipske korelacije osobina mlečnosti i plodnosti. Iz tabela se uočava da su genetske korelacije osobina mlečnosti i plodnosti nešto više od fenotipskih korelacija. Između ispitivanih osobina mlečnosti postoji od slabe negativne do skoro potpune pozitivne korelacije. Između osobina mlečnosti i plodnosti korelacija je uglavnom negativna i bliska nuli. Između prinosa mleka u standardnoj laktaciji i sadržaja mlečne masti postoji jako slaba negativna

genetska i fenotipska korelacija (-0,2097 i -0,1402), dok između prinosa mleka i sadržaja proteina postoji slaba, negativna genetska i fenotipska korelacija (- 0,3990 i -0,2829).

Postojanje negativne korelacije između prinosa mleka i sadržaja mlečne masti i prinosa mleka i sadržaja proteina onemogućava istovremeno unapređenje ovih osobina. Selekcionisanjem grla na veće prinosa mleka može se očekivati smanjenje sadržaja mlečne masti i proteina. Između osobina koje se karakterišu prinosom postoji potpuna i pozitivna genetska povezanost. Genetska korelacija prinosa mleka i prinosa mlečne masti, odnosno prinosa mleka i prinosa proteina je 0,9768 i 0,9880, odgovarajuće, dok kod fenotipskih korelacija postoji vrlo jaka povezanost, 0,7728 i 0,7760. Sadržaj mlečne masti je u jako slaboj, negativnoj genetskoj korelaciji sa prinosom mlečne masti i proteina, -0,0055 i -0,1827, dok je genetska korelacija sa sadržajem proteina slaba, 0,2668.

Fenotipske korelacije između sadržaja mlečne masti i prinosa mlečne masti, sadržaja mlečne masti sadržaja proteina, sadržaja mlečne masti i prinosa proteina su jako slabe: 0,0026, 0,1789 i -0,1200, odgovarajuće.

Prinos mlečne masti je u slaboj negativnoj genetskoj korelaciji sa sadržajem proteina (-0,3370), dok je u potpunoj pozitivnoj korelaciji sa prinosom proteina. Selekcijom grla na visok prinos mlečne masti može se očekivati da će se genetski napredak ispoljiti i u prinosu proteina, ali se zbog negativne genetske korelacije sa sadržajem proteina (-0,2583) može očekivati pogoršanje ove osobine.

Fenotipske korelacije između prinosa mlečne masti i sadržaja proteina, kao i između prinosa proteina i sadržaja proteina su jako slabe i negativne, -0,2376 i -0,1793, odgovarajuće.

Genetske i fenotipske korelacije osobina mlečnosti i plodnosti su negativne, izuzev sadržaja proteina i trajanja servis perioda, kao i sadržaja proteina i trajanja međutelidbenog intervala koje su bile pozitivne i jako slabe: 0,1067 i 0,1010 (genetske), 0,0807 i 0,0765 (fenotipske korelacije), odgovarajuće. Trajanje servis perioda je u negativnoj genetskoj korelaciji sa prinosom mleka (-0,0831), sadržajem mlečne masti (-0,0413), prinosom mlečne masti (-0,0792) i prinosom proteina (-0,0704), kao i u negativnoj fenotipskoj korelaciji sa osobinama prinosa (prinos mleka, mlečne masti i

proteina), -0,0594, -0,0562, i -0,0488, odgovarajuće. Takođe, ustanovljena je negativna fenotipska korelacija između trajanja servis perioda i sadržaja proteina, -0,0222.

Između dužine trajanja međutelidbenog intervala i osobina mlečnosti ustanovljena je negativna genetska korelacija, i to: sa prinosom mleka (-0,0847), sa sadržajem mlečne masti (-0,0563), sa prinosom mlečne masti (-0,0841), i sa prinosom proteina (-0,0731). Negativne fenotipske korelacije dobijene su između dužine trajanja međutelidbenog intervala i sledećih osobina mlečnosti: prinos mleka (-0,0604), sadržaj mlečne masti (-0,0324), prinos mlečne masti (-0,0598) i prinos proteina (-0,0507).

Dužina trajanja bremenitosti je u negativnoj genetskoj korelaciji sa svim posmatranim osobinama mlečnosti, i to: sa prinosom mleka (-0,0178), sa sadržajem mlečne masti (-0,1876), sa prinosom mlečne masti (-0,0601), sa sadržajem proteina (-0,0741) i sa prinosom proteina (-0,0316).

Vrednosti fenotipskih korelacija između dužine bremenitosti i osobina mlečnosti su: -0,0075 (za prinos mleka), -0,1120 (za sadržaj mlečne masti), -0,0377 (za prinos mlečne masti), -0,0423 (za sadržaj proteina) i -0,0167 (za prinos proteina).

Na osnovu izloženih rezultata može se zaključiti da između osobina mlečnosti i plodnosti nema povezanosti jer su koeficijenti genetskih i fenotipskih korelacija ispod 0,10.

Između ispitivanih osobina plodnosti negativna genetska korelacija utvrđena je između dužine trajanja bremenitosti i dužine trajanja servis perioda, -0,0647. Sa druge strane, pozitivna genetska korelacija postoji između dužine trajanja bremenitosti i dužine trajanja međutelidbenog intervala, 0,0151, dok je između trajanja servis perioda i međutelidbenog intervala ustanovljena potpuna pozitivna korelacija, 0,9968, što još jednom ukazuje na značaj i uticaj pravovremenog otkrivanja estrusa kod plotkinja na efikasnost reproduktivnog menadžmenta na farmi. Fenotipska korelacija između trajanja bremenitosti i servis perioda, odnosno međutelidbenog intervala je -0,0388 i 0,0167, odgovarajuće. Fenotipska korelacija između trajanja servis perioda i međutelidbenog intervala je vrlo jaka, 0,7520.

Koeficijenti fenotipskih i genetskih korelacija su statistički značajni ( $p < 0,01$ ). Fenotipska korelacija osobina mlečnosti i plodnosti je veoma značajna kada se vrši selekcija na više osobina, a još značajnija za posrednu selekciju u uslovima kada se neke osobine ne mogu direktno unaprediti. Istovremeno, stvaraju se mogućnosti

povećanja uspeha selekcije ranijim donošenjem selekcijskih zaključaka i odluka. Raspolaganje sa informacijama o fenotipskim i genetskim korelacijama između osobina mlečnosti i plodnosti može imati višestruki značaj u selekciji krava, jer pruža mogućnost odabira grla na više osobina istovremeno. Ovo posebno postaje aktuelno primenom savremenih matematičko statističkih metoda u oceni aditivne genetske vrednosti bikova i krava (Pantelić i sar., 2007b).

Vrednosti genetskih i fenotipskih korelacije osobina mlečnosti i plodnosti su veoma niske, blizu nule, tako da se može govoriti o odsustvu korelacije. Odsustvo korelacije ukazuje da genetski napredak osobina mlečnosti nema uticaja na osobine plodnosti. Odsustvo korelacije između osobina mlečnosti i plodnosti može se objasniti velikim uticajem faktora okoline na ispoljenost i variranje osobina plodnosti.

U istraživanju Pantelić i sar. (2007b) ustanovljena je jaka i pozitivna korelacija između prinosa mleka i prinosa mlečne masti, 0,961, kao i između prinosa mleka i prinosa 4%MKM 0,986. Potpuna pozitivna korelacija ustanovljena je između prinosa mlečne masti i prinosa 4%MKM, 0,994. Negativna fenotipska korelacija utvrđena je između trajanja laktacije i sledećih osobina: prinosa mleka -0,066, prinosom mlečne masti -0,053, prinosa 4%MKM -0,058 i uzrasta pri telenju -0,006. Uzrast pri telenju bio je u negativnoj fenotipskoj korelaciji sa svim proizvodnim osobinama, i to: sa trajanjem laktacije -0,006, sa prinosom mleka -0,023, sa sadržajem mlečne masti -0,005, sa prinosom mlečne masti -0,023, i sa prinosom 4%MKM -0,023. Fenotipska korelacija uzrasta pri telenju i servis perioda bila je slaba i pozitivna 0,047. Servis period je, takođe, bio u negativnoj korelaciji sa osobinama mlečnosti, osim sa sadržajem mlečne masti gde je koeficijent korelacije bio slabo pozitivan 0,001, kao i kod trajanja laktacije 0,329.

Chaunan i Hayes (1991) ispitujući fenotipsku povezanost između osobina mlečnosti krava holštajn-frizijske rase su ustanovili korelaciju između prinosa mleka i mlečne masti od 0,73, između sadržaja i prinosa mlečne masti 0,38, između prinosa mleka i sadržaja mlečne masti korelacije su bile negativne -0,31.

Koeficijente fenotipskih korelacija između osobina mlečnosti u standardnoj laktaciji, uzrasta pri telenju i trajanja servis perioda navodi Stojić (1996). Vrednosti koeficijenata korelacije iznosile su: između trajanja laktacije i uzrasta pri telenju 0,006, između trajanja laktacije i servis perioda 0,847, između prinosa mleka i uzrasta pri

telenju 0,034, između prinosa mleka i servis perioda 0,095, između sadržaja mlečne masti i uzrasta pri telenju 0,034, između sadržaja mlečne masti i dužine servis perioda -0,032, između prinosa mlečne masti i uzrasta pri telenju 0,045, između prinosa mlečne masti i dužine servis perioda 0,072, između prinosa 4%MKM i uzrasta pri telenju 0,042, između prinosa 4%MKM i dužine servis perioda 0,085.

Prema rezultatima koje su dobili Parna i Saveli (1998), fenotipska korelacija između prinosa mleka i prinosa mlečne masti i proteina kod crno belih krava nalazila se u intervalu od 0,826 do 0,890.

Tabela 18. Genetske korelacije osobina mlečnosti i plodnosti

Osobina	Sadržaj mlečne masti, %	Prinos mlečne masti, kg	Sadržaj proteina, %	Prinos proteina, kg	Trajanje bremenitosti, dana	Trajanje servis perioda, dana	Trajanje međutelidbenog intervala, dana
Prinos mleka, kg	-0,2097**	0,9768**	-0,3990**	0,9880**	-0,0178**	-0,0831**	-0,0847**
Sadržaj mlečne masti, %	—	-0,0055**	0,2668**	-0,1827**	-0,1876**	-0,0413**	-0,0563**
Prinos mlečne masti, kg	—	—	-0,3370**	0,9742**	-0,0601**	-0,0792**	-0,0841**
Sadržaj proteina, %	—	—	—	-0,2583**	-0,0741**	0,1067**	0,1010**
Prinos proteina, kg	—	—	—	—	-0,0316**	-0,0704**	-0,0731**
Trajanje bremenitosti, dana	—	—	—	—	—	-0,0647**	0,0151**
Trajanje servis perioda, dana	—	—	—	—	—	—	0,9968**

p&lt;0,01\*\*

Gaydarska i sar. (2001) navode visoku i pozitivnu genetsku i fenotipsku korelaciju između prinosa mleka i prinosa mlečne masti 0,935 i 0,953. Ovi autori, takođe, navode da je korelacija između prinosa mleka i sadržaja mlečne masti bila negativna, i to bez obzira da li je genetska (-0,155) ili fenotipska (-0,257). Konačno, između prinosa i procenta mlečne masti ustanovljena je blago pozitivna genetska i fenotipska povezanost, 0,171 i 0,045, odgovarajuće.

U istraživanju Beskorovajni (2014) genetska korelacija prinosa mleka u celoj laktaciji sa prinosom mleka u standardnoj laktaciji je 0,987, sa prinosom mlečne masti u celoj i standardnoj laktaciji je 0,976 i 0,947, i sa prinosom 4% MKM u celoj i standardnoj laktaciji je 0,992 i 0,973, odgovarajuće. Slaba, negativna genetska korelacija utvrđena je između sadržaja mlečne masti u celoj laktaciji sa ostalim osobinama mlečnosti u celoj i standardnoj laktaciji ili ona praktično nije ni postojala, jer se nalazila u intervalu od skoro nepostojeće do jako slabe negativne povezanosti (od -0,026 do -0,296). Niske vrednosti koeficijenata genetskih korelacija sa negativnim predznakom dobijene su i za povezanost sadržaja mlečne masti u standardnoj laktaciji sa ostalim osobinama mlečnosti u celoj i standardnoj laktaciji (osim za sadržaj mlečne masti u celoj laktaciji).



Tabela 19. Fenotipske korelacije osobina mlečnosti i plodnosti

Osobina	Sadržaj mlečne masti, %	Prinos mlečne masti, kg	Sadržaj proteina, %	Prinos proteina, kg	Trajanje bremenitosti, dana	Trajanje servis perioda, dana	Trajanje međutelidbenog intervala, dana
Prinos mleka, kg	-0,1402**	0,7728**	-0,2829**	0,7760**	-0,0075**	-0,0594**	-0,0604**
Sadržaj mlečne masti, %	—	0,0026**	0,1789**	-0,1200**	-0,1120**	-0,0222**	-0,0324**
Prinos mlečne masti, kg	—	—	-0,2376**	0,7662**	-0,0377**	-0,0562**	-0,0598**
Sadržaj proteina, %	—	—	—	-0,1793**	-0,0423**	0,0807**	0,0765**
Prinos proteina, kg	—	—	—	—	-0,0167**	-0,0488**	-0,0507**
Trajanje bremenitosti, dana	—	—	—	—	—	-0,0388**	0,0167**
Trajanje servis perioda, dana	—	—	—	—	—	—	0,7520**

p<0,01\*\*

#### 4.4. Procena priplodne vrednosti

U odgajivačkim programima genetski napredak se može maksimizirati kroz preciznu identifikaciju superiornih grla koji će biti izabrani kao roditelji sledeće generacije, i koji će odgovarati postavljenom selekcijskom cilju. Ključna komponenta ovog procesa je brza i pouzdana procena priplodne vrednosti kandidata za selekciju. Procena priplodne vrednosti krava i bikovskih majki holštajn-frizijske rase na osobine mlečnosti u ovom istraživanju urađena je metodom selekcijskog indeksa.

##### 4.4.1. Selekcijski indeks

Selekcijski indeks razvili su Hazel i Lush (1942) i Hazel (1943) kao metod selekcije na više osobina istovremeno. Ova metoda pomaže odgajivačima da procenjuju i rangiraju grla na osnovu njihove ukupne priplodne vrednosti. Selekcija na više osobina zahteva prethodno definisanje odgajivačkog cilja, sa preciznim uključivanjem pojedinačnih osobina prema njihovom relativnom doprinosu efikasnosti proizvodnje izraženo ekonomskim vrednostima (Hazel, 1943).

##### 4.4.2 Ekonomska vrednost osobina mlečnosti i plodnosti

Ekonomska vrednost osobina mlečnosti i plodnosti izražena je na dva načina: (1) preko standardne devijacije (Falconer i Mackay, 1996), i (2) heritabiliteta (Lamont, 1991) i prikazana u tabelama 20 i 21.

Tabela 20. Relativna ekonomska vrednost ( $REV_{\sigma_p}$ ) osobina mlečnosti i plodnosti izražena preko standardne devijacije

Osobina	$\sigma_p$	$\sigma_p^2$	$\sigma_p / \sigma_p^2$	$REV_{\sigma_p}$
Prinos mleka, kg	1542,8170	2380284,2955	0,00064817	1
Sadržaj mlečne masti, %	0,1817	0,0330	5,50394082	8491,5735
Prinos mlečne masti, kg	51,5622	2658,6615	0,01939405	29,9215
Sadržaj proteina, %	0,1138	0,0130	8,78394997	13552,0273
Prinos proteina, kg	48,5220	2354,3864	0,02060920	31,7962
Trajanje bremenitosti, dana	8,3931	70,4444	0,11914526	183,8193
Trajanje servis perioda, dana	80,6199	6499,5715	0,01240388	19,1369
Trajanje međutelidbenog intervala, dana	81,1984	6593,1737	0,01231552	19,0006

Tabela 21. Relativna ekonomska vrednost ( $REV_{h^2}$ ) osobina mlečnosti izražena preko heritabiliteta ( $h^2$ )

Osobina	$h^2$	$REV_{h^2}$
Prinos mleka, kg	0,2141	6,4344
Sadržaj mlečne masti, %	0,3873	3,5571
Prinos mlečne masti, kg	0,2128	6,4722
Sadržaj proteina, %	0,3393	4,0606
Prinos proteina, kg	0,2241	6,1472

#### 4.4.3. Jednačine selekcijskih indeksa

Osobine obuhvaćene ovim istraživanjem korišćene su u različitim kombinacijama za konstrukciju 30 jednačina selekcijskih indeksa. Relativne ekonomske vrednosti osobina u jednačinama selekcijskih indeksa koji su konstruisani na osnovu osobina mlečnosti posmatrani su kroz standardne devijacije i heritabilitet osobina. Zbog niskog koeficijenta heritabiliteta osobina plodnosti u selekcijskim indeksima koji su predstavljeni kombinacijom osobina mlečnosti i plodnosti, relativna ekonomska vrednost osobina izražena je preko standardne devijacije.

U tabeli 22 prikazane su jednačine selekcijskih indeksa i koeficijenti korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa ( $r_{IAG}$ ). U priložima 17 i 18 su prikazane fenotipske i genetske varijanse i kovarijanse osobina mlečnosti i plodnosti.

Koeficijent korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa ( $r_{IAG}$ ) je, praktično, korelacija između priplodne vrednosti i indeksa. Što je korelacija veća, indeks je bolji procenitelj priplodne vrednosti, tako da se ovaj koeficijent koristi za procenu različitih indeksa koji uključuju različite osobine u cilju ocene da li određenu osobinu treba uključiti u indeks ili ne. S obzirom na to da se holštajn-frizijska rasa selekcioniše u pravcu visokih prinosa mleka svaki selekcijski indeks je uključivao prinos mleka.

Koeficijenti korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa ( $r_{IAG}$ ) imali su vrednosti od 0,2985 ( $I_{10}$ ) do 0,7779 ( $I_{26}$ ). Ova dva indeksa uključuju iste osobine (prinos mleka, prinos mlečne masti i prinos proteina), ali je ekonomska vrednost osobina posmatrana na dva načina. Veća tačnost selekcije dobijena je kada se ekonomska vrednost posmatra preko heritabiliteta osobina. Kada se isključe prinos mlečne masti ili proteina ( $I_{20}$  i  $I_{22}$ ), u indeksima koji ekonomsku vrednost osobina posmatraju preko standardne devijacije, koeficijent korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa ( $r_{IAG}$ ) raste (0,3550 i 0,3507), dok indeksi gde je ekonomska vrednost iskazana preko heritabiliteta osobina ( $I_{28}$  i  $I_{30}$ ) imaju manju tačnost (0,7042 i 0,6984) u odnosu na indeks koji sadrži sve tri osobine prinosa ( $I_{26}$ ).

Metod koji relativnu ekonomsku vrednost posmatara preko heritabiliteta osobina (Lamont, 1991) pokazuje veću tačnost (0,7779, 0,7042, 0,6984) kada se u selekcijski indeks uključe osobine sa nižim koeficijentom naslednosti (osobine prinosa). Kada se

relativna ekonomska vrednost osobina posmatra preko standardne devijacije tačnost se značajno smanjuje (0,2985, 0,3550, 0,3507).

Indeksi koji kombinuju prinos mleka, sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina ( $I_9$ ) pokazuju veću tačnost kada se ekonomska vrednost osobina posmatra preko standardne devijacije (0,6245). Kada se ekonomska vrednost osobina posmatra preko heritabiliteta ( $I_{25}$ ) koeficijent korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa je niži (0,4887). Isključivanjem sadržaja mlečne masti ili sadržaja proteina selekcijski indeksi su podjednako efikasani kao indeksi koji sadrže sve tri osobine (0,6291, i 0,6019) kada se ekonomska vrednost osobina izrazi preko standardne devijacije, odnosno heritabiliteta (0,4855 i 0,4691).

Gouda i sar. (2017) navode da je maksimalna tačnost selekcije (0,629) dobijena korišćenjem punih indeksa koji uključuju sve izvore informacija. U smislu tačnosti selekcije, odabir zasnovan na indeksu koji uključuje prinos mleka i prinos mlečne masti ili prinos proteina bi bio jednako efikasan kao puni indeks (0,619 i 0,620, odgovarajuće). Međutim, korišćenjem indeksa koji uključuje prinos mlečne masti i prinos proteina zajedno tačnost selekcije bi se smanjila za 30%.

Tabela 22. Jednačine selekcijskih indeksa (prema  $REV_{\sigma_p}$  i  $REV_h^2$ ) i koeficijenti korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa ( $r_{IAG}$ )

<b>Jednačine selekcijskih indeksa, <math>REV_{\sigma_p}</math> (<math>REV</math> izražena po metodologiji Falconer i Mackay, 1996)</b>	<b><math>r_{IAG}</math></b>
$I_1 = 0,4009^a (X_1 - 8368,65) + 3924,2775^b (X_2 - 3,46) + 5583,2955^d (X_3 - 3,22) + 5,5605^f (X_4 - 160,64) + 88,5112^h (X_5 - 275,54)$	0,6420
$I_2 = 0,0769^a (X_1 - 8368,65) + 3,4333^c (X_2 - 288,57) + 3,4771^e (X_3 - 268,74) + 5,7940^f (X_4 - 160,64) + 75,2163^h (X_5 - 275,54)$	0,4416
$I_3 = 0,3832^a (X_1 - 8368,65) + 3470,6204^b (X_2 - 3,46) + 5351,4021^d (X_3 - 3,22) + 5,1490^f (X_4 - 160,64)$	0,6080
$I_4 = 0,0902^a (X_1 - 8368,65) + 2,6642^c (X_2 - 288,57) + 3,4652^e (X_3 - 268,74) + 5,4302^f (X_4 - 160,64)$	0,3731
$I_5 = 0,3843^a (X_1 - 8368,65) + 3498,2404^b (X_2 - 3,46) + 5355,5349^d (X_3 - 3,22) + 5,2946^g (X_4 - 436,18)$	0,6107
$I_6 = 0,0892^a (X_1 - 8368,65) + 2,7188^c (X_2 - 288,57) + 3,4625^e (X_3 - 268,74) + 5,4759^g (X_4 - 436,18)$	0,3747
$I_7 = 0,3831^a (X_1 - 8368,65) + 3743,0728^b (X_2 - 3,46) + 5787,6065^d (X_3 - 3,22) + 84,2507^h (X_4 - 275,54)$	0,6535
$I_8 = 0,0660^a (X_1 - 8368,65) + 3,1305^c (X_2 - 288,57) + 3,4382^e (X_3 - 268,74) + 71,1164^h (X_4 - 275,54)$	0,3990
$I_9 = 0,3667^a (X_1 - 8368,65) + 3317,0249^b (X_2 - 3,46) + 5541,6083^d (X_3 - 3,22)$	0,6245
$I_{10} = 0,0791^a (X_1 - 8368,65) + 2,4146^c (X_2 - 288,57) + 3,4202^e (X_3 - 268,74)$	0,2985
$I_{11} = 0,3428^a (X_1 - 8368,65) + 6001,5251^d (X_2 - 3,22) + 4,7594^f (X_3 - 160,64)$	0,5946
$I_{12} = 0,1280^a (X_1 - 8368,65) + 4,5658^e (X_2 - 268,74) + 5,3043^f (X_3 - 160,64)$	0,4237
$I_{13} = 0,3435^a (X_1 - 8368,65) + 6014,0344^d (X_2 - 3,22) + 4,8313^g (X_3 - 436,18)$	0,5965
$I_{14} = 0,1278^a (X_1 - 8368,65) + 4,5874^e (X_2 - 268,74) + 5,3441^g (X_3 - 436,18)$	0,4254

$I_{15} = 0,2895^a (X_1 - 8368,65) + 3882,7008^b (X_2 - 3,46) + 5,5429^f (X_3 - 160,64)$	0,5953
$I_{16} = 0,1367^a (X_1 - 8368,65) + 3,8761^c (X_2 - 288,57) + 5,3220^f (X_3 - 160,64)$	0,4219
$I_{17} = 0,2906^a (X_1 - 8368,65) + 3912,2169^b (X_2 - 3,46) + 5,6647^g (X_3 - 436,18)$	0,5988
$I_{18} = 0,1357^a (X_1 - 8368,65) + 3,9286^c (X_2 - 288,57) + 5,3667^g (X_3 - 436,18)$	0,4237
$I_{19} = 0,3285^a (X_1 - 8368,65) + 6137,1850^d (X_2 - 3,22)$	0,6291
$I_{20} = 0,1134^a (X_1 - 8368,65) + 4,4083^e (X_2 - 268,74)$	0,3550
$I_{21} = 0,2687^a (X_1 - 8368,65) + 3741,2496^b (X_2 - 3,46)$	0,6019
$I_{22} = 0,1252^a (X_1 - 8368,65) + 3,6132^c (X_2 - 288,57)$	0,3507
$I_{23} = 0,2321^a (X_1 - 8368,65) + 5,1849^f (X_2 - 160,64)$	0,5004
$I_{24} = 0,2324^a (X_1 - 8368,65) + 5,2203^g (X_2 - 436,18)$	0,5024
<b>Jednačine selekcijskih indeksa, <math>REV_h^2</math> (REV izražena po metodologiji Lamont-a, 1991)</b>	<b>rIAG</b>
$I_{25} = 1,5231^a (X_1 - 8368,65) + 1782,1972^b (X_2 - 3,46) + 6757,3073^d (X_3 - 3,22)$	0,4887
$I_{26} = 4,0961^a (X_1 - 8368,65) - 51,3403^c (X_2 - 288,57) - 58,2492^e (X_3 - 268,74)$	0,7779
$I_{27} = 1,5065^a (X_1 - 8368,65) + 7165,0664^d (X_2 - 3,22)$	0,4855
$I_{28} = 3,3259^a (X_1 - 8368,65) - 81,6794^c (X_2 - 268,74)$	0,7042
$I_{29} = 1,4101^a (X_1 - 8368,65) + 2421,4058^b (X_2 - 3,46)$	0,4691

---

$$I_{30} = 3,2785^a (X_1 - 8368,65) - 73,4615^c (X_2 - 288,57)$$

0,6984

---

<sup>a</sup> – koeficijent višestruke regresije za prinos mleka, <sup>b</sup> – koeficijent višestruke regresije za sadržaj mlečne masti, <sup>c</sup> – koeficijent višestruke regresije za prinos mlečne masti, <sup>d</sup> – koeficijent višestruke regresije za sadržaj proteina, <sup>e</sup> – koeficijent višestruke regresije za prinos proteina, <sup>f</sup> – koeficijent višestruke regresije za trajanje servis perioda, <sup>g</sup> – koeficijent višestruke regresije za trajanje međutelidbenog intervala, <sup>h</sup> – koeficijent višestruke regresije za trajanje bremenitosti,  $X_i$  – fenotipska vrednost grla za osobine uključene u SI



U selekcijskim indeksima koji kombinuju osobine mlečnosti i plodnosti, relativna ekonomska vrednost osobina izražena je preko standardne devijacije.

Indeks (I<sub>7</sub>) koji kombinuje osobine mlečnosti (prinos mleka, sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina) i plodnosti (dužina bremenitosti) imao je najveću tačnost (0,6535). Međutim, uključivanje dužine bremenitosti u selekcijski indeks nije opravdano jer je to karakteristika vrste i rase i vrlo malo varira i nije od selekcijskog značaja. Kada se u ovaj selekcijski indeks uključi i servis period (I<sub>1</sub>) koeficijent korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa blago se smanjuje (0,6420).

Indeks koji kombinuje osobine mlečnosti (prinos mleka, sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina) sa trajanjem servis perioda (I<sub>3</sub>) ili međutelidbenog intervala (I<sub>5</sub>) imaju zadovoljavajuću tačnost (0,6080 i 0,6107). Uključivanje servis perioda i međutelidbenog intervala zajedno u selekcijski indeks nije opravdano zbog visoke korelacije ove dve osobine.

Selekcijski indeksi koji kombinuju tri osobine: prinos mleka i sadržaj mlečne masti ili proteina i trajanje servis perioda ili međutelidbenog intervala (I<sub>11</sub>, I<sub>13</sub>, I<sub>15</sub> i I<sub>17</sub>) imaju neznatno nižu tačnost (0,5946, 0,5965, 0,5953 i 0,5988, odgovarajuće).

Indeks koji kombinuje osobine mlečnosti (prinos mleka, sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina) sa trajanjem servis perioda (I<sub>3</sub>) uključuje osobine predviđene za unapređenje Glavnim odgajivačkim programom (2015) i može se koristiti već nakon prve laktacije.

Selekcijski indeksi koji kombinuju osobine prinosa i osobine plodnosti imaju znatno manju tačnost. Kada se ekonomska vrednost osobina posmatra preko standardne devijacije, a u selekcijski indeks uključe osobine sa nižim heritabilitetom, koeficijent korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa se smanjuje.

Uključivanjem u selekcijski indeks sve tri osobine prinosa (prinos mleka, mlečne masti i proteina) i neke od reproduktivnih osobina vrednosti koeficijenta korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa je u intervalu od 0,3731 do 0,4416. Kada se u selekcijski indeks uključe tri osobine, prinos mleka, prinos mlečne (ili prinos proteina) i trajanje servis perioda (ili trajanje međutelidbenog intervala) vrednost koeficijenta korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa je vrlo slična, oko 0,42.

Kada se u selekcijski indeks uključe samo dve osobine, prinos mleka i trajanje servis perioda ili međutelidbenog intervala tačnost indeksa je 0,5004 i 0,5024.

U istraživanju Atil i sar. (2005), ekonomska vrednost mleka je izračunata kao neto dobit od prinosa mleka bez obzira na sastav mleka jer se plaćanje zasniva samo na prinosu. Poređenjem različitih jednačina selekcijskih indeksa, autori su prikazali da je indeks koji uključuje prinos mleka za 305 dana, dužinu laktacije i uzrast pri prvom teljenju bio najbolji (0,75), i preporučuju ga za selekciju krava na kraju prve laktacije. Khattab i Sultan (1991) radeći na holštajn-frizijskoj rasi u Egiptu, takođe su utvrdili da je indeks koji je uključio prinos mleka u standardnoj laktaciji, trajanje laktacije i uzrast pri prvom teljenju bio jednostavan za konstrukciju, a uz to je bio i najtačniji (0,69).

Missanjo i sar. (2013) razvili su jednačinu selekcijskog indeksa koji uključuje proizvodne i funkcionalne osobine. Proizvodna komponenta indeksa uključivala je prinos mleka, prinos mlečne masti, prinos proteina, procenat mlečne masti i procenat proteina, dok je funkcionalna komponenta uključivala broj somatskih ćelija. Tačnost indeksa iznosila je 0,911, a korelacija sa odgajivačkim ciljem 0,954. U svojim istraživanjima Atil (2006) konstruisao je četiri jednačine selekcijskog indeksa korišćenjem jedne standardne devijacije kao relativne ekonomske vrednosti. Autor je prikazao da je indeks koji je obuhvatio sve tri osobine (prinos mleka u standardnoj laktaciji, trajanje laktacije i uzrast pri prvom telenju) pokazao najveću tačnost (0,77), dok su redukovani indeksi, koji su uključivali samo dve osobine, imali manju tačnost.

Faid-Allah i Ghoneim (2012) su konstruisali jednačine selekcijskih indeksa sa osam različitih metoda za procenu ekonomske vrednosti osobina: regresija (Beta), regresija (b), Lamont, Sharma, Profit-2004, Profit-2012, FAO-2011 i “Jedinstveni slučaj” i njihov uticaj na očekivani genetski napredak i mogućnost genetskog unapređenja telesne mase holštajn-frizijih junica pre zalučenja. Poređenje različitih selekcijskih indeksa pokazala su da je korišćenjem Sharma indeksa postignuta najveća tačnost selekcije (0,5180), zatim Lamont metoda (0,5117), regresije (Beta) (0,5051), Profit-2004 (0,5047), Profit-2012 (0,5002), regresija (b) (0,4998). Seleksijski indeksi omogućavaju odgajivaču da primeni odgovarajuću ekonomsku vrednost ili relativni značaj osobinama koje treba unaprediti. Metod Lamont (ekonomska vrednost osobina izražena preko heritabiliteta) u zavisnosti od vrednosti heritabiliteta osobine, daje visoku ekonomsku vrednost za osobine koje imaju nizak heritabilitet, dok kod metoda Sharma (ekonomska vrednost osobina izražena preko standardne devijacije), osobine sa

niskom vrednošću standardne devijacije imaju najveću ekonomsku vrednost (Faid-Allah i Ghoneim, 2012).

#### 4.4.4. Rang krava i korelacije ranga za ispitivane osobine mlečnosti i plodnosti

Od ukupnog broja konstruisanih jednačina selekcijskog indeksa, za izračunavanje priplodne vrednosti grla odabrano je pet jednačina (I<sub>3</sub>, I<sub>9</sub>, I<sub>10</sub>, I<sub>25</sub> i I<sub>26</sub>). Jednačine su odabrane na osnovu vrednosti koeficijenta korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa. U tabeli 23 prikazano je 100 najbolje rangiranih grla na osnovu priplodne vrednosti utvrđene upotrebom pet jednačina selekcijskih indeksa. Sva grla su rangirana na osnovu izračunate priplodne vrednosti.

Tabela 23. 100 najbolje rangiranih grla na osnovu priplodne vrednosti utvrđene upotrebom konstruisanih jednačina selekcijskog indeksa

Rang	Matični broj grla	I <sub>3</sub>	Matični broj grla	I <sub>9</sub>	Matični broj grla	I <sub>10</sub>	Matični broj grla	I <sub>25</sub>	Matični broj grla	I <sub>26</sub>
1	511710	4220,84	322573	3488,50	<b>304230</b>	1282,63	<b>304230</b>	7157,19	515691	6227,21
2	322573	4146,80	511710	3347,02	216938	1216,86	303806	6824,96	513786	6095,10
3	215544	3225,54	305063	2801,09	215813	1201,12	215813	6774,81	513811	5789,29
4	510682	3131,51	513653	2745,21	<b>215049</b>	1175,45	<b>215049</b>	6662,63	<b>515617</b>	5715,57
5	322631	3119,57	214339	2550,55	215738	1127,39	215738	6426,60	515958	5637,65
6	513653	2942,93	322631	2503,45	303806	1112,52	216938	6382,32	512599	5630,53
7	513324	2926,03	305009	2489,30	234140	1111,76	305137	6265,52	314812	5622,61
8	322994	2920,68	303806	2475,37	324392	1107,03	215297	6187,07	314768	5621,71
9	322980	2918,67	215544	2372,01	305137	1104,03	324392	6171,79	515964	5590,88
10	511302	2907,87	510682	2346,59	215013	1094,81	214339	6040,99	517655	5538,50
11	324129	2893,13	515575	2310,16	234165	1089,99	215013	6019,72	305501	5258,72
12	322856	2799,20	213958	2287,58	215297	1071,53	322794	6004,11	515766	5158,83
13	305009	2797,79	322980	2282,20	322794	1071,30	<b>303997</b>	5960,89	515603	5054,06
14	305297	2657,63	511729	2275,32	214339	1032,67	323062	5845,85	517354	5010,20
15	324013	2645,41	304709	2240,13	323062	1031,97	216827	5757,01	517604	5001,61
16	324404	2640,59	323350	2229,13	216827	1031,79	214204	5722,44	515748	4778,21
17	323823	2611,28	324013	2185,40	512716	999,16	234140	5696,26	216460	4761,27
18	513660	2602,06	324897	2170,12	<b>303997</b>	977,23	234165	5690,61	515598	4750,56
19	305063	2601,91	322856	2151,17	217052	968,72	324013	5326,67	305782	4690,00
20	304413	2532,83	323451	2140,79	515691	948,96	512716	5306,17	314885	4683,27

Rang	Matični		Matični		Matični		Matični		Matični	
	broj grla	I <sub>3</sub>	broj grla	I <sub>9</sub>	broj grla	I <sub>10</sub>	broj grla	I <sub>25</sub>	broj grla	I <sub>26</sub>
21	323807	2512,36	323437	2134,61	213576	926,34	304428	5239,22	324552	4666,02
22	515585	2483,79	515576	2101,90	214204	923,76	215165	5224,29	305826	4656,55
23	511729	2482,94	323271	2090,98	507608	910,75	214458	5207,98	305322	4637,72
24	323814	2470,70	215277	2061,33	324129	909,58	324129	5090,61	513871	4442,96
25	322403	2466,85	323557	2048,08	515603	909,37	322994	5045,96	512107	4394,61
26	304709	2430,80	304964	2018,99	216455	907,74	213576	4910,03	513938	4358,78
27	323451	2428,64	323823	1989,87	322314	894,65	216455	4848,00	314839	4260,15
28	305211	2407,69	304715	1984,97	214458	893,45	322314	4804,19	512671	4245,36
29	323062	2374,12	511990	1977,79	215165	855,26	515691	4791,26	517369	4237,57
30	214339	2361,13	304428	1977,59	<b>216582</b>	854,81	510211	4687,07	515451	4200,55
31	324710	2348,86	<b>303997</b>	1971,97	324013	851,95	515603	4684,36	216009	4184,89
32	323798	2341,02	323031	1960,74	510211	850,37	213958	4663,51	313893	4162,61
33	323834	2340,90	515497	1939,62	213624	846,32	<b>305445</b>	4657,04	315069	4143,39
34	323871	2338,47	323455	1936,20	322994	841,91	323082	4627,97	514032	4121,97
35	323830	2335,29	215297	1924,71	305857	835,84	323924	4621,30	515740	4107,62
36	323251	2331,99	323868	1908,88	216706	835,66	323437	4592,33	315080	4103,63
37	323587	2330,65	323382	1892,42	<b>216017</b>	832,07	323871	4557,02	515875	4099,92
38	215280	2324,53	315224	1892,39	304428	830,23	322980	4555,87	517754	4087,40
39	323031	2314,34	214204	1886,64	215130	823,97	507608	4519,41	511997	4074,48
40	323437	2310,21	303333	1876,62	216732	818,86	<b>216017</b>	4494,82	517597	4071,44
41	214204	2307,57	512130	1874,82	216878	817,40	513653	4474,46	517705	4056,21
42	215895	2294,63	313924	1862,38	323871	813,03	324044	4429,54	515402	4048,94
43	312806	2290,81	304800	1854,81	323924	806,40	<b>510788</b>	4389,34	324468	3978,79
44	323271	2283,32	<b>305336</b>	1847,27	515748	805,85	304387	4376,54	517643	3973,59
45	303806	2283,10	214458	1843,65	234848	801,68	217052	4364,51	513936	3929,11
46	<b>305336</b>	2282,69	322706	1842,88	214524	799,76	<b>216582</b>	4352,27	507608	3916,88
47	214458	2264,23	323895	1830,54	233332	793,95	<b>303912</b>	4326,92	511978	3864,35
48	324084	2257,40	314168	1817,22	214344	787,87	323814	4311,86	<b>511579</b>	3863,89
49	323779	2254,27	304052	1812,60	<b>510788</b>	787,83	304864	4298,81	305686	3856,09
50	215793	2246,92	322994	1811,70	215692	784,17	215130	4288,52	513839	3812,97
51	304428	2225,63	323062	1803,41	234930	780,61	214563	4286,77	517696	3811,20
52	215297	2219,29	<b>214719</b>	1786,97	214110	779,90	214344	4259,46	513899	3808,94
53	305221	2214,38	322403	1782,31	313378	776,14	323628	4255,17	216734	3797,35
54	<b>304230</b>	2213,22	323032	1781,86	304864	774,10	214110	4248,91	513911	3796,31
55	305502	2202,47	323779	1779,15	512128	773,60	214524	4240,62	314605	3781,58
56	323382	2197,21	304835	1778,38	323082	772,86	215471	4233,77	515461	3772,17
57	324100	2192,66	215738	1775,09	214563	767,79	323455	4225,84	<b>515559</b>	3763,72
58	314168	2192,23	<b>305445</b>	1774,54	215108	754,55	323251	4220,99	517571	3756,30

Rang	Matični		Matični		Matični		Matični		Matični	
	broj grla	I <sub>3</sub>	broj grla	I <sub>9</sub>	broj grla	I <sub>10</sub>	broj grla	I <sub>25</sub>	broj grla	I <sub>26</sub>
59	323423	2182,54	513324	1774,03	234600	749,34	216706	4197,88	513588	3753,43
60	303333	2168,25	324494	1773,38	323814	744,32	323376	4194,26	314843	3751,56
61	323350	2160,62	510337	1772,20	313318	743,38	233332	4185,39	216360	3746,30
62	517540	2158,64	506913	1769,91	517536	742,59	305857	4167,79	314960	3742,82
63	323248	2142,05	303570	1760,75	304387	741,14	214396	4167,27	<b>304230</b>	3736,80
64	515575	2139,28	324044	1754,10	214858	737,94	215108	4142,81	515473	3732,36
65	513376	2130,99	213368	1752,50	323437	732,64	215692	4122,87	324528	3715,62
66	304715	2124,53	323423	1751,06	511691	732,25	510896	4117,42	<b>216626</b>	3710,19
67	505779	2118,55	515585	1746,71	510896	731,41	214858	4109,60	305801	3706,98
68	213958	2116,19	324084	1740,47	324044	728,16	<b>213912</b>	4108,92	517365	3698,76
69	324102	2115,19	<b>215049</b>	1739,50	214396	727,26	216369	4100,76	515454	3689,21
70	305147	2114,00	323807	1738,91	<b>305445</b>	726,64	511691	4087,71	513915	3677,49
71	324271	2112,88	322301	1736,52	216734	725,04	<b>214947</b>	4076,12	515574	3654,78
72	213368	2111,15	323248	1733,92	504431	724,46	234848	4070,04	234140	3651,84
73	323486	2105,27	323376	1733,50	216674	723,90	504431	4053,32	216311	3621,52
74	<b>303999</b>	2092,19	322996	1732,99	214540	721,40	214540	4040,42	513834	3614,98
75	323377	2091,13	323628	1731,69	<b>216581</b>	721,18	216878	4035,19	511828	3604,53
76	<b>213959</b>	2091,07	323834	1731,50	<b>234807</b>	717,51	314137	4029,45	324275	3593,66
77	<b>214719</b>	2089,90	324129	1716,56	510124	715,34	515613	3990,02	513568	3593,37
78	313374	2088,47	324392	1711,82	323251	715,20	322631	3942,11	314868	3583,08
79	312562	2084,25	322973	1710,90	314137	713,88	512804	3931,73	314858	3575,51
80	215738	2077,72	214488	1708,94	<b>214947</b>	709,71	213624	3925,71	216674	3574,73
81	512663	2044,35	324895	1707,21	216858	707,93	511710	3919,40	515452	3555,78
82	303570	2041,71	323441	1702,98	313227	707,88	513985	3908,82	513941	3548,06
83	324375	2041,23	324035	1700,29	215736	705,96	324710	3905,13	324524	3539,25
84	304800	2038,86	289119	1696,76	<b>215945</b>	702,79	216732	3891,40	514039	3526,65
85	313924	2037,59	511302	1695,40	<b>216110</b>	702,65	305616	3888,17	216496	3511,60
86	513985	2028,96	323289	1683,99	213958	699,57	234930	3876,17	513889	3503,71
87	<b>303997</b>	2023,72	215165	1683,28	513985	699,12	512128	3875,43	515541	3498,81
88	324057	2013,80	323908	1682,86	215760	698,90	<b>214719</b>	3871,68	514216	3474,25
89	323737	2012,32	324014	1681,31	216311	698,03	323939	3867,95	517827	3463,13
90	323712	2009,27	323587	1679,92	<b>306000</b>	697,27	<b>215945</b>	3855,19	514199	3453,20
91	305332	2005,31	323648	1679,78	323628	695,80	<b>303999</b>	3834,06	513986	3448,18
92	324044	2005,20	322794	1677,06	216587	691,49	323903	3815,43	315156	3432,14
93	515527	2004,76	323548	1676,39	<b>233482</b>	687,24	<b>233482</b>	3809,49	216938	3427,86
94	323082	2001,14	517914	1676,33	215471	687,00	305294	3800,34	305603	3425,08
95	324204	2000,70	312806	1672,80	324710	686,09	234600	3799,07	217052	3414,30
96	324897	1997,40	<b>303613</b>	1670,12	215647	682,91	512625	3787,40	315209	3414,25

Rang	Matični		Matični		Matični		Matični		Matični	
	broj grla	I <sub>3</sub>	broj grla	I <sub>9</sub>	broj grla	I <sub>10</sub>	broj grla	I <sub>25</sub>	broj grla	I <sub>26</sub>
97	322568	1996,25	211835	1669,76	215798	680,24	515748	3778,19	513258	3412,75
98	323975	1993,37	323216	1667,25	511495	679,85	<b>234807</b>	3772,47	514006	3411,35
99	304387	1986,17	304477	1659,75	323376	676,85	517536	3768,27	315103	3408,90
100	<b>305445</b>	1984,68	304323	1659,68	507496	676,43	305038	3748,14	517535	3406,82

**boldovano** bikovske majke

S obzirom na to da su grla rangirana na osnovu pet jednačina selekcijskog indeksa, izračunati su Spearman-ovi koeficijenti korelacije ranga kako bi se utvrdio stepen slaganja jednačina selekcijskog indeksa. U tabeli 24 prikazani su Spearman-ovi koeficijenti korelacije ranga jednačina selekcijskog indeksa na osnovu kojih su rangirana grla.

Tabela 24. Spearman-ovi koeficijenti korelacije ranga jednačina selekcijskog indeksa

Selekcijski indeksi	I <sub>3</sub>	I <sub>9</sub>	I <sub>10</sub>	I <sub>25</sub>	I <sub>26</sub>
I <sub>3</sub>	—	0,9324**	0,4275**	0,6255**	-0,4503**
I <sub>9</sub>	—	—	0,4037**	0,6230**	-0,5190**
I <sub>10</sub>	—	—	—	0,9523**	0,5003**
I <sub>25</sub>	—	—	—	—	0,2712**
I <sub>26</sub>	—	—	—	—	—

p<0,01\*\*

Svi dobijeni Spearman-ovi koeficijenti korelacije ranga su statistički značajni (p<0,01). Spearman-ov koeficijent korelacije ranga od 0,9324 postoji između ranga na osnovu priplodnih vrednosti dobijenih upotrebom treće i devete jednačine selekcijskog indeksa. Ove dve jednačine posmatraju ekonomsku vrednost osobina preko standardne devijacije, uključuju iste osobine mlečnosti (prinos mleka, sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina), s tim što treći indeks uključuje i trajanje servis period što je razlog visoke korelacije ranga. Između treće i desete odnosno devete i desete jednačine dobijeni su niži koeficijenti korelacije, 0,4275 i 0,4037, odgovarajuće. Niža vrednost koeficijenta korelacije ranga između navedenih jednačina je posledica osobina

uključenih u deseti selekcijski indeks (osobine prinosa). Spearman-ov koeficijent korelacije ranga između dvadesetpete i treće, dvadesetpete i devete, dvadesetpete i desete jednačine, imao je više vrednosti, 0,6255, 0,6230, 0,9523, odgovarajuće. U jednačinama selekcijskog indeksa  $I_{25}$  i  $I_{26}$  ekonomska vrednost osobina izražena je preko heritabiliteta osobina. Spearman-ovi koeficijent korelacije ranga između jednačina selekcijskog indeksa  $I_{26}$  i  $I_3$ , odnosno  $I_{26}$  i  $I_9$ , imaju negativne vrednosti, i to -0,4503 i -0,5190, što je posledica različitog metoda prilikom izračunavanja ekonomske vrednosti osobina i različitih osobina uključenih u indeks.

Selekcijski indeksi  $I_{26}$  i  $I_{10}$  uključuju iste osobine (osobine prinosa), ali različit način određivanja ekonomske vrednosti osobina, a koeficijent korelacije ranga je 0,5003. Najmanja korelacija, 0,2712, dobijena je između ranga jednačina selekcijskog indeksa  $I_{25}$  i  $I_{26}$ .

Faid-Allah i Ghoneim (2012) u svom istraživanju navode visoke i statistički značajne ( $p < 0,01$ ) Spearman-ove koeficijente korelacije ranga koji su se nalazili u intervalu od 0,678 do 0,999, u zavisnosti od primenjenog metoda što pokazuje da je redosled rangiranja bio u istom pravcu.

U tabeli 25 prikazan je broj bikovskih majki među 100 najbolje rangiranih grla na osnovu priplodne vrednosti utvrđene upotrebom konstruisanih jednačina selekcijskog indeksa, kao i koeficijent korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa ( $r_{IAG}$ ).

Tabela 25. Broj bikovskih majki među 100 najbolje rangiranih grla na osnovu priplodne vrednosti utvrđene upotrebom konstruisanih jednačina selekcijskog indeksa

Selekcijski indeksi	Broj bikovskih majki među 100 najbolje rangiranih grla	$r_{IAG}$
$I_3$	7	0,6080
$I_9$	6	0,6245
$I_{10}$	14	0,2985
$I_{25}$	15	0,4887
$I_{26}$	5	0,7779

Bikovske majke odabiraju se za potrebe proizvodnje bikova koji će se koristiti u domaćoj populaciji holštajn-frizijske rase. Iz matičnog zapata odabiraju se najbolje

krave koje po pravilu predstavljaju oko 1% populacije, pre svega, u pogledu proizvodnje mleka i mlečne masti, a zatim i u telesnoj građi, građi vimena, muznim karakteristikama i reproduktivnim svojstvima. Glavnim odgajivačkim programom iz 2015. godine, predviđeno je da ova grla treba da budu najmanje dve standardne devijacije iznad proseka matične populacije u proizvodnji mleka.

Od 175 bikovskih majki koje su bile obuhvaćene ovim istraživanjem, u zavisnosti od primenjene jednačine selekcijskog indeksa, broj bikovskih majki rangiranih među 100 najboljih grla bio je od 5 do 15.

Najveći broj bikovskih majki (14 i 15 grla) rangiranih među prvih 100 grla dobijen je upotrebom indeksa sa najnižom tačnošću, 0,2985 i 0,4887. Opravdanje za ovakve rezultate treba tražiti u činjenici da telesna građa i građa vimena nisu uključene u selekcijski indeks, a vrlo su važne osobine prilikom odabira bikovskih majki.

Sa povećanjem koeficijenta korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa broj bikovskih majki rangiranih među 100 najboljih grla se smanjuje.

Upotrebom jednačine selekcijskog indeksa koji kombinuje osobine mlečnosti i plodnosti  $I_3$  (prinos mleka, sadržaj mlečne masti, sadržaj proteina i trajanje servis perioda,  $r_{IAG}=0,6080$ ), sedam bikovskih majki je rangirano među prvih 100 grla, dok je korišćenjem indeksa sa najvećom tačnošću  $I_{26}$  (0,7779) samo pet bikovskih majki rangirano među prvih 100 grla.

Slične rezultate navode Ombura i sar. (2007) koji su procenili efikasnost metoda za odabir bikovskih majki na 2958 krava Ayrshire rase od kojih su 113 grla bile bikovske majke. Na osnovu priplodnih vrednosti za prinos mleka sva grla su rangirana, a među prvih 100 najbolje rangiranih grla našlo se samo 25 bikovskih majki.

Evidentno je da je u budućem odabiru grla za bikovske majke potrebno izvršiti rangiranje grla na osnovu jednačine selekcijskog indeksa koja najbolje odgovara postavljenom odgajivačkom cilju. Takođe, rezultati iz ovog istraživanja jasno ukazuju na to da odabir bikovskih majki na osnovu apsolutne proizvodnje mleka ne vodi genetskom unapređenju populacije holštajn-frizijske rase u Srbiji.

Pored toga, rezultati ovog istraživanja ukazuju i na to da u populaciji krava holštajn-frizijske rase na farmama PKB Korporacije postoje grla sa visokom genetskom vrednošću koja nisu odabrana za bikovske majke, dok su grla sa nižom genetskom vrednošću odabrana za bikovske majke kao rezultat neodgovarajućeg metoda selekcije.



Prema tome, odabir bikovskih majki prema dosadašnjim kriterijumima nije bio dovoljno efikasan i trebalo bi ga unaprediti genetskom procenom svih krava pre odabira bikovskih majki. U prilog tome, neefikasnost metoda za odabir bikovskih majki, takođe, može objasniti i nizak genetski trend osobina mlečnosti koji navodi Beskorovajni (2014). Naime, u tom istraživanju analiziran je genetski trend osobina mlečnosti holšajn-frizijske rase posmatran u standardnoj laktaciji u periodu od 18 godina za grla gajena na farmama PKB Korporacije. Genetski trend izračunat na osnovu priplodne vrednosti bikova u progenom testu bio je relativno nizak i pozitivan za sve posmatrane osobine mlečnosti. Prosečan genetski napredak za prinos mleka u standardnoj laktaciji je 22,702 kg, 0,046% za sadržaj mlečne masti i 8,035 kg za prinos mlečne masti, posmatrano na godišnjem nivou.

S obzirom na to da do sada u Srbiji nija rađena procena priplodne vrednosti krava, dobijeni rezultati ukazuju na hitnu potrebu za promenom kriterijuma koji se trenutno koriste pri odabiru bikovskih majki i neophodnost genetske evaluacije svih krava u matičnoj populaciji.

## 5. ZAKLJUČAK

Na osnovu izloženih rezultata istraživanja i procene priplodne vrednosti krava i bikovskih majki holštajn-frizijske rase gajenih na farmama PKB Korporacije mogu se izneti sledeći zaključci:

- U toku laktacije koja je prosečno trajala 373,89 dana grla holštajn-frizijske rase proizvela su 8705,33 kg 4%MKM. Prosečan prinos mleka za celu laktaciju je 9452,52 kg sa 3,48% mlečne masti i 3,23% proteina. Prosečan prinos mlečne masti i proteina u celoj laktaciji je 328,29 kg odnosno 304,50 kg.
- Posmatrano po kategoriji grla trajanje laktacije bikovskih majki je 395,84 dana u toku koje su proizvele 10322,44 kg 4%MKM. Laktacijski prinos mleka je 11231,76 kg sa 3,47% mlečne masti i 3,23% proteina. Grla odabrana za bikovske majke proizvela su 388,65 kg mlečne masti i 362,17 kg proteina.
- U standardnoj laktaciji prosečan prinos mleka koji su ostvarila grla holštajn-frizijske rase je 8368,65 kg sa 3,46% mlečne masti i 3,22% proteina. Prinos 4%MKM, mlečne masti i proteina je 7676,06 kg, 288,57 kg, 268,74 kg, ogdovarajuće.
- Grla odabrana za bikovske majke u standardnoj laktaciji ostvarila su prinos 4%MKM od 8790,76 kg, dok je prinos mleka 9617,11 kg sa 3,44% mlečne masti i 3,21% proteina. Prosečan prinos mlečne masti i proteina u standardnoj laktaciji bikovskih majki je 329,59 kg i 308,65 kg.
- Prosečno trajanje bremenitosti posmatrane populacije holštajn-frizijske rase je 275,54 dana dok je prosečno trajanje servis perioda 160,64 dana sa standardnom devijacijom od 84,26 dana i koeficijentom varijacije 52,45%. Od svih osobina obuhvaćenih istraživanjem trajanje servis perioda je osobina sa najvećom varijabilnošću. Posmatrano po kategoriji grla, prosečno trajanje servis perioda kod krava je 159,88 dana a kod bikovskih majki 180,63 dana.
- Prosečno trajanje međutelidbenog intervala grla holštajn frizijske rase je 436,18 dana sa standardnom devijacijom 84,83 dana i koeficijentom varijacije 19,45%. Prosečno trajanje međutelidbenog intervala bikovskih majki je 456,17 dana.

- U varijabilnosti svih posmatranih osobina mlečnosti u celoj laktaciji ispoljen je statistički značajan uticaj ( $p < 0,001$ ) faktora (farma, laktacija po redu, godina i sezona teljenja, bik-otac) na sve osobine mlečnosti.
- Nivo udela gena holštajna, ispoljio je uticaj na osobine mlečnosti na različitim nivoima statističke značajnosti. Posmatrano u celoj laktaciji, nivo udela gena holštajna statistički nije značajno ( $p > 0,05$ ) uticalo na dužinu trajanja laktacije, sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina. Statističku značajnost ( $p < 0,01$ ) udeo HF gena ispoljio je u varijabilnosti prinosa mleka i prinosa proteina, dok je visoko signifikantno uticao ( $p < 0,001$ ) na varijabilnost prinosa 4% mast korigovanog mleka i prinos mlečne masti.
- Na variranje svih posmatranih osobina mlečnosti u standardnoj laktaciji statističku značajnost ( $p < 0,001$ ) ispoljili su farma, laktacija po redu, godina i sezona teljenja.
- Bik-otac ispoljio je vrlo visoko signifikantan uticaj ( $p < 0,001$ ) na sve osobine mlečnosti u standardnoj laktaciji izuzev sadržaja proteina gde je statistička značajnost ovog faktora niža ( $p < 0,01$ ).
- Posmatrano u standardnoj laktaciji, uticaj nivoa udela gena holštajn rase prisutan je na vrlo visokom nivou statističke značajnosti ( $p < 0,001$ ) u varijabilnosti osobina prinosa (prinos 4% mast korigovanog mleka, prinos mleka, prinos mlečne masti i prinos proteina). Statističku značajnost ( $p > 0,05$ ) nivo udela gena holštajna nije ispoljio u varijabilnosti sadržaja mlečne masti i sadržaja proteina.
- Koeficijenti determinacije za standardnu laktaciju za prinos 4% mast korigovanog mleka, prinos mleka, mlečne masti i proteina imali su sledeće vrednosti: 0,1845, 0,1909, 0,1849 i 0,1882. Za sadržaj mlečne masti i proteina dobijeni su viši koeficijenti determinacije, 0,3142 i 0,3015. Za osobine prinosa posmatrane u celoj laktaciji (prinos 4% mast korigovanog mleka, prinos mleka, mlečne masti i proteina) dobijeni su niži koeficijenti determinacije (0,1205, 0,1190, 0,1269, 0,1235, odgovarajuće), a viši za sadržaj mlečne masti i proteina (0,3328 i 0,3212).
- U varijabilnosti osobina plodnosti obuhvaćenim istraživanjem prisutan je uticaj farme, laktacije po redu, godine i sezone teljenja na vrlo visokom nivou statističke značajnosti ( $p < 0,001$ ). Udeo gena holštajna, nije uticao  $p > 0,05$  na

varijabilnost posmatranih osobina plodnosti. Bik-otac uslovio je variranje svih posmatranih osobina plodnosti na vrlo visokom nivou statističke značajnosti ( $p < 0,001$ ).

- Heritabilitet osobina mlečnosti posmatranih u standardnoj laktaciji je srednji. Najniže vrednosti heritabiliteta dobijene su za osobine prinosa: prinos mleka, prinos mlečne masti i prinos proteina,  $0,2141 \pm 0,0034$ ,  $0,2128 \pm 0,0034$ ,  $0,2241 \pm 0,0035$ , odgovarajuće. Sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina odlikovao se višim vrednostima heritabiliteta od osobina prinosa. Vrednost koeficijenta naslednosti za sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina je  $0,3873 \pm 0,0055$  i  $0,3393 \pm 0,0047$ , odgovarajuće.
- Heritabilitet osobina plodnosti koje su obuhvaćene ovim istraživanjem je bio nizak, i to  $0,0315 \pm 0,0142$  za trajanje bremenitosti,  $0,0429 \pm 0,0162$  za trajanje servis perioda i  $0,0413 \pm 0,0159$  za trajanje međutelidbenog intervala.
- Genetske korelacije osobina mlečnosti i plodnosti su nešto više od fenotipskih korelacija. Između ispitivanih osobina mlečnosti postoji slaba negativna do skoro potpuna pozitivna korelacija. Genetska korelacija prinosa mleka i prinosa mlečne masti, odnosno prinosa mleka i prinosa proteina je  $0,9768$  i  $0,9880$ , odgovarajuće, dok su fenotipske korelacije niže,  $0,7728$  i  $0,7760$ . Sadržaj mlečne masti je u negativnoj genetskoj korelaciji sa prinosom mlečne masti i proteina,  $-0,0055$  i  $-0,1827$ , dok je genetska korelacija sa sadržajem proteina  $0,2668$ . Genetske i fenotipske korelacije osobina mlečnosti i plodnosti su negativne i vrlo bliske nuli izuzev sadržaja proteina i trajanja servis perioda i sadržaja proteina i trajanja međutelidbenog intervala koje su bile pozitivne:  $0,1067$  i  $0,1010$  (genetske),  $0,0807$  i  $0,0765$  (fenotipske korelacije), odgovarajuće.
- Metod koji relativnu ekonomsku vrednost posmatara preko heritabiliteta osobina (Lamont, 1991) pokazuje veću tačnost ( $0,7779$ ,  $0,7042$ ,  $0,6984$ ) kada se u selekcijski indeks uključe osobine sa nižim koeficijentom naslednosti (osobine prinosa). Kada se relativna ekonomska vrednost osobina posmatra preko standardne devijacije tačnost drastično opada ( $0,2985$ ,  $0,3550$ ,  $0,3507$ ).
- Indeksi koji kombinuju prinos mleka, sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina ( $I_9$ ) pokazuju veću tačnost kada se ekonomska vrednost osobina posmatra preko

standardne devijacije (0,6245). Kada se ekonomska vrednost osobina posmatra preko heritabiliteta ( $I_{25}$ ) koeficijent korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa je niži (0,4887).

- Indeks koji kombinuje osobine mlečnosti (prinos mleka, sadržaj mlečne masti i sadržaj proteina) sa trajanjem servis perioda ( $I_3$ ) ili međutelidbenog intervala ( $I_5$ ) imaju zadovoljavajuću tačnost (0,6080 i 0,6107).
- Selekcijski indeksi koji kombinuju osobine mlečnosti koje se odlikuju prinosom (prinos mleka, mlečne masti i proteina) i osobine plodnosti imaju znatno manju tačnost. Kada se ekonomska vrednost osobina posmatra preko standardne devijacije a u selekcijski indeks uključe osobine sa nižim heritabilitetom koeficijent korelacije selekcijskog indeksa i agregatnog genotipa opada.
- Od ukupnog broja konstruisanih jednačina selekcijskog indeksa, za izračunavanje priplodne vrednosti i rangiranje grla odabrano je pet jednačina ( $I_3$ ,  $I_9$ ,  $I_{10}$ ,  $I_{25}$  i  $I_{26}$ ).
- Dobijeni Spearman-ovi koeficijenti korelacije ranga su statistički značajni ( $p < 0,01$ ).
- Spearman-ovi koeficijent korelacije ranga između jednačina selekcijskog indeksa  $I_{26}$  i  $I_3$  odnosno  $I_{26}$  i  $I_9$  imaju negativne vrednosti, - 0,4503 i - 0,5190, što je posledica različitog metoda prilikom izračunavanja ekonomske vrednosti osobina i različitih osobina uključenih u indeks.
- Najveći broj bikovskih majki (14 i 15 grla) rangiranih među prvih 100 grla dobijen je upotrebom indeksa sa najnižom tačnošću, 0,2985 i 0,4887.
- Upotrebom jednačine selekcijskog indeksa koji kombinuje osobine mlečnosti i plodnosti  $I_3$  (prinos mleka, sadržaj mlečne masti, sadržaj proteina i trajanje servis perioda,  $r_{IAG} = 0,6080$ ), sedam bikovskih majki je rangirano među prvih 100 grla, dok je korišćenjem indeksa sa najvećom tačnošću  $I_{26}$  (0,7779) samo pet bikovskih majki rangirano među prvih 100grla.

Rezultati istraživanja ukazuju da u populaciji krava holštajn-frizijske rase na farmama PKB Korporacije postoje grla sa visokom genetskom vrednošću koja nisu odabrana za bikovske majke dok su grla sa nižom genetskom vrednošću odabrana za bikovske majke zbog neodgovarajućeg metoda selekcije. Prema tome, odabir bikovskih

majki prema dosadašnjim kriterijumima je neefikasan i trebalo bi ga unaprediti genetskom procenom svih krava pre odabira bikovskih majki.

S obzirom da do sada u Srbiji nije rađena procena priplodne vrednosti krava dobijeni rezultati ukazuju na hitnu potrebu za promenom kriterijuma koji se trenutno koriste pri odabiru bikovskih majki i neophodnost genetske evaluacije svih krava u matičnoj populaciji.

## 6. LITERATURA

1. Adnan U. and Soner C. (2010): Genetic parameters and correlations for lactation milk yields according to lactation numbers in Jersey cows. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 28: 1043-1049.
2. Albuquerque L.G., Dimov G., Keown J.F. (1995): Estimates Using an Animal Model of (Co)variances for Yields of Milk, Fat, and Protein for the First Lactation of Holstein Cows in California and New York. *J. Dairy Sci.* 78:1591-1596.
3. Atil H. (2006): A comparison of different selection indices for genetic improvement for milk traits in Holstein Friesian cattle in Turkey by using one standard deviation as relative economic weight. *Pakistan Journal of Biological Science*, 9 (2): 285-288.
4. Atil H., Khattab A.S., Gevrekci Y. (2005): A comparison of different selection indices for genetic improvement of some dairy milk traits in Holstein Friesian cows in Turkey. *J. Appl. Anim. Res.* (27): 117-120.
5. Berger P.J., Shanks R.D., Freeman A.E., Laben R.C. (1981): Genetic aspects of milk yield and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* 64: 114-122.
6. Beskorovajni R. (2014): Genetski trend osobina mlečnosti praćenih u progenom testu bikova crno-bele i holštajn frizijske rase. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
7. Bjelland D.W., Weigel K.A., Hoffman P.C., Esser N.M., Coblentz W.K., Halbach T.J. (2011): Production, reproduction, health, and growth traits in backcross Holstein×Jersey cows and their Holstein contemporaries. *J. Dairy Sci.* 94 (10): 5194-5203.
8. Bogdanović V., Đedović R., Stelja S., Perišić P., Petrović M.D., Đurđević R. (2008): Simulacija genetskog napretka u nukleus zapatu simentalskih goveda i implikacije na odgajivački program. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 24 (spec.issue): 61-70.

9. Bogнар A., Cзiszter L.T., Acatincai S., Tripon I., Baul S., Anculia R.P., Nicoleta Rosu N., Romanu T. (2012): Production and Conformation Indices of the Romanian Black and White Bull Dams from the Timiș County. *Animal Sci. Biotech.* 45 (2): 285-288.
10. Boujenane I. (2002): Estimates of genetic and phenotypic parameters for milk production in moroccan Holstein-Friesian cows. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.* 55 (1): 63-67
11. Campos R.V., Cobuci J.A., Kern E.L., Costa C.N., McManus C.M. (2015): Genetic parameters for linear type traits and milk, fat, and protein production in Holstein cows in Brazil. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 28 (4): 476-484.
12. 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. *J. Dairy Sci.* 87 (9): 3062-3070.
13. Cassandro M. (2014): Genetic aspects of fertility traits in dairy cattle-review. *Acta Agraria Kaposvariensis.*18: 11-23.
14. Chaunan V.P.S. and Hayes, J.F. (1991): Genetic parameters for first lactation production and composition traits for Holsteins using multivariate restricted maximum likelihood. *J. Dairy Sci.* 74 (2): 603-610.
15. Coffey E.L., Horan B., Evans R.D., Berry D.P. (2016): Milk production and fertility performance of Holstein, Friesian, and Jersey purebred cows and their respective crosses in seasonal-calving commercial farms. *J. Dairy Sci.* 99 (7): 5681-5689.
16. Costa N.R., Blake W.R., Pollak J.E., Oltenacu A.P., Quas L.R., Searle R.S. (2000): Genetic analysis of Holstein cattle populations in Brasil and the United States. *J. Dairy Sci.* 83 (12): 2963-2974.
17. Đedović R., Bogdanović V., Stanojević D., Beskorovajni R., Trifunović S., Petrović M., Samolovac LJ. (2013): The assessment of the selection effects on milk traits in Black-White cattle. 23 rd International Symposium „New Technologies in Contemporary Animal Production“ Novi Sad. Proceedings, 18-25.
18. 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.
19. 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: 34.
  20. Đedović R., Latinović D., Stojić P., Bogdanović V., Trifunović G. (2002): Naslednost osobina mlečnosti krava u zavisnosti od nivoa proizvodnje. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 18 (5-6): 17-22.
  21. Dekkers J.C.M. (2007): Prediction of response to marker-assisted and genomic selection using selection index theory. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 124 (6): 331-341.
  22. Dematawewa C.M.B. and Berger P.J. (1998): Genetic and phenotypic parameters for 305-day yield, fertility, and survival in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 81 (10): 2700-2709.
  23. Dimov G., Albuquerque L.G., Keown J.F., Van Vleck L.D., Norman H.D. (1995): Variance of interaction effects of sire and herd for yield traits of Holsteins in California, New York, and Pennsylvania with an Animal Model. *J. Dairy Sci.* 78 (4): 939-946.
  24. Dobson H., Smith R.F, Royal M.D., Knight C.H., Sheldon I.M. (2007): The high producing dairy cow and its reproductive performance. *Reprod. Domest. Anim.* 42(2): 17-23.
  25. Đurđević R., Vidović V., Antov G., Latinović D. (2002): Genetička varijabilnost perzistencije laktacije krava simentalске rase. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 18 (5-6): 9-15.
  26. Đurđević R. i Vidović V. (1994): Ocena genetskih i fenotipskih parametara osobina mlečnosti krava simentalске rase. *Savremena poljoprivreda*, 42 (3): 49-54.
  27. El-Awady, G.H. and Oudah E.Z.M. (2011): Genetic and economic analysis for the relationship between udder health and milk production traits in Friesian cows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24 (11): 1514-1524.

28. Eman A., Elfadl ABO, Radwan A. H. (2016): Model comparisons and genetic parameters estimates of productive traits in Holstein cows. *J. Applied Sci.* 16 (8): 380-387.
29. Erfani-Asl Z., Hashemi A., Farhadian M. (2015): Estimates of repeatability and heritability of productive trait in Holstein dairy cattle. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 5 (4): 827-832.
30. Faid-Allah E. and Ghoneim E. (2012): Comparing different methods for estimating economic values in selection index for pre-weaning body weights of Friesian heifers in Egypt. *Egyptian J. Anim. Prod., Suppl. Issue*, (49): 73-80.
31. Falconer D.S. and Mackay T.F.C. (1996): *Introduction to quantitative genetic* 4th edition. Oliver and Boyd, Edinburgh, UK.
32. Gaydarska V., Krustev K., Simeonova S., Ivanov M. (2001): Influence of environmental and genetic factors on the milk yield and phenotypic and genotypic parameters of milk production in Black and White dairy cows in Bulgaria. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 17 (1-2): 11-15.
33. Ghiasi H., Nejati-Javaremi A., Pakdel A., Gonzalez-Recio O. (2013): Selection strategies for fertility traits of Holstein cows in Iran. *Livestock Science*, 152: 11-15
34. Ghiasi H., Pakdel A., Nejati-Javaremi A., Mehrabani-Yeganeh H., Honarvar M., Gonzalez-Recio O., Carabano M.J., Alenda R. (2011): Genetic variance components for female fertility in Iranian Holstein cows. *Livestock Science*. 139 (3): 277-280.
35. Glavni odgajivački program u stočarstvu 2015-2019. Glavna odgajivačka organizacija, Institut za stočarstvo, Beograd-Zemun.
36. Gouda G.F., SHEMEIS A.R., Shalaby N.A. (2017): Possibilities of preventing deterioration in reproductive performance while improving milk production traits in Holstein Friesian cattle, via using restricted selection indexes. *J. Anim. and Poultry Prod.* 8 (8): 237-241.
37. Groeneveld E., Kovač M., Mielenz N. (2010): *VCE6 User's Guide and Reference Manual*. Mariensee, Institute of Farm Animal Genetics, FLI: 125 pp.
38. Groeneveld E., Kovač M., Wang T. (1990): PEST, a general purpose BLUP package for multivariate prediction and estimation. In: 4<sup>th</sup> World Congress on

- Genetics Applied to Livestock Production, Skotland, Edinburgh, Jun 1990. (13): 488-491 pp.
39. Hansen L.B., Freeman A.E., Berger P.J. (1983): Association of heifer fertility with cow fertility and yield in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 66: 306-314.
  40. Hazel L.N. (1943): The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics* 28: 476-490
  41. Hazel N.L. and Lush, J.L. (1942): The efficiency of three methods of selection. *J. Heredity.* 33 (11): 393-399.
  42. Heins B.J., Hansen L.B., Seykora A.J., Johnson D.G., Linn J.G., Romano J.E., Hazel A.R. (2008): Crossbreds of Jersey×Holstein compared with pure Holsteins for production, fertility, and body and udder measurements during first lactation. *J. Dairy Sci.* 91 (3): 1270-1278.
  43. Heins B.J., Hansen L.B., Seykora A.J. (2006): Production of Pure Holsteins Versus Crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *J. Dairy Sci.* 89 (7): 2799-2804.
  44. Heringstad B., Chang Y.M., Gianola D., Klemetsdal G., (2003): Genetic analysis of longitudinal trajectory of clinical mastitis in first-lactation Norwegian Cattle. *J. Dairy Sci.* 86: 2676–2683.
  45. Hietala P., Wolfova M., Wolf J., Kantanen J., Juga J. (2014): Economic values of production and functional traits. including residual feed intake. in Finnish milk production. *J. Dairy Sci.* 97: 1092-1106.
  46. Hoekstra J., Van Der Lugt A.W., Van Der Werf J.H.J., Ouweltjes W. (1994): Genetic and phenotypic parameters for milk production and fertility traits in upgraded dairy cattle. *Livestock Production Science*, 40: 225-232.
  47. Hoque M., Hodges J. (1980): Genetic and Phenotypic Parameters of Lifetime Production Traits in Holstein Cows. *J. Dairy Sci.* 63 (11): 1900-1910.
  48. Janković D. (2017): Procena priplodne vrednosti bikova holštajn-frizijske rase za osobine tipa. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
  49. Janson L. and Andreasson B. (1981): Studies on fertility traits in Swedish dairy cattle. IV. Genetic and phenotypic correlation between milk yield and fertility. *Acta Agric. Scand.* 31: 313-322.

50. Kadarmideen H.N., Thompson R., Coffey M.P., Kossaibati M.A. (2003): Genetic parameters and evaluations from single-and multiple-trait analysis of dairy cow fertility and milk production. *Livest. Prod. Sci.* 81: 183-195.
51. Kadarmideen H.N., Thompson R., Simm G. (2000): Linear and threshold model genetic parameters for disease, fertility and milk production in dairy cattle. *Anim. Sci.* 71: 411-419.
52. Kawahara T., Gotoh Y., Yamaguchi S., Suzuki M. (2006): Variance component estimates with dominance models for milk production in Holsteins of Japan using method R. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 19 (6): 769-774.
53. Khattab A.S. and Sultan Z.A. (1991): A comparison of different selection indices for genetic improvement of some dairy traits in Friesian cattle in Egypt. *J. Anim. Breed. Genet.* 108: 349-354.
54. Komlosi I., Wolfova M., Wolf J., Farkas B., Szendrei Z., Beri B. (2010): Economic weights of production and functional traits for Holstein-Friesian cattle in Hungary. *J Anim. Breed. Genet.* 127 (2): 143-53.
55. Lamont S.J., (1991): Selection for immune response in chickens. Presented at the 40<sup>th</sup> Annual National Breeder Round Table. May 2-3. St. Louis, Missouri.
56. Latinović D. (1996): *Populaciona genetika i oplemenjivanje domaćih životinja. Praktikum.* Poljoprivredni fakultet, Beograd- Zemun.
57. Lazarević M., Nikšić D., Ostojić-Andrić D., Pantelić V., Maksimović N., Stanišić N., Stanojević D., Mičić, N. (2015): Heritability and repeatability of fertility traits of Holstein-Friesian bulls monitored in progeny testing. *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Congress New Perspectives and Challenges of Sustainable Livestock Production*, October 7-9, Belgrade, Serbia, 520-529.
58. Lazarević M., Petrović M.M., Pantelić V., Ružić-Muslić D., Bogdanović V., Đedović R., Petrović M.D. (2013): Study of the variability of milk traits in the population of Holstein-Friesian cattle in central Serbia. *10<sup>th</sup> International Symposium Modern Trends in Livestock Production*, October 2-4, 2013, Belgrade, Serbia, *Proceedings*, 543-549.
59. Leitch H.W. (1994): Comparison of international selection indices for dairy cattle breeding. *Proceedings of Interbull Annual Meeting*, 6 August, Ottawa, Canada, 1-3.

60. M'hamdi N., Aloulou R., Brar S.K., Bouallegue M., Ben Hamouda M. (2010): Phenotypic and genetic parameters of reproductive traits in Tunisian Holstein cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 26 (5-6): 297-307.
61. Mellado M., Antonio-Chirino E., Meza-Herrera C., Veliz F.G., Arevalo J.R., Mellado J., De Santiago A. (2011): Effect of lactation number, year, and season of initiation of lactation on milk yield of cows hormonally induced into lactation and treated with recombinant bovine somatotropin. *J. Dairy Sci.* 94, (9): 4524-4530.
62. Miglior F., Muir B. L., Van Doormaal B. J. (2005): Selection indices in Holstein cattle of various countries. *J. Dairy Sci.* 88: 1255-1263.
63. Missanjo E., Imbayarwo-Chikosi V., Halimani T. (2013): A proposed selection index for Jersey cattle in Zimbabwe. *ISRN Veterinary Science*. Article ID 148030, 3 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/148030>
64. Mitić N., Ferčej J., Zeremski D., Lazarević Lj. (1987): *Govedarsvo*. Monogrfsko delo. Beograd.
65. Nielsen H.M., Christensen L.G., Groen A.F. (2005): Derivation of sustainable breeding goals for dairy cattle using selection index theory. *J. Dairy Sci.* 88 (5): 1882-1890.
66. Ombura J., Wakhungu J.W., Mosi R.O., Amimo J.O. (2007): An assessment of the efficiency of the dairy bull dam selection methodology in Kenya. *Livestock Research for Rural Develop.* 19 (1).
67. Pantelić V., Petrović M.M., Ostojić-Andrić D., Ružić-Muslić D., Nikšić D., Novaković Ž., Lazarević M. (2014): The effect of genetic and non-genetic factors on production traits of Simmental cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 30 (2): 251-260.
68. Pantelić V., Ružić-Muslić D., Petrović M.M., Nikšić D., Ostojić-Andrić D., Aleksić S., Lazarević, M. (2013): The phenotypic variability of production traits in the population of simmental cows (Serbia). 10<sup>th</sup> International Symposium Modern Trends in Livestock Production, October 2-4, 2013, Belgrade, Serbia, Proceedings, 26-36.
69. Pantelić V., Nikšić D., Ostojić-Andrić D., Novaković Ž., Ružić-Muslić D., Maksimović N., Lazarević M. (2012): Phenotypic and genetic correlations of

- milk and type traits of Holstein-Friesian bull dams. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28 (1): 1-10.
70. Pantelić V., Aleksić S., Stojić P., Đurđević R., Samolovac L., Janković D., Nikšić D. (2010): The effect of breeding region and year on milk traits of simmental bull dams. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 26 (5-6): 287-295.
71. Pantelić V., Petrović M.M., Aleksić S., Sretenović LJ., Ostojić-Andrić D., Novaković Ž. (2008a): Varijabilnost uzrasta pri telenju i servis perioda prvotelki simmentalske rase. *Savremena poljoprivreda*, 57 (3-4): 131-136.
72. Pantelić V., Petrović M.M., Aleksić S., Sretenović LJ., Ostojić-Andrić D., Novaković Ž. (2008b): Phenotypic variability of milk traits in first calving Simmental cows in Serbia. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 11 (4): 660-672.
73. Pantelić V., Skalicki Z., Petrović M.M., Aleksić S., Mišćević B., Ostojić-Andrić D. (2007a): Heritability of milk and fertility traits in cattle of simmental breed. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkan*, 10 (2): 201-212.
74. Pantelić V., Skalicki Z., Petrović M.M., Aleksić S., Mišćević B., Ostojić-Andrić D. (2007b): Fenotipske korelacije proizvodnih i reproduktivnih osobina krava simmentalske rase. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 23 (3-4): 11-17.
75. Pantelić V. (2006): Fenotipska i genotipska varijabilnost proizvodnih osobina prvotelki simmentalske rase u različitim regionima Srbije. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
76. Pantelić V., Skalicki Z., Petrović M.M., Kučević D. (2005): Reproductive characteristics of simmental breed bull dams. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 21 (1-2): 13-20.
77. Parna E. and Saveli O. (1998): Selection on the major components of milk to maximise profit in dairy herds. *Proceedings of the 6-th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Armidale, Australia, (23): 25-399.
78. Pereira J.A.C., Suzuki M., Hagiya K., Yoshizawa T., Tsuruta S., Misztal. I. (2001): Method R estimates of heritability and repeatability for milk, fat and protein yields of Japanese Holstein. *Anim. Sci. J.* 72 (5): 372-377.

79. Perišić P., Skalicki Z., Mekić C., Trifunović G. (2004): Uticaj udela gena crvenog holštajna na reproduktivne i proizvodne osobine prvotelki simentalске rase. Zbornik naučnih radova, 10 (2): 25-30.
80. Petrovic M.D., Skalicki Z., Bogdanovic V., Petrovic M.M. (2007): The effect of paragenetic factors on reproductive traits of simmental cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 23 (5-6): 1-8.
81. Petrović M.M., Aleksić S., Smiljaković T., Pantelić V., Ostojić-Andrić D. (2007): Fenotipski i genetski parametri reproduktivnih osobina crno belih krava sa različitim udelom HF gena. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 23 (5-6-1): 193-199.
82. Petrujković T., Petrujković B., Bojkovski J., Jeremić I., Đurić P. (2011): Primena menadžmenta ishrane, zdravlja, proizvodnje i reprodukcije mlečnih krava. *Radovi sa XXV savetovanja agronoma, veterinara i tehnologa*. 17 (3-4): 105-113.
83. Philipsson J., Banos G., Arnason T. (1994): Present and future uses of selection index methodology in dairy cattle. *J Dairy Sci*. 77(10): 3252-61.
84. Philipsson J. (1981): Genetic aspects of female fertility in dairy cattle. *Livest. Prod. Sci*. 8: 307-319.
85. 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.
86. Pryce J.E., Esslemont R.J., Thompson R., Veerkamp R.F., Kossaibati M.A., Simm G. (1998): Estimation of genetic parameters using health, fertility and production data from a management recording system for dairy cattle. *Anim. Sci*. 66: 577-584.
87. Pryce J.E., Veerkamp R.F., Thompson R., Hill W.G., Simm G. (1997): Genetic aspects of common health disorders and measures of fertility in Holstein Friesian dairy cattle. *Anim. Sci*. 65: 353-360.
88. 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.

89. Radojković D. (2000): Ocena priplodne vrednosti krmača i efekat direktne i indirektno selekcije. Magistarska teza. Univerzitet u Beogradu. Poljoprivredni fakultet. Beograd.
90. Radwan A.A.H., Abo Elfadl A.E., Fardos M.A. (2015): Estimates of population parameters of some economic traits in Holstein Friesian cows by using statistical program. *Global Veterinaria*, 14 (1): 129-135.
91. Riecka Z. and Candrák J. (2011): Analysis of relationship between production and reproduction traits of holstein cattle population in the Slovak Republic. *Animal Science and Biotechnologies*. 44 (1): 332-336.
92. Rincon FJ., Zambrano A.J., Echeverri J.(2015): Estimation of genetic and phenotypic parameters for production traits in Holstein and Jersey from Colombia. *Rev. MVZ Cordoba*, 20: 4962-4973.
93. Roman R.M., Wilcox C.J., Martin F.G. (2000): Estimates of repeatability and heritability of productive and reproductive traits in a herd of Jersey cattle. *Genetics and Molecular Biology*, 23 (1): 113-119.
94. Roxstrom A, Strandberg E, Berglund B, Emanuelson U, Philipsson J (2001): Genetic and environmental correlations among female fertility traits and milk production in different parities of Swedish Red and White dairy cattle. *Acta Agric Scand.* (51): 7-14.
95. Royal M.D., Darwash A.O., Flint A.P.F., Webb R., Woolliams J.A., Lamming G.E. (2000): Declining fertility in dairy cattle: Changes in traditional and endocrine parameters of fertility. *Anim. Sci.* 70: 487-501.
96. Sahin A., Ulutas Z., Adkinson A. Y., Adkinson R. W. (2012): Genetic and environmental parameters and trends for milk production of Holstein cattle in Turkey. *Ital. J. Anim. Sci.* 11: 242-248.
97. SAS Inst. Inc. (2012): SAS/STAT® 9.3\_M1 User's Guide. Cary, NC.
98. Skalicki Z., Latinović D., Lazarević Lj., Stojić P. (1991): Fenotipske karakteristike reproduktivnih osobina crno belih goveda sa različitom proporcijom gena holštajn-frizijske rase. Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta, Beograd. Radovi sa 7. naučnog skupa zootehničara Jugoslavije Beograd, 33-39.



99. Solkner J., Miesenberger J., Willam A., Fuerst C., Baumung R.(2000): Total merit indices in dual purpose cattle. Arch. Tierz. Dummerstorf, 43 (6): 597-608
100. Sorensen L.P., Mark T., Sorensen M.K., Ostergaard S. (2010): Economic values and expected effect of selection index for pathogen-specific mastitis under Danish conditions. J. Dairy Sci. 93 (1): 358-369.
101. Stanojević D. (2017): Procena genetskih parametara osobina dugovečnosti goveda crno bele rase. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
102. Stanojević D., Đedović R., Bogdanović V., Raguž N., Popovac M., Janković D., Štrbac Lj. (2016): Evaluation of the heritability coefficients of longevity in the population of Black and White cows in Serbia. Mljekarstvo, 66 (4): 322-329.
103. Stanojević D., Đedović R., Bogdanović V., Popovac M., Perišić P., Beskorovajni R., Lazarević M. (2015): The potentials of using selection index in the assessment of breeding values of holstein breeds in Serbia. Biotechnology in Animal Husbandry 31 (4): 523-532.
104. 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 radova sa XXVII savetovanja agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista, 19 (3-4): 17-24.
105. 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. Padinska Skela. 15-22.
106. Steine G., Kristofersson D., Guttormsen A.G. (2008): Economic evaluation of the breeding goal for Norwegian Red Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 91:418-426.
107. Stojić P. (1996): Faktori korekcije osobina mlečnosti i njihov doprinos oceni priplodne vrednosti bikova i krava. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
108. Stručni izveštaj i rezultati obavljenih poslova kontrole mera za sprovođenje odgajivačkog programa u 2017. godini. Glavna odgajivačka organizacija, Institut za stočarstvo, Beograd-Zemun.

- 109.Sun C., Madsen P., Lund M.S., Zhang Y., Nielsen U.S., Su G. (2010): Improvement in genetic evaluation of female fertility in dairy cattle using multiple-trait models including milk production traits. *Journal of Animal Science*. 88 (3): 871-878.
- 110.Suzuki M., Kuchida K., Saito Y. (1997): Multiple trait REML estimates of genetic parameters for Holstein cows for milk component yields and their log-transformations using repeatability model. *Anim. Sci. Technol.* 68 (7): 615-621.
- 111.Suzuki M. and Van Vleck L.D. (1994): Heritability and repeatability for milk production traits of Japanese Holsteins from an animal model. *J. Dairy Sci.* 77: 583-588.
- 112.Tabler K.A. and Touchberry R.W. (1955): Selection indices based on milk and fat yield, fat percent and type classification. *J. Dairy Sci.* 38. (10): 1155-1163.
- 113.Toghiani S. (2012): Genetic relationships between production traits and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Archiv Tierzucht.* 55 (5): 458-468.
- 114.Trifunović G., Latinović D., Mekić C., Đedović R., Perišić P., Bunevski G., Nikolić R. (2004): Uticaj nivoa prinosa mleka na osobine plodnosti goveda. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 20 (5-6): 35-40.
- 115.Trifunović G., Latinović D., Đedović R., Skalicki Z., Perišić P., Mekić C. (2003): Uticaj određenih paragenetskih faktora na osobine plodnosti populacije crno-belih goveda. *Savremena poljoprivreda*, 52 (3-4): 311-316.
- 116.Trifunović G., Latinović D., Skalicki Z., Đedović R., Perišić P. (2002): Uticaj određenih paragenetskih faktora na osobine mlečnosti populacije crno-belih goveda. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 18 (5-6): 43-49.
- 117.Van Raden P.M. (2002): Selection of dairy cattle for lifetime profit. *Proc. 7<sup>th</sup> World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod. Montpellier. France.* 127-130.
- 118.Veerkamp R.F., Koenen E.P.C., De Jong G. (2001): Genetic correlations among body condition score, yield and fertility in first-parity cows estimated by random regression models. *J.Dairy Sci.* 84: 2327-2335.

119. Vieira-Neto A., Galvao K.N., Thatcher W.W., Santos J.E.P. (2017): Association among gestation length and health, production, and reproduction in Holstein cows and implications for their offspring. *J. Dairy Sci.* 100 (4): 3166-3181.
120. Visscher P. M. and Thompson R. (1992): Univariate and multivariate parameter estimates for milk production traits using an animal model. I. Description and results of REML analyses. *Genet. Sel. Evol.* 24: 415-430.
121. Vukelić G., Radojković D., Petrović M. (2004): Metod za određivanje relativnih odnosa između ekonomskih vrednosti i reproduktivnih osobina u proizvodnji prasadi. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 20 (3-4): 81-84.
122. Weller J.I and Ezra E. (2004): Genetic analysis of the Israeli Holstein dairy cattle population for production and nonproduction traits with a multitrait animal model. *J. Dairy Sci.* 87 (5): 1519-1527.
123. Windig J.J., Calus M.P.L., Beerda B., Veerkamp R.F. (2006): Genetic correlations between milk production and health and fertility depending on herd environment. *J. Dairy Sci.* 89 (5): 1765-1775.
124. Zink V., Lassen J., Štipkova M. (2012): Genetic parameters for female fertility and milk production traits in first-parity Czech Holstein cows. *Czech J. Anim. Sci.* 57 (3): 108-114.
125. Živanović Lj. (2002): Varijabilnost linearno ocenjenih osobina tipa i mlečnosti prvotelki crno-bele rase. Magistarska teza. Poljoprivredni fakultet, Beograd.

## 7. PRILOZI

Prilog 1: Uticaj faktora na trajanje laktacije

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	153920.697	30784.139	5.22	<.0001
Laktacija po redu	3	398335.486	132778.495	22.53	<.0001
Genetska grupa	4	13859.764	3464.941	0.59	0.6714
Godina teljenja	8	1657257.469	207157.184	35.15	<.0001
Sezona teljenja	3	1878264.619	626088.206	106.22	<.0001
Bik-otac	60	1414019.213	23566.987	4	<.0001

Prilog 2: Uticaj faktora na prinos 4%MKM u celoj laktaciji

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	365792932	73158586	17.11	<.0001
Laktacija po redu	3	617819812	205939937	48.16	<.0001
Genetska grupa	4	86262865	21565716	5.04	0.0005
Godina teljenja	8	700089905	87511238	20.47	<.0001
Sezona teljenja	3	1045745292	348581764	81.52	<.0001
Bik-otac	60	2849699475	47494991	11.11	<.0001

Prilog 3: Uticaj faktora na prinos mleka u celoj laktaciji

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	313163815	62632763	12.13	<.0001
Laktacija po redu	3	899649197	299883066	58.1	<.0001
Genetska grupa	4	93933795	23483449	4.55	0.0011
Godina teljenja	8	579611074	72451384	14.04	<.0001
Sezona teljenja	3	1163880074	387960025	75.16	<.0001
Bik-otac	60	3584986390	59749773	11.58	<.0001

Prilog 4: Uticaj faktora na sadržaj mlečne masti u celoj laktaciji

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	54.48024788	10.89604958	358.78	<.0001
Laktacija po redu	3	5.57423412	1.85807804	61.18	<.0001
Genetska grupa	4	0.08610762	0.0215269	0.71	0.5858
Godina teljenja	8	23.78418504	2.97302313	97.89	<.0001
Sezona teljenja	3	1.31011337	0.43670446	14.38	<.0001
Bik-otac	60	4.95038132	0.08250636	2.72	<.0001

Prilog 5: Uticaj faktora na prinos mlečne masti u celoj laktaciji

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	824154.954	164830.991	27.07	<.0001
Laktacija po redu	3	735614.916	245204.972	40.27	<.0001
Genetska grupa	4	130240.464	32560.116	5.35	0.0003
Godina teljenja	8	1326876.831	165859.604	27.24	<.0001
Sezona teljenja	3	1557827.174	519275.725	85.27	<.0001
Bik-otac	60	3863291.265	64388.188	10.57	<.0001

Prilog 6: Uticaj faktora na sadržaj proteina u celoj laktaciji

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	21.098829	4.2197658	339.26	<.0001
Laktacija po redu	3	0.86866098	0.28955366	23.28	<.0001
Genetska grupa	4	0.08361966	0.02090491	1.68	0.1514
Godina teljenja	8	13.12633314	1.64079164	131.92	<.0001
Sezona teljenja	3	0.79558387	0.26519462	21.32	<.0001
Bik-otac	60	1.24737663	0.02078961	1.67	0.0009

Prilog 7: Uticaj faktora na prinos proteina u celoj laktaciji

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	357678.104	71535.621	13.48	<.0001
Laktacija po redu	3	813848.397	271282.799	51.12	<.0001
Genetska grupa	4	87423.012	21855.753	4.12	0.0025
Godina teljenja	8	1091449.032	136431.129	25.71	<.0001
Sezona teljenja	3	1182371.836	394123.945	74.27	<.0001
Bik-otac	60	3556915.943	59281.932	11.17	<.0001

Prilog 8: Uticaj faktora na prinos 4%MKM u standardnoj laktaciji

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	220819785	44163957	23.33	<.0001
Laktacija po redu	3	1534100389	511366796	270.13	<.0001
Genetska grupa	4	60669179	15167295	8.01	<.0001
Godina teljenja	8	171805823	21475728	11.34	<.0001
Sezona teljenja	3	392403235	130801078	69.1	<.0001
Bik-otac	60	1031345826	17189097	9.08	<.0001

Prilog 9: Uticaj faktora na prinos mleka u standardnoj laktaciji

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	218469600	43693920	18.36	<.0001
Laktacija po redu	3	2053260338	684420113	287.54	<.0001
Genetska grupa	4	66697913	16674478	7.01	<.0001
Godina teljenja	8	92298793	11537349	4.85	<.0001
Sezona teljenja	3	494476531	164825510	69.25	<.0001
Bik-otac	60	1346576718	22442945	9.43	<.0001

Prilog 10: Uticaj faktora na sadržaj mlečne masti u standardnoj laktaciji

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	52.55980917	10.51196183	318.44	<.0001
Laktacija po redu	3	5.07414094	1.69138031	51.24	<.0001
Genetska grupa	4	0.07368435	0.01842109	0.56	0.6932
Godina teljenja	8	25.31148843	3.16393605	95.85	<.0001
Sezona teljenja	3	0.60243133	0.20081044	6.08	0.0004
Bik-otac	60	5.82630803	0.09710513	2.94	<.0001

Prilog 11: Uticaj faktora na prinos mlečne masti u standardnoj laktaciji

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	501248.053	100249.611	37.71	<.0001
Laktacija po redu	3	1968349.456	656116.485	246.78	<.0001
Genetska grupa	4	91011.999	22753	8.56	<.0001
Godina teljenja	8	435525.99	54440.749	20.48	<.0001
Sezona teljenja	3	531631.2	177210.4	66.65	<.0001
Bik-otac	60	1363851.215	22730.854	8.55	<.0001

Prilog 12: Uticaj faktora na sadržaj proteina u standardnoj laktaciji

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	19.75501817	3.95100363	304.85	<.0001
Laktacija po redu	3	0.8541836	0.28472787	21.97	<.0001
Genetska grupa	4	0.0770996	0.0192749	1.49	0.2031
Godina teljenja	8	13.27052844	1.65881605	127.99	<.0001
Sezona teljenja	3	1.09931148	0.36643716	28.27	<.0001
Bik-otac	60	1.24469829	0.02074497	1.6	0.0022

Prilog 13: Uticaj faktora na prinos proteina u standardnoj laktaciji

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	312430.443	62486.089	26.54	<.0001
Laktacija po redu	3	1953100.253	651033.418	276.52	<.0001
Genetska grupa	4	59158.035	14789.509	6.28	<.0001
Godina teljenja	8	265087.564	33135.946	14.07	<.0001
Sezona teljenja	3	395325.977	131775.326	55.97	<.0001
Bik-otac	60	1319128.202	21985.47	9.34	<.0001

Prilog 14: Uticaj faktora na dužinu trajanja bremenitosti

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	2535.24226	507.04845	7.2	<.0001
Laktacija po redu	3	9142.76126	3047.58709	43.26	<.0001
Genetska grupa	4	250.9146	62.72865	0.89	0.4686
Godina teljenja	8	3678.9311	459.86639	6.53	<.0001
Sezona teljenja	3	6686.96899	2228.98966	31.64	<.0001
Bik-otac	60	15297.66766	254.96113	3.62	<.0001

Prilog 15: Uticaj faktora na trajanje servis perioda

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	344596.229	68919.246	10.6	<.0001
Laktacija po redu	3	270376.515	90125.505	13.87	<.0001
Genetska grupa	4	12637.421	3159.355	0.49	0.746
Godina teljenja	8	1757323.265	219665.408	33.8	<.0001
Sezona teljenja	3	2083791.73	694597.243	106.87	<.0001
Bik-otac	60	1378663.205	22977.72	3.54	<.0001



Prilog 16: Uticaj faktora na trajanje međutelidbenog intervala

Izvor varijabilnosti	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Farma	5	334986.212	66997.242	10.16	<.0001
Laktacija po redu	3	199289.691	66429.897	10.08	<.0001
Genetska grupa	4	14428.795	3607.199	0.55	0.7011
Godina teljenja	8	1794768.845	224346.106	34.03	<.0001
Sezona teljenja	3	2137486.826	712495.609	108.07	<.0001
Bik-otac	60	1477112.081	24618.535	3.73	<.0001

Prilog 17: Genetske varijanse (na dijagonali, boldovano) i kovarijanse (iznad dijagonale) osobina mlečnosti i plodnosti

Osobina	Prinos mleka, kg	Sadržaj mlečne masti, %	Prinos mlečne masti, kg	Sadržaj proteina, %	Prinos proteina, kg	Trajanje bremenitosti, dana	Trajanje servis perioda, dana	Trajanje međutelidbenog intervala, dana
Prinos mleka, kg	<b>1370004,3707</b>	3,2665	968,1666	1,8893	894,4612	130,7501	1301,6486	1314,1993
Sadržaj mlečne masti, %	—	<b>0,0228</b>	0,1313	0,0004	0,1119	0,0141	0,1607	0,1595
Prinos mlečne masti, kg	—	—	<b>1525,4475</b>	0,0744	32,1349	4,3292	45,2568	45,5177
Sadržaj proteina, %	—	—	—	<b>0,0088</b>	0,0702	0,0096	0,1028	0,1025
Prinos proteina, kg	—	—	—	—	<b>1353,5705</b>	4,3449	44,0390	44,3992
Trajanje bremenitosti, dana	—	—	—	—	—	<b>35,3172</b>	7,0850	7,1884
Trajanje servis perioda, dana	—	—	—	—	—	—	<b>3338,3207</b>	81,4792
Trajanje međutelidbenog intervala, dana	—	—	—	—	—	—	—	<b>3384,1373</b>

Prilog 18: Fenotipske varijanse (na dijagonali, boldovano) i kovarijanse (iznad dijagonale) osobina mlečnosti i plodnosti

Osobina	Prinos mleka, kg	Sadržaj mlečne masti, %	Prinos mlečne masti, kg	Sadržaj proteina, %	Prinos proteina, kg	Trajanje bremenitosti, dana	Trajanje servis perioda, dana	Trajanje međutelidbenog intervala, dana
Prinos mleka, kg	<b>6398912,0816</b>	-86,0048	165497,3782	-115,0918	152565,4091	-187,8676	-17351,5993	-17657,6536
Sadržaj mlečne masti, %	—	<b>0,0588</b>	0,0528	0,0070	-2,2613	-0,2703	-0,6226	-0,9082
Prinos mlečne masti, kg	—	—	<b>7166,8527</b>	-3,2344	5041,1166	-31,7425	-549,6669	-585,4774
Sadržaj proteina, %	—	—	—	<b>0,0259</b>	-2,2415	-0,0677	1,4988	1,4211
Prinos proteina, kg	—	—	—	—	<b>6039,9609</b>	-12,9391	-438,1299	-455,0535
Trajanje bremenitosti, dana	—	—	—	—	—	<b>99,0865</b>	-44,6135	19,2592
Trajanje servis perioda, dana	—	—	—	—	—	—	<b>13349,0215</b>	10040,4811
Trajanje međutelidbenog intervala, dana	—	—	—	—	—	—	—	<b>13355,2096</b>

## 8. BIOGRAFIJA KANDIDATA

Marina Lazarević, diplomirani inženjer poljoprivrede za stočarstvo, rođena je 12.11.1984. godine u Gornjem Milanovcu. Gimnaziju, opšteg smera završila je u Gornjem Milanovcu 2003. godine. Poljoprivredni fakultet na Univerzitetu u Beogradu, Odsek za stočarstvo, završila je 2009. godine sa prosečnom ocenom 9,74 i diplomskim radom sa ocenom 10.

Posle završetka studija na Poljoprivrednom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, primljena je na Institut za stočarstvo u Zemunu 2011. godine kao stipendista Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja, gde radi i danas na Odeljenju za istraživanja u govedarstvu.

Doktorske studije na studijskom programu Zootehnika, Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beograd u Zemunu, upisala je školske 2009/10. godine.

U zvanje istraživač saradnik izabrana je 03.02.2014. godine. Autor je ili koautor 32 naučna rada, objavljena u domaćim i inostranim naučnim časopisima ili referisana na naučnim skupovima u zemlji i inostranstvu.

Dosadašnji naučno-istraživački rad dipl.inž. Marine Lazarević u osnovi obuhvata oblast selekcije i oplemenjivanja goveda. Autor učestvuje na projektu „Primena novih biotehnoloških rešenja gajenja goveda, ovaca i koza u cilju dobijanja biološki vredne i zdravstveno bezbedne hrane“ finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. U svojim istraživanjima ispituje fenotipske i genetske parametre osobina mlečnosti i plodnosti u populaciji simentalske i holštajn-frizijske rase kako bi se definisali odgovarajući odgajivačko-selekcijski postupci za njihovo genetsko unapređenje. Takođe, proučavan je uticaj određenih faktora (ishrana, farma, odgajivačko područje, godina i sezona itd.) kao i njihove interakcije na prinos i kvalitet kravljeg mleka. Kao zaključak ovih istraživanja može se navesti da poseban značaj za genetsko unapređenje simentalske i holštajn-frizijske populacije goveda u Srbiji predstavlja pažljiv i pravilan odabir roditeljskih parova, odnosno kvalitetnih i testiranih priplodnjaka i plotkinja.

**Izjava 1.**

**Izjava o autorstvu**

Ime i prezime autora: Marina Lazarević

Broj indeksa: 13/09

**Izjavljujem**

da je doktorska disertacija pod naslovom:

Procena priplodne vrednosti krava holštajn-frizijske rase za osobine mlečnosti primenom metode selekcijskog indeksa

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena doktorska disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršila autorska prava i koristila intelektualnu svojinu drugih lica.

**Potpis doktoranda**

U Beogradu, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Izjava 2.**

**Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorske  
disertacije**

Ime i prezime autora: Marina Lazarević

Broj indeksa: 13/09

Studijski program: Biotehničke nauke

Naslov doktorske disertacije: Procena priplodne vrednosti krava holštajn-frizijske rase  
za osobine mlečnosti primenom metode selekcijskog indeksa

Mentor: dr Vladan Bogdanović, redovni profesor

Izjavljujem da je štampana verzija moje doktorske disertacije istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu.**

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

**Potpis doktoranda**

U Beogradu, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Izjava 3.

## Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

Procena priplodne vrednosti krava holštajn-frizijske rase za osobine mlečnosti primenom metode selekcijskog indeksa koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predala sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo
2. Autorstvo – nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na kraju).

**Potpis doktoranda**

U Beogradu, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**1. Autorstvo** - Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.

**2. Autorstvo** - nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

**3. Autorstvo** - nekomercijalno - bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.

**4. Autorstvo** - nekomercijalno - deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.

**5. Autorstvo** - bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

**6. Autorstvo** - deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.