

**УНИВЕРЗИТЕТ МЕГАТРЕНД, БЕОГРАД
ФАКУЛТЕТ ЗА БИОФАРМИНГ, БАЧКА ТОПОЛА**

**УТИЦАЈ ПОЛИМОРФИЗМА ПРОТЕИНА МЛЕКА И
ЊИХОВА ПОВЕЗАНОСТ СА ПРОИЗВОДНИМ
ОСОБИНАМА МЛЕЧНИХ КРАВА У ГЕНОМСКОЈ
СЕЛЕКЦИЈИ**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор:

Проф. др Бранислав Мишчевић

Кандидат:

MSc Драгомир Лукач

Бачка Топола, 2016. година

**УНИВЕРЗИТЕТ МЕГАТРЕНД, БЕОГРАД
ФАКУЛТЕТ ЗА БИОФАРМИНГ, БАЧКА ТОПОЛА**

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број: РБР	
Идентификациони број: ИБР	8008/III-14
Тип документације: ТД	Монографска документација
Тип записа: ТЗ	Текстуални штампани материјал
Врста рада: ВР	Докторска дисертација
Име и презиме аутора: АУ	MSc Драгомир Лукач
Ментор: МН	Др Бранислав Мишчевић, редовни професор и научни саветник
Наслов рада: НР	Утицај полиморфизма протеина млека и њихова повезаност са производним особинама млечних крава у геномској селекцији
Језик публикације: ЈП	Српски, ћирилица
Језик извода: ЈИ	Српски и енглески
Земља публикавања: ЗП	Република Србија
Уже географско подручје: УГП	Аутономна Покрајина Војводина
Година: ГО	2016.
Издавач: ИЗ	Ауторски репринт

Место и адреса: МА	Бачка Топола, Маршала тита 39.
Физички опис рада: ФО	Број поглавља - 8 / страница – 212 / табела – 51 / слика – 4 / референци – 204
Научна област: НО	Генетика и Оплемењивање животиња
Научна дисциплина: НД	Квантитативно-молекуларна генетика
Предметна одредница, кључне речи: ПО	Полиморфизам протеина, капа казеин, бета лактоглобулин, трансферин, репродуктивне особине, млечне особине
UDK	
Чува се: ЧУ	Библиотека, Факултет за Биофарминг, Бачка Топола; Универзитет „Џон Незбит“, Београд
Важна напомена:	Нема
Датум прихватања теме од стране НН већа:	10. јул 2015. године
Датум одбране:	

Чланови комисије:

Др Бранислав Мишчевић, ментор,
Редовни професор и научни саветник, Факултет за биофарминг, Универзитет
Мегатренд, Београд

Др Драгана Љубојевић, председник
Научни сарадник, Научни институт за ветеринарство “Нови Сад”, Нови Сад

Др Тибор Кењвеш, члан
Ванредни професор, Факултет за биофарминг,
Универзитет Мегатренд, Београд

**МЕГАТРЕНД UNIVERSITY, BELGRADE
FACULTY OF BIOFARMING, BAČKA TOPOLA**

KEY WORD DOCUMENTATION

Accession number: ANO	
Identification number: INO	8008/III-14
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	Doctoral dissertation
Author: AU	MSc Dragomir Lukač,
Mentor: MN	PhD Branislav Miščević, Full Professor and Principal Research Fellow
Title: TI	Effect of genetic polymorphism of milk proteins and their association with productive traits of dairy cows in the genomic selection
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	English and Serbian
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	Autonomous Province of Vojvodina
Publication year: PY	2016.

Publisher: PU	Author reprint
Publication place: PP	Bačka Topola, Maršala tita 39.
Physical description: PD	Number of chapters – 8 / pages – 212 / tables – 51 / images – 4 / references – 204
Scientific field SF	Genetics and Animal Breeding
Scientific discipline SD	Quantitative-Molecular Genetics
Subject, Key words SKW	Protein polymorphism, kappa casein, beta lactoglobulin, transferrin, reproductive traits, milk traits
UC	
Holding data: HD	Library, Faculty of Biofarming, “John Naisbitt” University, Belgrade
Note:	No
Accepted on Scientific Board on:	July 10, 2015.
Defended:	
Thesis Defend Board: DB	

Branislav Mišćević, PhD, Member and supervisor,
Full Professor and Principal Research Fellow, Faculty of Biofarming,
Megatrend University, Belgrade

Dragana Ljubojević, PhD, Member and chairman,
Research Associate, Scientific Veterinary Institute, “Novi Sad” Novi Sad

Tibor Kenjveš, PhD, Member,
Associate Professor, Faculty of Biofarming, Megatrend University, Belgrade

ЗАХВАЛНИЦА

Драгомир

**СПИСАК ПУБЛИКОВАНИХ РАДОВА У КОЈИМА ЈЕ
ПРИКАЗАН ДЕО РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ
ДИСЕРТАЦИЈЕ**

1. **DRAGOMIR LUKAČ**, SONJA JOVANOVAČ, ZSOLT NEMES, VITOMIR VIDOVIĆ, ANKA POPOVIĆ-VRANJEŠ, NIKOLA RAGUŽ, TIJANA LOPIČIĆ-VASIĆ (2015): Association of polymorphism κ -casein gene with longevity and lifetime production of Holstein-Friesian cows in Vojvodina. *Mljekarstvo*, 65 (4): 232-237. (M23)
2. VITOMIR VIDOVIĆ, **DRAGOMIR LUKAČ**, ZSOLT NEMES., SNEŽANA TRIVUNOVIĆ (2014): β -lactoglobulin genetic variants in Serbian Holstein-Friesian dairy cattle and their association with yield and quality of milk. *Animal Science Papers and Reports*, 32 (2): 179-182. (M22)
3. **DRAGOMIR LUKAČ**, VITOMIR VIDOVIĆ, NEMEŠ ŽOLT, ATTILA ZSOLNAI, BEÁTA BÁN (2014): Association of transferrin genotypes and production traits of Holstein-Friesian cows in Vojvodina. *Mljekarstvo*, 64 (2): 79-85. (M23)
4. **DRAGOMIR LUKAČ**, VITOMIR VIDOVIĆ, ZSOLT NEMES, MILANKO STUPAR, ANKA POPOVIĆ-VRANJEŠ (2013): Genotypic frequencies of the β -lactoglobulin, κ -casein and transferrin in Serbian Holstein-Friesian dairy cattle. *Mljekarstvo*, 63 (4): 203-210. (M23)
5. VITOMIR VIDOVIĆ, ZSOLT NEMES, ANKA POPOVIĆ-VRANJEŠ, **DRAGOMIR LUKAČ**, DAVID CVETANOVIĆ, LJUBA ŠTRBAC, MILANKO STUPAR (2013): Heritability and correlations of milk traits in the view of kappa - casein genotypes in Vojvodina Holstein-friesian dairy cattle. *Mljekarstvo*, 63 (2): 91-97 (M23)

САДРЖАЈ

Кључна документацијска информација	ii
Key word documentation	iv
Списак публикованих радова у којима је приказан део резултата докторске дисертације	vii
ИЗВОД	10
SUMMARY	12
1. УВОД	14
2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	18
2.1. Варијабилност квантитативних особина	18
2.1.1. Варијабилност особина млечности	21
2.2. Геномска селекција	25
2.2.1. Поступак генотипизације	38
2.2.2. Ланчана реакција полимеразом - PCR	29
2.2.3. Генетски маркери	34
2.2.4. Молекуларни ДНК маркери	38
2.2.5. Полиморфизам појединачних нуклеотида - SNP	39
2.2.6. Идентификација локуса квантитативних својства – QTL	41
2.2.7. Геномска оплемењивачка вредност - GOV	42
2.3. Протеини млека	48
2.3.1. Казеин	50
2.3.2. Лактоглобулин	51
2.3.3. Трансферин	53
2.4. Генетски полиморфизам протеина млека	54
2.4.1. Полиморфизам протеина млека у селекцији и оплемењивању говеда	58

3.	РАДНА ХИПОТЕЗА И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	61
	3.1. Радна хипотеза.....	61
	3.2. Циљ истраживања	63
4.	МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА	64
	4.1. Број животиња и анализиране особине	64
	4.2. Лабораторијске анализе	68
	4.3. Израчунавање фреквенција генотипова и алела	69
	4.4. Статистичка обрада података	70
5.	РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА	72
	5.1. κ – казеин	72
	5.2. β -лактоглобулин	95
	5.3. Трансферин	118
6.	ДИСКУСИЈА	148
	6.1. κ – казеин.....	148
	6.2. β -лактоглобулин	156
	6.3. Трансферин	163
7.	ЗАКЉУЧАК	169
8.	ЛИТЕРАТУРА	176
	ПРИЛОЗИ	cciv
	Листа скраћеница.....	cciv
	Списак табела.....	ccvi
	Списак слика	ccx
	БИОГРАФИЈА	ccxi

ИЗВОД

Циљ ове докторске дисертације је био да се испита полиморфизам протеина млека κ -казеина, β -лактоглобулина и трансферина у домаћим популацијама крава, идентификују фреквенције алела и генотипова, те испита њихова повезаност и утицај на млечне и репродуктивне особине крава. Генотипизација κ -казеина је урађена код 192 краве, β -лактоглобулина код 185 крава и трансферина код 248 крава, а повезаност и утицај идентификованих генотипова на производне особине је анализирана код 804 лактације за генотипове κ -казеина, 763 лактације за генотипове β -лактоглобулина и 1035 лактација за генотипове трансферина. Анализиране репродуктивне особине су биле узраст код прве концепције, телесна маса телади на рођењу, број осемењавања по концепцији, старост краве на првом телењу, трајање стеоности, дужина лактација, сервис период и међутелидбени размак, док су млечне особине биле количина млека, млечне масти и проценат млечне масти у стварним лактацијама, и количина млека, млечне масти и проценат млечне масти у стандардним лактацијама од 305 дана. Анализирана је укупна животна производња као што је животни век краве, број лактација у току живота краве, број лактацијских дана у животу краве и продуктиван живот краве.

Након урађених молекуларних анализа, PCR и RFLP, код κ -казеина су идентификована три генетска облика: AA, AB и BB генотип са фреквенцијама од 0,50 за AA, 0,40 за AB и 0,10 за BB κ -казеински генотип, код β -лактоглобулина су такође идентификована три генетска облика: AA, AB и BB генотип са фреквенцијама од 0,20 за AA, 0,57 за AB и 0,23 за BB β -лактоглобулински генотип. Код трансферина је

идентификовано 10 различитих генетских облика, од којих су 4 била хомозиготна (АА, Д1Д1, Д2Д2, ЕЕ) и 6 хетерозиготних (АД1, АД2, АЕ, Д1Д2, Д1Е, Д2Е) генотипова, са фреквенцијама од 0,08 за АА, 0,11 за АД1, 0,29 за АД2, 0,04 за АЕ, 0,02 за Д1Д1, 0,19 за Д1Д2, 0,01 за Д1Е, 0,16 за Д2Д2, 0,06 за Д2Е и 0,06 за ЕЕ трансферински генотип. Након статистичке обраде података, код већине репродуктивних и млечних особина крава утврђене су статистички значајне ($P < 0,05$) и високо значајне ($P < 0,01$) разлике између крава различитих генотипова анализираних протеина, те значајан утицај полиморфизма протеина млека на производне особине крава. Код показатеља укупне животне производње, краве АБ к-казеинског и АА β-лактоглобулинског генотипа су оствариле најбољу животну производњу и забележиле најбоље резултате код свих посматраних особина, затим следе краве АА к-казеинског односно АБ β-лактоглобулинског генотипа, док су краве рецесивног хомозиготног ББ к-казеинског односно ББ β-лактоглобулинског генотипа оствариле најлошију животну производњу и забележиле најлошије резултате. Краве АА, АД1, Д2Е, Д1Д2 и Д2Д2 трансферинског генотипа су у поређењу са кравама осталих генотипова трансферина, оствариле најбољу животну производњу и забележиле најбоље производне резултате.

На основу добијених резултата дошло се до закључка да постоји значајан утицај полиморфизма протеина млека к-казеина, β-лактоглобулина и трансферина, као и њихова повезаност са производним особинама крава холштајн-фризијске расе, и да молекуларни маркери могу бити један од критеријума селекције за унапређење производних особина крава.

SUMMARY

Aim of this doctoral thesis was to investigate genetic polymorphisms of milk proteins such as κ -casein, β -lactoglobulin and transferrin in local cow breed population, as well to identify frequencies of alleles and genotypes and to investigate their relations and influences on milk and reproductive traits of cows. Genotypization of κ -casein was identified in 192 cows, β -lactoglobulin in 185 cows and transferrin in 248 cows, while the relations and influences of the identified genotypes on productive traits was analyzed on 804 lactation for κ -casein genotypes, 763 lactation for β -lactoglobulin and on 1035 lactation for transferrin genotypes. Analyzed reproductive traits included age at first conception, body mass of calf, number of insemination per conception, age of cows at first calving, gestation duration, length of lactation, service period and calving interval, while the milk traits included amount of milk, milk fat and milk fat percentage in actual lactations and in standard lactations of 305 days. Analyses of total life production of cows included life time of cows, number of lactations in cows lifetime, number of lactation days in cows life time and productive cows life.

After finished molecular methods, PCR and RFLP, in κ -casein three genetic form was identified: AA, AB and BB genotype with frequencies of 0.50 for AA, 0.40 for AB and 0.10 for BB genotype, in β -lactoglobulin was also identified three genetic forms: AA, AB and BB with frequencies of 0.20 for AA, 0.57 for AB and 0.23 for BB. In transferrin, 10 different genetic forms were identified, from which 4 was homozygotes (AA, D1D1, D2D2, EE) and 6 heterozygotes (AD1, AD2, AE, D1D2, D1E, D2E) genotypes with frequencies of 0.08 for AA, 0.11 for AD1, 0.29 for AD2, 0.04 for AE, 0.02 for D1D1, 0.19 for D1D2, 0.01 for D1E, 0.16 for D2E and 0.06 for EE transferrin genotype.

After statistical data processing, in most of the reproductive and milk traits of cows, statistically significant ($P < 0.05$) and highly significant ($P < 0.01$) differences between cows of different genotypes of analyzed proteins, thus significant influence of milk protein polymorphism on cows productive traits. For indicators of total lifetime production, cows of AB κ -casein and AA β -lactoglobulin genotype have achieved the best lifetime production and best results in all investigated traits, which was followed by cows of AA κ -casein and AB β -lactoglobulin genotype, while the cows of recessive homozygotes BB κ -casein and BB β -lactoglobulin genotype finished their life production with the lowest achieved results. Cows of AA, AD1, D2E, D1D2 and D2D2 transferrin genotype achieved the best lifetime production and productive results compared to cows with other transferrin genotypes.

Based on the obtained results it is concluded a significant influence of milk protein polymorphism of κ -casein, β -lactoglobulin and transferrin and their relations with productive traits of Holstein-Frisian breed of cows, as well as the molecular marker can be one of the useful selection criteria for improvement of cows productive traits.

1. УВОД

Говедарство у Србији представља важан сектор сточарске производње и од кључног је значаја за целокупну пољопривреду наше земље. Млечно говедарство у свету је у сталном порасту, и производња млека све више постаје важна привредна грана због све већег пораста становништва. С обзиром да млеко и млечни производи представљају највећи извор протеина у исхрани људи, поред меса и јаја, посебна пажња мора бити усмерана ка овој грани пољопривредне производње.

Селекција млечних крава и бикова се углавном заснива на квантитативним особинама као што су принос млека, количина млечне масти и протеина, које су под контролом мултиплих локуса. Ове методе селекције примењиване су у великом обиму без детаљног знања о броју гена који су укључени у експресију појединих особина и њиховом учешћу у плејотропном ефекту или везаном деловању на друге особине. Генетско унапређење квантитативних особина је релативно споро, из разлога што се поједине производне особине могу мерити само на једном полу, на њих утиче већи број гена такозваних минор гена и фактора спољне средине, који имају веома важан утицај на њихову експресију. Ове чињенице несумњиво смањују тачност генетске процене бикова и крава. Поред тога, производне особине могу да се мере само код одраслих животиња, чиме се повећава генерацијски интервал и смањује годишњи генетски напредак.

Међутим, развојем молекуларне генетике, омогућено је да се селекција постепено фокусира на лабораторијску дијагнозу узорака ДНК, на супрот добијених производних података од животиње. На основу многобројних испитивања у молекуларној генетици, дошло се до сазнања о полиморфизму на нивоу ДНК, тј. о сазнању о генетским маркерима који су полиморфне ДНК секвенце, јединствене унутар генома, које се користе за процену повезаности са генима који имају утицај на

економски значајне особине у селекцији домаћих животиња. Као последица тога, од недавно су истраживања фокусирана на идентификацију гена одговорних за варијабилност квантитативних особина и откривање генетских маркера који се могу применити у програмима селекције и укрштања. Селекција на нивоу гена је постала моћно средство за генетско усавршавање селекције животиња и њихове производње.

Полиморфизам гена подразумева присуство два или више алелних облика неког гена у одређеној популацији. Полиморфизмима се називају и такве ДНК регије или локуси који не морају искључиво бити само гени, али имају различите секвенце у појединим популацијама. Услед полиморфности, у популацији се јавља већи број генотипова, који су детерминисани датим генетским локусом. Најчешће испитивани генетски облици протеина млека су κ -казеин, који у својим различитим облицима чини око 80% свих млечних протеина, као и протеини серума који су по својој важности одмах до казеина, а то су β -лактоглобулин и трансферин. Због своје полиморфности, ови протеини се често користе и за процену повезаности различитих облика гена који имају утицај на особине од економског значаја. Генетски облици протеина млека се разликују између себе на основу једног или већег броја аминокиселина у полипептидном ланцу које настају као последица различитих врста мутација кодирањем гена. Сваки од испитиваних гена протеина млека је представљен најмање у два облика, који су генетски дефинисани аутосомалним и доминантним алелима. Одсуство генетске доминације је корисно, јер носиоци хомозиготних алела дају само један облик гена за сваки протеин (АА или ББ), док носиоци хетерозиготних алела (АБ) дају два генетска облика. Неки облици ових гена имају значајан утицај на производњу млека и остале производне особине крва.

Стално праћење облика протеина млека у популацијама крва и код различитих раса говеда је веома важно и корисно, јер на тај начин можемо да повећамо учесталост оних генетских облика који имају најбољи ефекат на производне особине. Идентификација појединих полиморфних протеина млека у некој популацији крва и фаворизација оних облика протеина млека који имају најбољи ефекат на производне особине крва има како научну и практичну, тако и економску вредност у приватном и друштвеном сектору. Селекција говеда на овај начин је веома поуздана и економски

ефикасна за повећање саме производње на фарми. Предности овог начина селекције говеда су директно повезани са генетским унапређењем популација говеда, повећањем квалитета и количине производње, смањењем губитака у производњи и повећањем курентности производње.

Развојем савремених техника заснованих на анализи ДНК које укључују реакцију ланчане полимеризације - PCR (*Polymerase Chain Reaction*) и полиморфизам у дужини рестрикционих фрагмента - RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*), сада је могуће утврдити генотип κ -казеина, β -лактоглобулин и трансферина свих индивидуа у посматраној популацији, неvezано за пол, старост и физиолошки статус. Проучавања полиморфизма протеинских система су све више усмерена ка томе да се успостави везе између гена који контролишу полиморфизам појединих протеина ради контроле полигенских особина које се односе на производне особине домаћих животиња. Утврђивање таквих веза, има велики економски значај са аспекта селекције, где се на тај начин може повећати продуктивност у сточарству. Предвиђање будућих перформанси фармских животиња је основни задатак у селекцији животиња и добијање животиња са супериорним особинама, где се на основу фенотипа животиња одабирају оне које ће убрзати генетски напредак. Употреба полиморфних гена као генетских молекуларних маркера је обећавајућа замена тренутним методама селекције, када се докаже да су ови гени повезани са особинама које нас интересују код фармских животиња. Међутим, ефекат примене ових маркера зависи од фреквенције алела код посматраних раса и утицаја ових полиморфизама на посматране особине.

Употреба полиморфних облика гена као генетских молекуларних маркера у селекцији говеда је прихваћена и препоручена као допуна традиционалним методама селекције у многим одгајивачким програмима широм света. Данас су у употреби стандардизовани тестови за κ -казеин, β -лактоглобулин, αC_1 казеин и трансферин, на основу којих се може одредити квалитет млека крава, као и генотип за те особине, што је значајно за процену количине и квалитета млека који се може очекивати код потомака.

2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

2.1. Варијабилност квантитативних особина

Варијабилност или разноликост индивидуа одређене популације у квантитативним особинама је изузетно велика. Разлике између њих јесу разлике у степену испољености одређене особине и показују низ промена између тачака крајњих вредности. Та варијабилност је могућност коју одгајивач користи да произведе боље животиње, избором за даљу репродукцију грла са високим степеном изражености производних особина.

Све промене у тим особинама код животиња резултат су утицаја наследне основе и спољне средине, односно њиховог узајамног деловања. Наследна основа која омогућава испољавање одређене особине представља генотип. Он може да има један, два или више парова гена. Фенотип је оцењена или измерена вредност особине, која је израз генотипа и утицаја средине у којој јединка живи. Од свих фактора који утичу на испољавање квантитативних особина, једино генетски остају непромењени у току живота јединке. Због тога они представљају посебан интерес за селекционере како би одабрали грла која носе у наслеђу пожељне гене, јер се једино они преносе са родитеља на потомство. На испољавање квантитативних особина делује више парова гена, односно за њих је карактеристично полигено наслеђивање (Видовић, 2009).

У погледу типа деловања, гени испољавају адитивне, доминантне и епистатичне ефекте. Адитиван ефект гена има највећи значај у одгајивачко-селекцијском раду. Ови гени немају ни доминантан ни рецесиван однос, већ својим присуством доприносе степену испољености особине на коју делују, тако да се њихов ефект сумира. Друга два типа деловања гена, доминантност и епистаза, нису од великог значаја у области генетског побољшања животиња, јер се њихови ефекти испољавају само при посебним комбинацијама одређених гена, које се не преносе са родитеља на потомство. У првом случају, ради се о интеракцијама гена који су алели, а у другом, гена на различитим локусима (Видовић и Лукач, 2010).

Фактори спољне средине, као што су исхрана, нега, смештај, метеоролошки и други услови, имају значајан модификујући утицај на квантитативне особине. С друге стране, важно је и узајамно деловање наследне основе и околине, јер указује да животиње одређеног генотипа у једним условима могу боље да испоље своје генетске карактеристике, док је у другим оно ограничено или онемогућено.

Квантитативна својства се утврђују мерењем, а добијене вредност изражавају фенотипску вредност посматране животиње, која се састоји од генотипске вредности индивидуе и одступања тј. девијације настале услед деловања фактора спољне средине. Стандардни генетски модел у квантитативној генетици где је фенотип збир генотипа и околине (Falconer и Маскау, 1996) дат је испод:

$$F = G + E$$

F = фенотипска вредност

G = генетска вредност

E = фактори спољне средине

Разлике између појединих индивидуа у фенотипској вредности су редовна појава у свакој популацији. Ове разлике су условљене генетским разликама између индивидуа, утицајем фактора спољне средине и њиховом међусобном интеракцијом. Из тога произилази да је фенотипска вредност варијабилна и да се састоји од компонената које се могу утврдити анализом варијансе.

$$V_F = V_G + V_E + V_{GE}$$

V_F = фенотипска вредност

V_G = генетска вредност

V_E = фактори спољне средине

V_{GE} = интеракција између генотипа и спољне средине

Међутим, генетска варијабилност односно варијанса се састоји из адитивне генетске варијансе, варијансе услед доминантног деловања гена и варијансе услед епистатичног деловања гена.

$$V_G = V_A + V_D + V_I$$

V_A = адитивна генетска варијанса (оплећењивачка вредност)

V_D = девијација услед доминације

V_I = девијација услед епистазе-интеракције

Дакле, из свега горе наведеног следи да се фенотипска варијабилност састоји од:

$$V_F = V_A + V_D + V_I + V_G + V_E + V_{GE}$$

Најважнија компонента је она која се може пренети на потомство. То је посебно значајно код оних својстава која се наслеђују полигено, односно код особина чија израженост зависи од више гена. У пракси је веома тешко тачно одвојити утицај гена и утицај спољне средине. Ове особине су под утицајем варијабилности у популацији и утицајем спољних фактора, често замаскиране. Из тог разлога се користе сложене статистичке методе помоћу којих је могуће издвојити утицај гена на производну способност животиња (Meuer, 1987). Данас, са развојем компјутерске технологије, могућа је брза обрада података што свакако доприноси бржем добијању резултата и скраћењу генерацијског интервала (Rasch и Mažata, 2006).

2.1.1. Варијабилност особина млечности

Количина млека и млечне масти као и садржај млечне масти у стандардној лактацији су основни показатељи на којима се заснива селекција крава за производњу млека. Управо ове особине треба да представљају главни оплећењивачки циљ и област у којој треба остварити генетски напредак. Поред ових особина веома су значајне и особине везане за здравље и репродукцију животиње. Ове особине млечности се могу назвати и особинама од примарног економског значаја. Њихова основна карактеристика је да су то квантитативне особине и да степен њиховог фенотипског испољавања зависи од интеракције генотипа и средине у којима се производња одвија. Како су услови веома различити тако се и фенотипска испољеност ових особина разликује.

Производња млека у Србији је једна од најважнијих грана у оквиру сточарске производње чија вредност чини око 8% бруто пољопривредне производње (Влаховић, 2011). У нашој земљи се тренутно узгаја око пола милиона музних крава и стеоних јуница и последњих година присутан је негативан тренд у бројном стању грла. Наше млечно говедарство се базира углавном на холштајн раси и како је просечна млечност још увек на незадовољавајућем нивоу у односу на генетски потенцијал ове расе, неопходан је организован селекцијски рад како би се постигао напредак.

У табели 1 је приказан просечан принос млека, млечне масти и протеина у стандардној лактацији од 305 дана, за грла која су завршила лактацију у наведеном периоду појединих земаља у свету, а према статистичким подацима Светске Федерације холштајн-фризијске расе (World Holstein Friesian Federation).

Табела 1. Просечан принос млека, млечне масти и протеина у стандардној лактацији за 2014. годину (статистички подаци Светске Федерације холштајн-фризијске расе)

Земља	Број грла*	Принос млека, kg	Млечна маст, %	Млечна маст, kg	Протеини, %	Протеини, kg
Аустралија	317.290	7.406	3,83	283	3,24	240
Белгија	58.181	7.837	3,87	304	3,31	260
Канада	696.737	10.102	3,87	289	3,19	321
Чешка	195.506	9.454	3,78	357	3,31	313
Данска	351.163	10.225	4,02	411	3,39	347
Француска	1.718	7.937	3,85	306	3,12	247
Немачка	2.175,488	9.082	3,97	360	3,38	302
Грчка	12.634	8.518	3,59	306	3,39	289
Мађарска	211.927	9.240	3,71	343	3,29	304
Италија	1.076,181	9.472	3,67	347	3,29	311
Пољска	636.226	7.742	7,07	315	3,35	259
Сливачка	71.890	8.359	3,85	322	3,27	274
Шведска	141.522	9.976	4,10	409	3,44	343
Швајцарска	65.300	8.526	3,95	337	3,21	274
Шпанија	500.500	9.726	3,63	353	3,20	311
УСА	3.700,000	11.342	3,67	417	3,09	351

*Укупан број грла холштајн-фризијске расе које су ушле у програм контроле млечности (према правилима ICAR-а)

Према Стручном извештају Главне одгајивачке организације за АП Војводину, у Војводини је за 2014. годину, просечна производња млека у стандардној лактацији од 305 дана за холштајн-фризијску расу говеда износила 6521 kg, са количином млечне масти од 252 kg или 3,87% и количином протеина од 209 kg или 3,20 %.

Многи аутори (Essl, 1998; Ozelik и сар., 2000; Singh и сар., 2002; Hansen и сар., 2006; Петровић и сар., 2009; Cilek, 2009; Лукач и сар., 2014) су у својим истраживањима установили значајне утицаје парагенетских фактора као што су фарма, година и сезона производње, сезона телења, лактација по реду, старост на првом телењу на испољавање млечних особина крава.

Под утицајем фарме подразумевају се фактори који су настали као резултат деловања специфичних услова држања, исхране и неге тј. цео менаџмент једне фарме. Сви ови фактори су међусобно повезани и као такви испољавају се за сваку фарму посебно. Као резултат утицаја ових фактора, односно различитих услова производње на фарми, јављају се фенотипске и генетске разлике између фарми. Производни услови на фарми често се мењају услед промена у начину исхране и неге, појаве неке болести, тј. промене технологије на фарми. Како се ове промене углавном дешавају сваке године може се рећи да утицај године има великог утицаја приликом процене оплемењивачке вредности приплодних крава (Zambrano и сар., 2006; Inci и сар., 2007; Лукач и сар., 2014). Из тих разлога се у програмима који се користе за процену приплодне вредности крава елиминише утицај године укључивањем у моделе који служе за оцену оплемењивачке вредности грла. Унутар сваке године имамо и сезоне које значајно утичу на укупну производњу млека, услед сезонских колебања климатских фактора као што су температуре и релативна влажност ваздуха.

Лукач и сар. (2014) су установили значајан утицај ($P < 0,01$) фарме, године, сезоне и старости код прве успешне оплодње на количину млека, млечне масти и проценат протеина. Исти аутори су забележили и негативне коефицијенте регресије између старости код прве фертилне оплодње јуница и млечних особина, (дужине лактације - 0,04, количине млека -1,17; количине млечне масти -0,05).

Различиту производњу млека по годинама за временски период од 10 година (од 1978 до 1988) приказао је у својим истраживањима Видовић (1990) код крава холштајн-

фризијске расе говеда на три друштвене фарме. Количина млека се повећавала са 5607 kg у 1978. години на 6043 kg у 1988. години, а количина масти са 208,6 kg на 236,9 kg. Процент млечне масти је такође имао тенденцију раста од 3,72% у 1978. години до 3,92% у 1988. години.

Петровић и сар. (2009) су установили да су сезона телења и година проузроковали значајна варирања производних особина. Резултати одступања особина производности под утицајем године телења указују на позитивне тенденције у повећању приноса млека. Значајна одступања ($P < 0,05$) је изазвала година телења и на количину млечне масти. Годишње доба почетка лактације крава обухваћених њиховим истраживањем, показује високо значајна одступања приноса млека и млечне масти у односу на општи просек ($P < 0,01$). Тако су јунице отелене у фебруару, марту и априлу имале значајно више млека и млечне масти у односу на оне које су се отелиле у другим месецима у години. Да сезона телења значајно утиче на производњу млека и млечне масти у својим истраживањима су установили Мишчевић (1995), Gaydarska и сар. (2001), Singh и сар. (2002), Петровић и сар. (2005) и Панићева (2005).

Телесна развијеност и старост јуница у време осемењавања имају значајног утицаја на касније остварене производне резултате (Косак и сар., 2007; Inci и сар., 2007; Erdem и сар., 2007). Lin и сар. (1988) су установили да је принос млека током прве лактације био значајно нижи код раније осемењених јуница, где је са сваким смањењем старости при првом телењу за месец дана, производња млека опала за 96 kg, протеина за 3,1 kg и млечна масти за 4,3 kg. Само код складно грађених јуница и добром конституцијом може се очекивати и добра животна производња. Већина аутора се слаже да раније увођење јуница у репродукцију ствара могућност за дужим и продуктивнијим животом крава чиме се повећава и економичност и рентабилност гајења крава. Ettema и сар. (2004) наводе да јунице које се касније теле остварују у просеку нешто већу производњу млека у првој лактацији, али ипак, повезаност узраста при првом телењу и количине млека у лактацијама које следе углавном је ниска.

Стојић (1996) тврди да је повећање узраста при телењу изазвало високо значајно повећање приноса млека у прве четири лактације ($P < 0,01$), док се од пете лактације тај утицај смањује ($P < 0,05$), што је последица великих разлика у узрасту. Међутим, нешто

другачије тврдње у својим истраживањима износе Heinrichs и Vazquez-Anon (1993), који су установили да су јунице осемењене са преко 17 месеци старости, произвеле сличну количину млека у лактацији од 305 дана, као и јунице које су осемењене са 15 месеци старости.

Према Панићевој (2005) и бикови-очеви значајно утичу на млечност кћери, с обзиром да скоро 10% од укупног варирања у производњи млека и млечне масти настаје њиховим деловањем, што зависи пре свега од примењеног математичко-статистичког модела, величине узорка, нивоа предходне селекције и општих услова у којима се производња одвијала.

Имајући у виду значајан утицај фарме, године и сезоне на особине млечности приликом процена оплемењивачких вредности крава и бикова, неопходно је ове факторе укључити у моделе.

2.2. Геномска селекција

Пре него што су откривене, а потом и развијане технике засноване на ДНК анализи (PCR и RFLP), селекција домаћих животиња се заснивала искључиво на употреби метода квантитативне генетике, при чему је варијанса фенотипских односно производних особина популације представљала темељ селекцијског напретка. Тада генотип није био познат, те се за његову процену користио фенотип јединке или фенотип њених сродника.

Применом бројних сазнања из популационе и квантитативне генетике у селекцији су постигнути значајни резултати у побољшању производних и осталих економски значајних особина (Иванковић, 2005; Видовић, 2009; Јовановац, 2013). Развојем ланчане реакције полимеразом или PCR и секвенционирање ДНК, као основне истраживачке методе у молекуларној генетици, постале су ефикасне и економски прихватљиве ширем света (Awise, 2004; Видовић и Ступар, 2010). Такође је развијено неколико нових генетских маркера као што су микросателити и полиморфизам

појединачних нуклеотида - SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*) те нови компјутерски програми за обраду података што је омогућило примену молекуларних техника у многим истраживачким подручјима. Развојем ових метода омогућена је директна анализа генома животиња, проучавање структуре и функције гена и боље разумевање деловања наследне основе. Имајући увида у структуру и функцију генома и гена, конструисане су генске мапе домаћих животиња, а генетски маркери постају оруђе ефикасније селекције, унапређења битних производних особина, елиминације наследних болести и веће поузданости у селекцијском раду.

Геномска селекција подразумева коришћење генетичких информација које се могу добити директном анализом генома животиње за што ранији и бољи опис њене приплодне вредности. То је омогућило дешифровање генома говеда и развијање поступака његове анализе уз помоћ којих се брзо и економски повољно може испитати много хиљада локуса гена истовремено, као и утврђивање великог броја генетских маркера.

Циљ геномске селекције је повезати све познате изворе информација – фенотип, порекло и генетске маркере, како би се добила што већа и прецизнија процењена оплемењивачка вредност животине (POV) и на тај начин осигурао генетски напредак. Једна од предности ове врсте селекције је та што се геномске оплемењивачке вредности (GOV) могу израчунати за оба пола у најранијој животној доби, чиме се повећава профитабилност и убрзава генетска добит у узгоју животиња кроз смењење генерацијског интервала и трошкова селекционисаних јединки. Поред већег генетског напретка, геномска селекција омогућава и бољу контролу порекла и спречавања узгоја у сродству, те побољшање својстава са ниском херитабилношћу. Брзи развој метода молекуларне генетике подстакао је интерес одгајивачких удружења за интеграцију генетских маркера у одгајивачке програме у говедарству, те се могу очекивати значајне промене у методама селекције.

Производне особине која се тешко побољшавају употребом метода конвенционалне (фенотипске) селекције и особине ниског степена херитабилитета или пак особине чије се фенотипске вредности тешко мере (дуговечност, отпорност на болести) или мерење није изводљиво код кандидата за селекцију (кланична својства) се

могу побољшати применом метода и сазнања из области молекуларне генетике (Јовановац, 2013). Иванковић (2005) наводи да је идентификација директних и индиректних генетских маркера везаних за економски важне производне особине домаћих животиња од примарног значаја за оплемењиваче животиња.

Ефикаснија употреба метода молекуларне генетике у анималној производњи довела је до конструисања генетских мапа скоро код свих врста домаћих животиња, проналаска генетских маркера везаних за економски важна својства, увид у некодирајуће регије генома, које код сисара чине више од 90% ДНК записа, трансгенезе, генетске дијагностике, регулација генске експресије и проверу педигрее код животиња. Надаље, употребом молекуларне генетике стварају се услови за директну или индиректну детекцију жељених алелних варијанти родитеља и потомака, на основу чега је могуће директно одабирати грла за даљи приплод и употребу, без утицаја пола, старости, здравственог стања, репродуктивног статуса и спољних фактора на коначну одлуку одгајивача. Наследне болести ефикасно се откривају и сузбијају тестовима директне ДНК детекције грешке кода одговарајућих гена. Посебно је важна могућност откривања и излучивања хетерозигота са наследном грешком. Провера постојања одређених генских поремећаја у неким је случајевима обавеза националних одгајивачких програма, те предуслов за приступ тржишту приплодног материјала и анималних производа. Молекуларна генетика нашла је своје место у анималној производњи, стога постоји велика одговорност разумевања могућности, предности и ризика, те уградње у постојеће одгајивачке програме у оптималној мери.

Прекретница у употреби молекуларне генетике у селекцији говеда била је 2001. године када су напредне технологије омогућиле мапирање генома и тиме створиле услове за коришћење маркера у селекцији целокупне популације говеда. Падом цене генотипизације и развојем микрочипова омогућена је генотипизација око 50.000 генетских маркера у целокупном геному говеда. Тиме се отворила могућност укључивања додатног извора информација у селекцијски рад који је познат под називом геномска селекција (Шпехар, 2013).

2.2.1. Поступак генотипизације

Генотипизација је метод за одређивање генетске варијације без секвенционирања целог генома. Пре самог тестирања потребно је узети узорак биолошког материјала (крв, семе, фоликул длаке или слузница) из којег се у лабораторији изолује ДНК. Поступак изолације чисте ДНК је врло сложен и укључује резање рестрикцијским ендонуклеазама, радиоактивно или нерадиоактивно обележавање, лигацију, употребу специјалних детерџената, органских растварача и ензима. Након изолације ДНК, приступа се генотипизацији, користећи Illumina SNP50K чип. Резултат генотипизације су сигнали за сваки од 50.000 SNP-са који се рачунски претварају у SNP генотип (АА, АБ или ББ). Тиме се добије резултат (генотип) за сваки од 50.000 SNP-са за животињу која је генотипизирана.

Познавање генотипа за велики број SNP-са још увек не говори о оплемењивачкој вредности животиње. Зато је потребно оценити утицај појединог SNP-са користећи SNP једначину. Збир утицаја свих SNP користећи SNP једначину представља GOV генотипизираних животиње (Шпехар, 2013). Управо је главна предност геномске селекције да се за животињу одмах по урађеној генотипизацији може израчунати GOV на основу SNP једначине која је израчуната на референтној, довољно великој популацији бикова. Референтну популацију чине прогено тестирани генотипизирани бикови. Израчунавањем GOV за младе животње, генерацијски интервал се у селекцији бикова може скратити на две или три године. Поузданост POV у том случају износи у просеку око 65% и није боља од прогеног теста, али ранијим добијањем информација омогућава се већи годишњи генетски напредак него прогени тест. Због мање поузданости POV применом геномске информације, у пракси се користи више младих геномски тестираних бикова. Тај начин селекције је признат од стране одговарајуће међународне организација (Interbull) па се семе таквих бикова може несметано користити у целом свету. Поред селекције бикова, ова технологија се може користити и за селекцију крава за које можемо проценити оплемењивачку вредност на исти начин и са истом тачношћу (Шпехар, 2013).

2.2.2. Ланчана реакција полимеразом - PCR

Једно од најзначајнијих открића крајем двадесетог века које је одиграло кључну улогу у повећању интензитета развоја и примене молекуларне гентике у испитивању генетске варијабилности популација биљака, животиња и људи је откриће ланчане реакције полимеразом – PCR, коју је развио амерички молекуларни биолог Кary Mullis 1986. године. Он је са својим сарадницима, трагајући за начином изолације довољно великог узорка циљане секвенце ДНК, дошао на идеју да би понављањем процеса репликације (синтезе ДНК) могао помоћу две супротно орјентисане олигонуклеотидне секвенце, као и полимеразних ензима, умножити генетски материјал и до неколико милијарди пута и тако олакшати даље проучавање узорка на електрофоретском гелу (Erlich, 1989). Након првобитне синтезе два циљна молекула ДНК, сваки од ових молекула послужио би као матрица за синтезу нових копија циљног молекула, тако да би се након сваког поновљеног процеса синтезе број продуката дуплирао и ланчаном реакцијом циљана полинуклеотидна секвенца умножила. Почетком примене ове методе, после сваког циклуса, који је зависио од промене температуре, морала се додавати нова количина ензима ДНК полимеразе, јер би се претходна под утицајем високе температуре денатурисала. Међутим, пар година касније из бактеријских сојева *Thermus aquaticus*, који живе у врелим изворима Јелоустонског парка, на температури преко 70°C, изолована је термостабилна ДНК полимераза, што је много олакшало развој и примену PCR методе (Innis, 1988).

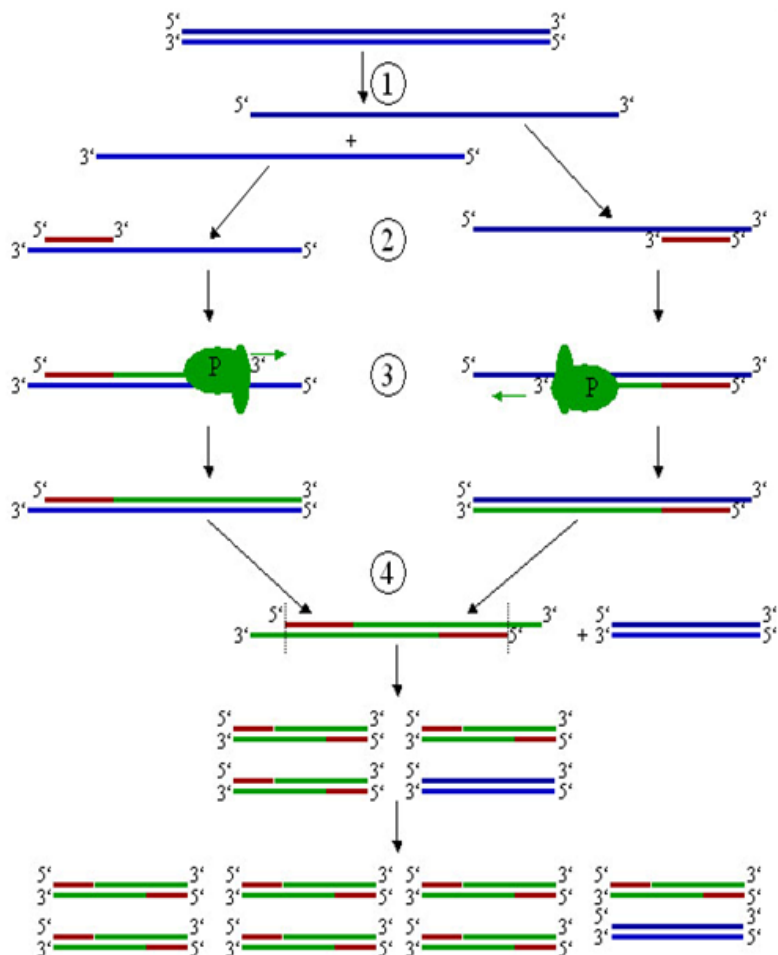
На основу предходно изнетог, можемо да кажемо да PCR метода омогућава умножавање одређеног фрагмента ДНК у *in vitro* условима. У циљу иницијације процеса репликације односно умножавања ДНК потребне су две информацијске секвенце кода које се називају „прајмери“. Прајмери представљају кратке РНК ланце, дужине 10-20 нуклеотида, комплементарне са деловима ДНК ланца, који има улогу матрице. Њихово настајање катализује ензим РНК примаза. У PCR техници, с обзиром

да се прајмери бирају посебно за сваку реакцију, тј. који ће део ДНК бити синтетисан, добија се диригована синтеза тачно одређеног дела ДНК, ограниченог тим истим прајмерима. Сами прајмери се касније исецају под дејством ДНК полимеразе, која својом егзонуклеазном активношћу уклања рибониклеотиде, а на њихово место уграђује рибониклеотиде комплементарне онима из ланца шаблона (Видовић и Ступар, 2010).

Репродукција хиљада копија жељених хромозомских регија или гена одвија се у понављајућим циклусима синтезе и денатурација (ланчане сепарације) ДНК помоћу температурних промена. Будући да су прајмери специфичне секвенце, они се спајају само са одређеним регијама ДНК, тако да се добија само специфично појачање жељене секвенце ДНК уместо целе ДНК (Јовановац, 2013).

Анализа производа ланчане реакције полимеразе обавља се уз помоћ различитих електрофореза (на агарози, полиакриламиду, SSCP, DGGE), секвенцирањем (утврђивањем редоследа нуклеотида у умноженом фрагменту), ELISA (*Enzyme Linked Immuno Assay*) тестовима или Southern blot хибридизацијом. Присуство гена у изузетно великом броју од милион до милијарду копија олакшава, пре свега, његово откривање, а затим и анализу евентуалних измена његове нуклеотидне структуре (Цикота и сар., 2002).

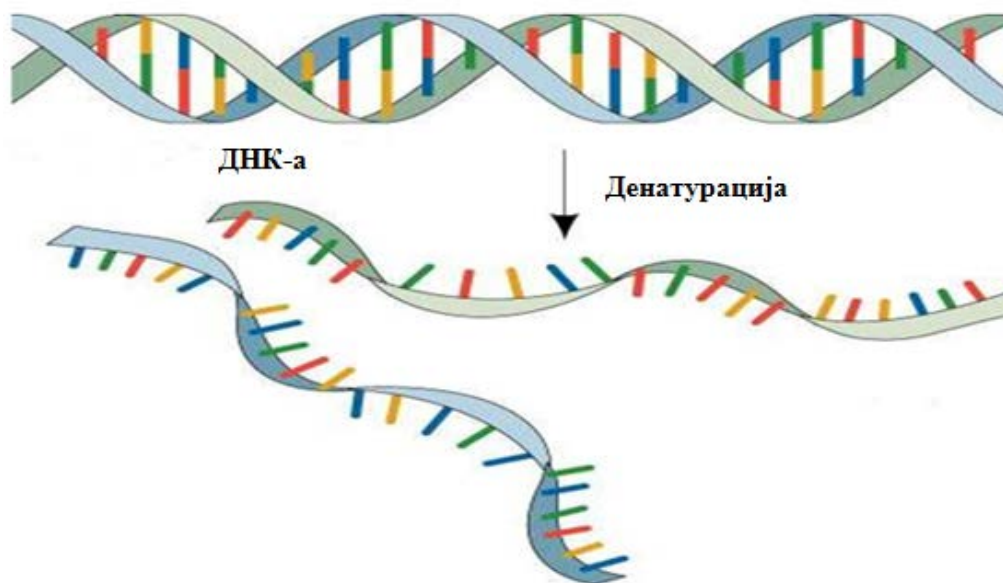
PCR се састоји од три основна корака: (1) денатурације дволанчане ДНК матрице (најчешће на температури од 95°C), (2) хибридизације специфичних олигонуклеотида који се називају прајмери и ДНК матрице, и (3) екстензије прајмера. Екстензија прајмера је катализирана *Taq* или неком другом термостабилном ДНК полимеразом. Три наведена корака чине један циклус PCR-а који се током реакције понавља 20-45 пута при чему се жељени фрагмент ДНК умножи 106-109 пута (слика 1).



Слика 1. Шематски приказ PCR фаза. (1) Денатурација на 94-96°C; (2) Спајање на 68°C; (3) Настављање ланца на 72°C (P=полимераза); (4) Прва фаза је завршена. Два добијена ДНК ланца служе као основ за следећи циклус, на тај начин удвостручују количину ДНК.

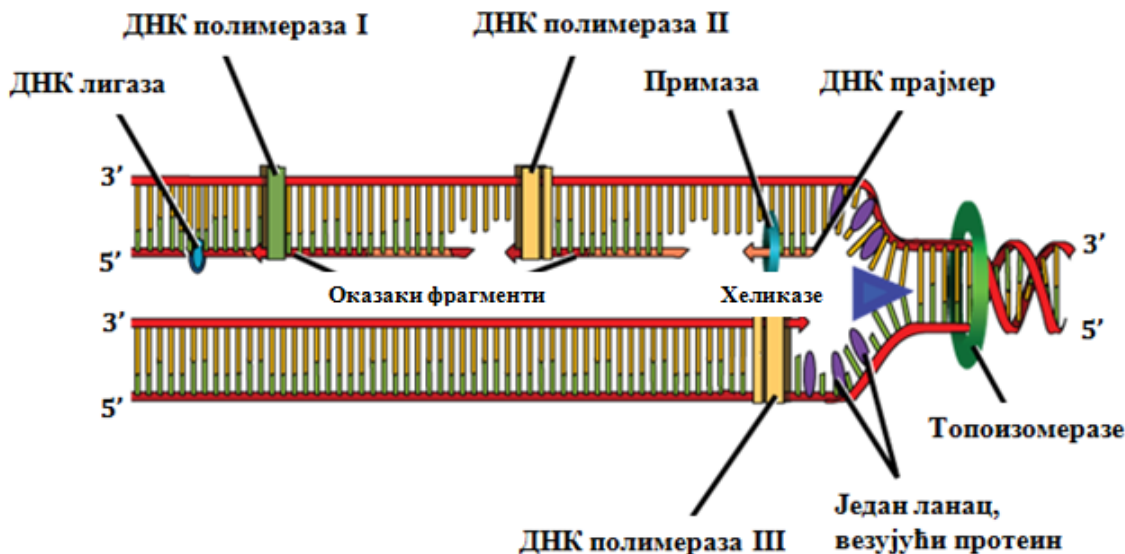
Денатурација ДНК (слика 2) се одвија на повишеној температури изнад 75°C, у времену од 3 до 5 минута, а зависи од: базног састава сегмената ДНК (везе гуанина и цитозина се теже топе од веза аденина и тимина, због већег броја водоничних мостова које граде међу собом), распореда нуклеотида у ланцу, тачности спаривања (сегменти са грешком су термо-нестабилни), дужине ланца и електрохемијских особина раствора у коме се врши репликација (pH, јонизованост раствора, поларност растварача). Такође, дужина денатурације мора бити усклађена са дебљином зида епинздорф епрувете, у којој се реакција одвија, као и према апарату на коме се ради, тј. према температурном профилу који постиже PCR апарат. Треба напоменути да, уколико температура

денатурације није довољно висока или је време денатурације сувише кратко, некомплетно денатурирана ДНК ће брзо ренатурирати при хлађењу, онемогућити приступ прајмерима и тако смањити количину крајњег производа умножавања (Mullis, 1996).



Слика 2. Денатурација дела ДНК-а

Хибридизација прајмера (слика 3) је од кључног значаја за PCR реакцију. Лабораторије углавном набављају готове прајмере, јер је техника проналажења прајмера који би селективно ограничили репликацију врло комплокована. Уколико је потребно умножити део генетског материјала који детерминише синтезу протеина, потребно је знати код за дати протеин и на основу њега одабрати прајмер, или уколико он није познат, на основу протеина реверзном методом, преко иРНК утврдити распоред нуклеотида у испитиваном делу ДНК. У форензици је проблем мањи. У овој области се углавном испитују сателитске ДНК, које могу да покажу разлике и међу врло блиским сродницима. Оне се састоје од много поновљих сегмената подложним мутацијама. С обзиром да немају улогу у детерминацији синтезе протеина, нису се изгубиле у еволуцији као слабе и непостојане, али својом специфичношћу представљају својеврстан „отисак прста“ (Видовић и Ступар, 2010).



Слика 3. Хибридизација прајмера насталих под утицајем РНК-а примазе

За синтезу прајмера од кључног је значаја ензим РНК примазе која повезује рибонуклеозид-трифосфате и ствара кратке РНК ланце. У *in vivo* условима, овај ензим је неопходан, јер само он започиње синтезу новог полинуклеотидног ланца стварајући водоничне везе између наспрамних нуклеотида, док у PCR техници омогућава ограничавање сегмената ДНК за селективно репликовање (Erlich, 1989). Температура хибридизације се креће у опсегу од 42 до 65°C. У принципу се за хибридизацију користи највиша оптимална температура, која би елиминисала све погрешно спарене нуклеотиде (термо нестабилне) из таргетне (циљане) секвенце. За хибридизацију прајмера са матрицом је потребно само неколико секунди, тако да типично време овог корака траје од 20 секунди до једног минута.

Елонгација прајмера, односно уградња нуклеотида на 3' крајеве прајмера, одвија се на 72°C и катализована је ДНК полимеразом. Време трајања елонгације прајмера зависи од дужине и концентрације циљане секвенце, коју желимо да умножимо, као и од температуре на којој се изводи корак елонгације. Просечна брзина уградње нуклеотида катализоване *Taq* полимеразом на 72°C је 35-100 нуклеотида у секунди. Елонгација прајмера најчешће траје између 20 секунди до 2 минута. У PCR техници се најчешће користи *Taq* (термостабилна) ДНК полимераза, која се само једном додаје на

почетку циклирања (Видовић и Ступар, 2010). Понављањем циклуса и до педесетак пута добија се експоненцијална амплификација жељеног сегмента ДНК. Најчешће се након последњег циклуса у PCR реакцији изводи корак у коме се, током 5 до 15 минута, PCR смеша инкубира на температури од 72°C. У овом кораку долази до комплетирања парцијално елонгираних производа, односно до финалне елонгације. Након оптимизације PCR реакције, могуће је овај корак и прескочити, и оставити епенздорф епрувете на собној температури, у трајању од пола сата. По завршеној реакцији епенздорф епрувете са аплификованим узорцима могу бити остављене на 4°C до анализе, уколико их краће чувамо, или на -20°C, уколико их чувамо неколико месеци.

2.2.3. Генетски маркери

У последњих двадесетак година традиционалне методе селекције су се почеле допуњавати генетским анализама животиња које се темеље на откривању гена који утичу на испољеност одређених значајних и пожељних особина или одређивању њихове приближне локације (регије) у геному користећи генетске маркере.

Генетски маркер (GM) је ген или ДНК секвенца са познатим местом на хромозому који може да се користи у сврху идентификације јединки или врста (Ступар и сар., 2012). Генетски маркер може да буде кратка ДНК секвенца која обухвата промене у малом броју нуклеотида (SNP) или дужа, као што су то минисателити. Генетски маркери представљају генетске разлике између појединих организама или врста. Они не представљају циљне гене, али делују као белези и налазе се у непосредној близини циљних гена или су „повезани“ на гене који контролишу та својства, те не утичу на фенотипска својства (Ступар и сар., 2012). Разликују се три типа генетских маркера: морфолошки (видљиви), биохемијски и ДНК молекуларни маркер. Познато је на хиљаде SNP-са за које се зна позиција у геному, а последично и промена нуклеотидне базе. Међутим, за многе SNP-се не зна се да ли узрокују било какве

промене у изражају неких својстава или су можда само у близини неког гена (Шпехар, 2013).

Са употребом генетских маркера у сточарству почело се 1983. године, а у деведесетим годинама је развијена селекција потпомогнута маркерима, односно тзв. MAS селекција (*Marker Assisted Selection*). С обзиром на релативно мали број маркера који су тада били на располагању, упораба MAS методе је била ограничена, али ипак је имала позитиван ефекат у селекцијском раду. На основу ове методе био је одабран и бик На-Но Cubby Manfred који је оставио велики утицај на касније генерације холштајна, како директно тако и преко својих синова. Недостатци MAS методе су у чињеници да користи мали број маркера за одређене особине те продужује трајање саме методе. Код коришћења ове методе битно је усмерити се на одређен број специфичних маркера који имају конкретан утицај на тражене особине.

Приликом употребе маркера, потребно је познавати тачну ДНК секвенцу. Са генетским маркерима може се мерити генетски одговор на селекцију при узгоју животиња. Природна и вештачка селекција воде ка променама у генетској слици ћелије. Присуство различитих алела, као резултат сагрегације генетских параметара је доказ разлике између одабраних и неодабраних животиња (Raya и сар., 2002). Упореба GM отвара нове могућности за контролу генетске манипулације код животиња, тако да се они могу користити при мерењу генетског одговора током селекције (Ступар и сар., 2012).

Геномски одговор на селекцију је промена у фреквенцији алела на специфичном месту у геному као резултат селекције на дату квантитативну особину (Видовић и Лукач, 2010; Видовић и Ступар, 2010). Случајни, анонимни маркери, као што су то микросателити (Lewin и сар., 2000) омогућавају проналажење геномског одговора код великог броја мушких и женских животиња услед распрострањене употребе вештачког осемењавања. Побољшање генетских особина животиња традиционално се обавља вештачким осемењавањем (Togashi и сар, 2011). Животиње са променама које су боље одговарале производним условима су одабиране за даљи приплод. Овај процес је водио ка променама у фреквенцији алела оних гена који су били под присмотром.

Већина економски важних својстава животиња су под контролом већег броја гена и позната су под називом квантитативна или полигена својства. Током 80-тих година прошлог века било је познато да се неки локуси на геному могу користити као маркери за оближње локусе који утичу на квантитативна својства (Tier и сар., 2007). У новије време молекулски маркери се употребљавају при мапирању локуса за квантитативне особине – QTL (*Quantitative Trait Locus*) на комерцијалним животињским фармама чији је главни циљ побољшање ефикасности вештачког одабирања у тзв. селекцији потпомогнута маркерима (MAS), чиме долази до укључивања молекуларних техника са традиционалним методама вештачког одабирања преко MAS-а. Одређени, мањи број производних својстава је моногенски и релативно лако их је лоцирати. На таква моногенска производна својства може се врло ефикасно деловати помоћу MAS методе уградњом одговарајућих генетских маркера. Геномском селекцијом могуће је јефтино генотипизирање јединке независно од старости и пола, те израчунавање оплемењивачких вредности мушке и женске телади већ са старости од неколико недеља (Иванковић, 2012).

Ступар и сар. (2012) наводе да би се ефикасност вештачке селекције говеда знатно побољшала употребом MAS-а, а затим парењем одабраних линија. Да би се ово остварило, потребно је на почетку анализирати генотипове на више стотина маркираних места, као и пратити фенотипске одлике код више стотина па чак и хиљада говеда, са тим што би се број анализираних маркера знатно смањило у наредној генерацији (Lande и Thompson, 1990). Уз доступност густе мапе маркера и одговарајуће цене генотипизације, методи генетске селекције могу да обезбеде бржу добит него што би се очекивало употребом метода селекције заснованих на фенотипу и педигреу. Уз употребу микросателита, тачност селекције се повећава од 0,63 до 0,83 а при употреби SNP маркера, тачност селекције расте од 0,69 до 0,86 (Solberg и сар., 2008). Овај процес је добро средство за одређивање који су интервали ДНК, наслеђени од родитеља, везани за фенотипске разлике између потомака за одговарајућу особину (Тооси и сар., 2010). Када су интервали већ означени уз употребу MAS или RFLP, маркери могу да се употребе за праћење везаних алела код MAS говеда. Повезивање MAS технологије са напредним репродуктивним технологијама требало би да води ка скраћењу

генерацијског интервала, повећању интензитета селекције, као и бржем генетском напредку у оплемењивачком програму говеда. Тако да употреба GM отвара нове могућности за контролу генетске манипулације односно манипулације генима.

Велика су средства уложена у развој индустријске сточарске производње засноване на ДНК технологијама. Мада ДНК маркери обезбеђују напредак у повећању генетске добити као и у новим могућностима маркетинга, њихова употреба не гарантује повратак уложених средстава (Van Eenennaam и сар., 2011). Оплемењивачке стратегије при употреби GM у конвенционалном оплемењивању животиња побуђује огромну пажњу али аналитички извештаји о теоријској ефикасности MAS су ретки (Erlich, 1989; Togashi и сар, 2010).

2.2.4. Молекуларни ДНК маркери

Најчешће употребљавана врста маркера у молекуларној генетици су молекуларни ДНК маркери, који могу открити генетске варијације на нивоу ДНК секвенце. Молекуларни маркери су један од најмоћнијих средстава геномске анализе и пружају могућност повезивања наследних особина са геномским варијацијама (Teneva и сар., 2013).

ДНК маркери су препознатљиво место на хромозому чије се наслеђивање може пратити. Маркери могу бити гени или чешће неки сегмент ДНК непознатог кодирања, али чије се наслеђивање може пратити. Неутрални су, односно нису носиоци гена јер се најчешће налазе на некодирајућој регији ДНК. Неограничени су у броју и за разлику од биохемијских и морфолошких маркера на њих не утичу спољашњи фактори (Collard и сар., 2005).

Варијабилност међу организмима је заправо резултат варијације у ДНК секвенцама и утицаја спољних фактора. Варијације ДНК су мутације које настају заменом појединачних нуклеотида (SNP), уметањем или брисањем ДНК фрагмената различитих дужина (од једног до неколико хиљада нуклеотида), или умножавањем или

инверзијом ДНК фрагмената. Заступљеност молекуларних маркера унутар генома је врло велика.

Јовановац (2013) наводи да је корист од молекуларних маркера вишеструка. Откривање варијација или полиморфизама специфичних регија ДНК молекула које постоје између јединки у популацији може користити за изградњу генетских мапа, што значи да геном животиње може бити познат у великој мери или у потпуности. Процена разлика између маркера у експресији појединих својстава у једној групи јединки могу упућивати на генетску различитост или сличност. Важни су за утврђивање ступња повезаности између локуса квантитативних својстава и маркера, а могу се користити за израду генетских мапа, анализи локуса квантитативних својстава и откривању мајор гена.

Најчешће се као маркери користе генетички полиморфизми, поготово у истраживањима којима је циљ проналажење гена носиоца неког својства или болести. Данас су највећу примену нашли микросателитни белези – STR (*Short Tandem Repeat*) и полиморфизми једног нуклеотида (SNP). SNP маркери представљају једну основну промену у ДНК секвенци краве или бика – секвенци који се састоји од око 3 милијарде парова база распоређених на 30 парова хромозома (Cassell, 2010). Комбинација маркера целог генома је јединствена за сваку јединку и не мења се током њеног живота. Велики број маркера и чињеница да су распоређени дуж целог генома осигурава да се барем један маркер налази у непосредној близини циљног гена. На тај начин, маркери „обележавају“ гене. SNP се може налазити унутар кодирајуће секвенце гена и у некодирајућим регијама. У кодирајућим регијама могу бити директно повезани са функцијом протеина. Будући да су стабилни у погледу наслеђивања, маркери су врло погодни за дугорочну селекцију (Јовановац, 2013). Познато је око 50000 маркера у говеђем геному. Свака јединка има две копије сваког од 50000 маркера.

2.2.5. Полиморфизам појединачних нуклеотида - SNP

Генетски полиморфизам подразумева постојање различитих алела једног истог гена, што често доводи до фенотипске варијабилности, тј. разлика у испољености својства детерминисаног тим геном. На пример, различите мутације у оквиру једног генског алела одговорног за синтезу неког ензима, генетички детерминишу различите молекулске форме тог ензима – алозиме. Због тога је испитивање варијабилности биохемијских карактеристика, погодно за детаљно проучавање полиморфности појединих гена, који преко одговарајућих протеина који улазе у састав ензима, контролишу специфичне метаболичке процесе у организму.

Полиморфизам нуклеотида (SNP) представља најзанимљивији приступ у генотипизацији. Често се називају и „снип“. Када се на једном месту у геному или унутар пара хромозома једне јединке налазе два различита нуклеотида, тада се заправо ради о њиховом полиморфизму. Примера ради, два секвенционирана ДНК фрагмента из различитих јединки, ТТЦГАССГАТ и ТТЦГАСААТ садрже разлику у једном нуклеотиду. У овом случају ради се о два различита алела, у једном је гуанин, а у другом аденин. ДНК секвенционирање омогућава откривање полиморфизма једног нуклеотида односно варијација секвенци ДНК.

Хромозомски полиморфизам подразумева постојање разлика у структури и броју хромозома. Промене у структури хромозома, које доводе до стварања група гена, који имају одређени адаптивни значај су од изванредне важности за схватање еволуционих процеса који се одигравају у популацијама. До таквих структурних промена могу да доведу инверзије и транслокације. Оба ова типа хромозомских промена спречавају дешавање crossing overa у групама гена који су њима захваћени и “понашају” се у популацијама као јединствене целине, раздвајају се и комбинују као један “суперген”.

SNP се може налазити унутар кодирајуће секвенце гена и у некодирајућим регијама. У кодирајућим регијама могу бити директно повезани са функцијом протеина, а будући да су стабилни у погледу наслеђивања, врло су погодни маркери за дугорочну селекцију. То су биалелни маркери и указују на специфичне полиморфизме у само два алела унутар популације (Јовановац, 2013). Као биалелни маркери, садрже прилично

мали број информација, али сталним развојем молекуларне технологије, долази до повећања аутоматизације и смањења трошкова SNP типизирања. Већина SNP-ова налази се у некодирајућим регијама и немају директни утицај на фенотип јединке.

2.2.6. Идентификација локуса квантитативних својства - QTL

Мапирање локуса на хромозомима односи се на идентификацију локуса квантитативних својстава (QTL), а темељи се на локализацији свих маркера те протеин-кодирајућих маркера. Откривање има велики значај у повећању ефикасности одгајивања и селекције животиња, а посебно за својства са ниском херитабилношћу или за полно везана својства. Посебно је важно што омогућава идентификацију гена који узрокују или су пак носиоци предиспозиције за неке болести.

Геномска селекција се темељи на истовременом избору много хиљада једнонуклеотидних полиморфизама који густо покривају цели геном, те на искориштавању неравнотеже везаности гена или LD-у (*Linkage Disequilibrium*) између SNP-а и QTL-а (Вегу и сар., 2011). Неравнотежа везаности гена је претпоставка да су ефекти хромозомских сегмената исти у целој популацији, јер су маркери у LD-у са QTL-ом. Стога, густоћа маркера мора бити довољно велика како би осигурала да су сви QTL-ови у LD -у са маркером или хаплотиповима маркера.

Геномска селекција се спроводи у два корака: процена ефикасности хромозомских сегмената у референтној популацији и предвиђање GOV за јединке које нису у референтној популацији. За откривање QTL-а користе се два приступа, а то су анализа кандидатних гена (*CGA - The Candidate Gene Approach*) и мапирања QTL-а.

Анализа кандидатних гена претпоставља да ген који учествује у физиологији одређеног својства мутацијом узрокује варијацију тог својства. Ген или делови гена су секвенционирани код бројних јединки и све могуће варијације у ДНК секвенци успоређују се са варијацијама фенотипских својстава. Hayes (2007) наводи да постоје

два проблема у овом приступу. Прво, мора бити секвенциониран велики број гена који утичу на посматрано својство на великом броју јединки. Друго, мутација се може догодити на гену који није сматран очитим кандидатом за посматрано својство.

2.2.7. Геномска оплемењивачка вредност - GOV

Захваљујући примени геномске селекције, данас се одлуке у селекцији све више доносе на основу геномски процењене оплемењивачке вредности (GOV). Ова метода селекције посебно је важна у говедарству, где се селекција животиња за приплод темељи на GOV. То значи да се оплемењивачка вредност процењује на основу збира ефеката мноштва генетских маркера дуж целог генома обухватајући све локусе квантитативних својстава који доприносе варијабилности својстава (Hayes и сар., 2007). Patry и Ducrocq (2011) наводе како ће даљи развој геномске селекције и повећање доступности генотипова, довести до повећања поузданости GOV.

GOV се може израчунати за оба пола у раној фази живота, а тиме и геномска селекција може повећати профитабилност и убрзати генетску добит у одгоју млечних говеда смањењем генерацијског интервала и трошкова доказаних бикова. То доводи до реструктурирања шеме одгоја млечних говеда, од којих се многе још увек ослањају на прогено тестирање очева и на евидентирању стотине хиљада и често милиона крва. Највећа предност геномске селекције је њен потенцијал за процену GOV са високом точношћу током неколико генерација без поновног фенотипизирања, што резултира нижим трошковима и краћим генерацијским интервалима. Херитабилност и густоћа маркера имају велики утицај на поузданост GOV. Кад је референтна популација састављена само из једне популације поузданост GOV у другој популацији је знатно мања него у референтној. Када се релативно мали број јединки друге популације дода референтној, поузданост у другој популацији се знатно повећа без обзира на херитабилност својства и густоћу маркера. Предност комбиновања више популација у једну референтну популацију је највећа када се споменуте популације разилазе за само

неколико генерација, те када је густоћа маркера велика, а херитабилност ниска (de Ross и сар., 2009).

Кључно питање код одређивања GOV је процена ефекта појединих SNP алела на тражена својства. SNP ефекти процењују се коришћењем референтне популације која се састоји од најмање 1000 бикова који имају тачно одређене оплемењивачке вредности (на темељу података од својих кћерки) и за које је познато свих 50000 маркера. Одређују се ефекти сваког маркера на одређено својство, успоређују се са просеком, а потом се збрајају за сваку јединку, те се на тај начин добије индекс геномске селекције или тзв. GS индекс (Veerkamp и Calus, 2009).

Фенотипске информације могу бити добијене из фенотипских перформанси самих јединки, из референтне популације, али и из оплемењивачке вредности. Повезивањем генотипских и фенотипских информација добијају се процена за сваки SNP. Након тога следи генотипизирање младих јединки за одабир кандидата чије су GOV добијене сабирањем свих релевантних SNP ефеката.

За избор јединки које ће бити укључене у референтну популацију постоји неколико приступа. Најизраженији приступ користи доказане бикове који имају поуздану оплемењивачку вредност из које се могу добити поуздани нерегресијски докази. Овај приступ је очигледан избор када је добијање поузданих фенотипова дуготрајно и скупо у поређењу са трошковима генотипизирања. Осим тога, млади кандидати за одабир могу бити блиски сродници (као потомство) фенотипизираних животиња у референтној популацији што повећава поузданост OV. Када се животиње за одабир референтне популације требају генотипизирати и фенотипизирати, а трошкови фенотипизирања су ниски у поређењу са генотипизацијским трошковима, трошак обликовања референтне популације може се оптимизирати. Оптимална референтна популација треба обухватити целу палету фенотипова и генотипова како би се омогућила што већа поузданост процене преко тих распона. Међутим, то није могуће у пракси, тако да референтна популација треба бити пројектована тако да одражава што већи низ распона фенотипова и генотипова (Calus, 2009).

Meuwissen и сар. (2001) наводе како употреба молекуларних маркера за процену генетске способности осигурава бржу генетску добит у поређењу са само

традиционалним одабиром. Међутим, према Jandi (2011) оплемењивачка вредност бикова који су конвенционално тестирани преко потомака више су од 75%, што је већа поузданост у односу на поузданост GOV младих бикова.

Према Habieru и сар. (2007) предвиђање GOV је поузданије када младе јединке воде порекло од јединки из референтне популације, те је оптимална стратегија за одабир референтне популације та да јединке за израду референтне популације буду генетски уско повезане са младим јединкама - кандидатима. Тачност процене ове оплемењивачке вредности зависи од величине референтне популације потребне за постављање једначине процене, херитабилности својства и сродности између кандидата за селекцију и референтне популације (Scheffers и Weigel, 2012).

Један од проблема код геномске селекције је тај што је још увек мали број животиња које су генотипизирани, па је велики проблем комбиновати геномске и негеномске (конвенционално тестирање) податке свих јединки, без обзира да ли су генотипизирани или не. Осим тога, неке јединке имају и оплемењивачку вредност и GOV, неке само оплемењивачку вредност што ствара пометњу како сточарима тако и центрима за репродукцију при одабиру најприкладније јединке. Ипак, пожељно је користити све доступне информације: геномске, фенотипске или порекло за процену адитивне генетске вредности било које јединке (Pattu и Ducrocq, 2011).

Генотипизирањем младих јединки добију се поузданије генетске оцене него што је раније било могуће са родитељским просеком. На тај начин се пуно боље међусобно рангирају младе јединке (Sullivan, 2009). Узгајивачи, на светском нивоу, могу одабрати најбољу јединку, уколико су националне процене својства упоредиве са својствима на светском нивоу. Фенотипови се прикупљају и оцењују самостално у свакој земљи, што резултира добијањем POV. Подаци се размењују и комбинују преко Interbull-a (Међународна организација која је одговорна за међународно генетско вредновање бикова). За сада, међународно оцењивање не укључује младе бикове и јунице, иако би то било потребно јер би се на тај начин повећала поузданост GOV и напредак селекције. Један од главних изазова геномске селекције је тај што је број маркера често много већи од броја расположивих фенотипова за процену њихових ефеката (Habier и сар., 2009).

У примени су различити статистички модели за израчунавање поузданости GOV: регресија главних компоненти, степенаста регресијска анализа, метода делимичних најмањих квадрата и Bayesova метода. Meuwissen и сар. (2001) и Habier и сар. (2009) су извели симулације у којима су упоређивали наведене статистичке методе, те су утврдили да је Bayesova метода најпузданија.

Meuwissen и сар. (2001) показали су да је са мапом маркера високе густоће која покрива све хромозоме могуће тачно проценити оплемењивачку вредност јединке без претходних података о њиховом фенотипу или блиском сроднику. Маркерима високе густоће могу се пратити локуси одговорни за генетске разлике, док се коришћењем маркера ниске густоће повећава број генотипизираних јединки. Такође, сматрају да ће маркери мале густоће заменити микросателите у провери порекла јединки.

SNP високе густоће генотипизирају се сви селекцијски кандидати сваке генерације, међутим, трошкови поступка су знатни. Могу се користити мањи панели са SNP који су у вези са посматраним фенотипом, али то захтева посебни SNP за свако својство и за сваку популацију. Као алтернатива, предлаже се употреба панела SNP ниске густоће равномерно распоређених преко генома за одређивање GOV селекцијских кандидата са пореклом. Принцип овог приступа је користити информације из SNP - ниске густоће, те пратити ефекте SNP алела високе густоће унутар фамилија (Habier и сар., 2009).

Геномски тестови утичу на генетску процену било којег бика на којем је извршено тестирање, док је утицај на оцену и тачност највећа за младе бикове који немају податке прогеног тестирања. Тестови се могу спроводити већ приликом телења животиње, или чак и раније уколико се може узети узорак. Предност примене геномске претраге је знатно поузданија генетска процена младих млечних бикова у поређењу са претходно примењиваним проценама генетске вредности које су се темељиле на просечним доказима о родитељима.

Највећа тачност геномске процене постигнута је у холштајн популацијама говеда. Наиме, стварању основе за развој једначина за предвиђање допринео је велики број старих бикова на којима су рађене геномске претраге и њихово многобројно потомство. Задовољавајући резултати постигнути су и код раса церзеј и смеђег говечета

(Cassell, 2010). Геномске процене повећавају поузданост селекције без обзира на старост бика. За бикове са првом генерацијом потомака, геномске процене повећавају поузданост за око 3%. Сличне SNP секвенце између родитеља и потомака могу бити корисне за процену генетске вредности младих јединки које још нису довољно старе да би имале сопствено потомство. Предност геномског скенирања је у томе што се спроводи на врло младим јединкама – пре њихове употребе у приплоду, те без резултата прогеног тестирања. Геномским скенирањем одређују се разлике у SNP између појединачних јединки. Тест се изводи пажљиво пројектованим чиповима који изгледају као микроскопска стакалца чија је сврха открити врло мале комадиће ДНК из узорака ткива, крви или семена јединке (Weigel, 2010). Генетско побољшање ће се готово удвостручити уколико се уз постојеће методе генетског вредновања користе и SNP информације.

Генотипизација SNP маркера је аутоматизирана и ефикасна за разлику од генотипизације микросателита која захтева интензивни рад (један по један). Једном, када велики број мање или више равномерно распоређених генетских маркера (барем 30000) постане доступан за поједину јединку, биће могуће проценити њену оплемењивачку вредност на основу везе између генотипа и приноса млека, броја соматских ћелија, процента концепције кћерки и других важних својстава. Та повезаност се процјењује на основу података о прецима, нарочито прогено тестираних бикова који су заступљени у педигреу индивидуе.

У прошлости, све што се знало о генетском потенцијалу младе индивидуе био је просек родитеља, што је просечна предвиђена генетска вредност њихових родитеља, а није било начина за утврђивање да ли је индивидуа наследила боље или лошије гене од просека узорка гена од својих родитеља (Weigel, 2010). Наиме, теле наслеђује пола гена од оца, пола од мајке, али увек у различитој комбинацији. То чини сваког потомка јединственим, а како би се сазнало које је тачно гене теле наследило од којег родитеља користило се прогено тестирање. У будућности, успешност прогеног тестирања ће се значајно повећати јер ће унапред бити познато да ли је млади бик наследио повољан узорак гена својих родитеља и пре почетка његове употребе у приплоду. Резултати ДНК

тестирања родитеља значајно утичу на смањење грешака при идентификацији кћери, што је такође једна од предности у односу на традиционалне методе.

Геномска информација ће имати највећи утицај на селекцију младих бикова који још немају потомство, док ће најмање утицати на бикове који већ имају прворођене прогено тестиране кћери. Генотипизирањем се могу разликовати браћа која имају исти родитељски просек (Weigel, 2010). Поузданост тих процена може бити и до 75 % за одређено својство што одговара поузданости процене семена двогодишњег бика (Wiggans и сар., 2011).

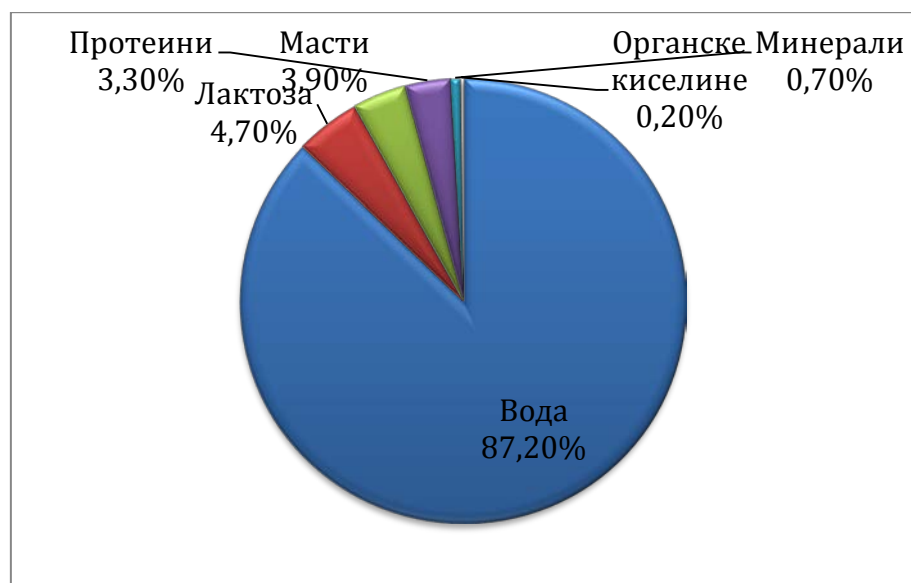
Најзначајнији допринос генотипизирања тако младих јединки је значајно смањење генерацијског интервала. У млечном говедарству геномска селекција омогућава одгајивачима идентификацију генетски супериорних животиња у много ранијој старости. Односно, ДНК тестиране јединке могу добити тачне GOV пре него што достигну полну зрелост. На жалост, трошкови ДНК тестирања за сваку индивидуу су доста високи. Из тог разлога, ДНК тестирање се не спроводи на свим индивидуама у популацији већ само на потенцијалним младим очевима (биковима), те на теладама и кравама за које се сматра да ће допринети одгајивачком програму. Већина младих бикова ће бити излучена из одгоја управо на основу резултата ДНК тестирања што ипак смањује трошкове јер се на овај начин смањује број младих бикова који се прогено тестирају (Rogers и сар., 2008). Индекс геномске селекције младих бикова треба имати поузданост која се може упоредити са индексом прогеног тестирања, али још увек није постигнут исти ниво поузданости.

Поузданост GS индекса ће се повећати са повећањем референтне популације. Одгајивачи користе GS индексе као прелиминарну селекцију за младе бикове. Из великог броја мушке телади они на овај начин могу изабрати групу потенцијалних бикова који ће се користити као млади очеви. Истовремено, они најбољи (унутар 10%) се могу користити као очеви следеће генерације. Смањењем броја младих бикова, смањује се трошак одгоја. Поред већег генетског напретка, геномска селекција омогућава и бољу контролу порекла и спречавање узгоја у сродству, а највећа предност геномске селекције је у побољшању својстава са ниском херитабилношћу као што су плодност, дуговечност, лакоћа телења и плодност. У поређењу са класичним прогеним

тестом, поузданост геномског теста је мања за производне и екстеријерне особине, али је већа за лакоћу телења, плодност кћерки и посебно дуговечност.

2.3. Протеини млека

У погледу састава, млеко предстваља веома разноврсну течност која служи за исхрану новорођенчади и њихов развој. Састоји се од великог броја супстанци чију основу чине вода, лактоза, масти, протеини, минерали и органске киселине, заједно са бројним мањим једињењима као што су витамини, хормони, ензими и разна антитела (Bylund, 2003; Fox, 2009). Најзаступљенија врста животиња која се музе и чије млеко служи за исхрану људи су говеда, које се налазе на свим континетнима и у скоро свакој земљи (Bylund, 2003).



Слика 4. Основни састав крављег млека (Frederiksen и сар., 2011)

Протеин млека представља сложену групу пептида са преко 200 утврђених различитих молекула (Ng-Kwai-Hang, 2002). Кравље млеко у просеку садржи око 3,5%

протеина што чини око 28% суве материје, што нам говори да је млеко намирница богата протеинима. Протеини се налазе у млеку у облику мицеле, глобуларног облика. Приближно 80% протеина чини казеин који се у млеку налази у облику мицела, док преосталих 20% чине неказеинске фракције протеина млека односно протеине сурутке, који су биолошки највреднији протеини и подељени су на лактоалбумине, лактоглобулине и протеазе-пептоне. Ова подела је заснована на основу понашања протеина млека при киселинском степену од рН 4,6.

Сваки од ових поменутих протеина млека има најмање по два генетска облика. Генетски облици протеина млека разликују се један од другог по једном или више аминокиселинских остатака у полипептидном ланцу који настају услед деловања различитих облика мутација у геному који их кодира. Постоји неколико метода за генотипизацију полиморфних протеина млека, од којих се најчешће примењује PCR - RFLP тест, где се алели одређеног гена идентификују на основу њихових рестрикционих фрагмената.

2.3.1. Казеин

Назив казеин потиче од латинске речи *caseus* што значи сир, јер је он супстанца чијим се згрушавањем омогућава производња сира и представља основни протеин у њему. Казеин је најважнији протеин млека не само зато што га највише има већ и због његових технолошких особина. Многе технологије млека засноване су на основним особинама казеина као што су технологија сира, технологија млечно-киселих производа итд. (Мађеј и сар., 2007).

Казеини млека чине основу приликом прављења сира, будући да формирају мрежу гела која веже остале састојке сира. 80% протеина чине казеини који имају изоелектричну тачку киселости рН 4,6. До сада су идентификована 4 облика казеина, и то: α S1-казеин, α S2-казеин; β -казеин и κ -казеин приближног односа 4:1:4:1 (Ng-Kwai-Hang, 2002).

Поларни и неполарни крајеви пептидних ланаца казеина су неједнако распоређени што им даје амфифилну структуру. Њихов пролински и фосфатни садржај представља основу за могућност казеина да ствара мицеле. Садржај калцијума који се иначе налази у млеку изазива таложење α S1-казеина, α S2-казеина; β -казеина који су осетљиви на калцијум с обзиром да се везују за фосфосеринске остатке протеина. Генетски облици к-казеина имају веома доминантну улогу у формирању структуре и стабилизацији казеинске мицеле, те на технолошка својства и производњу сира (Farrell и сар., 2006). У крављем млеку, к-казеин је протеин који је неактиван са калцијумом, с обзиром да садржи само једну фосфосерилну групу која инхибира таложење преостала три облика казеина. Неки облици протеина млека су потенцијални алергени с обзиром да се у хуманом млеку не налазе (EFSA, 2004; Crittenden и Bennett, 2005). Капа казеин се може наћи у неколико гликосилираних облика са угљениковим крајем који садржи различит број О-гликозидних остатака (Farrell и сар., 2004).

Око 95% казеина у млеку се налази у колоидним структурама (Farrell и сар., 2006), те постоји и неколико теорија о структурама казеинских мицела. Иако не постоји јединствено прихваћен модел, утврђене су неке опште особине које су прихваћене, а то су да се делови хидрофобног казеина који дају стабилизацију к-казеину налазе близу површине мицеле. Затим, да хидрофилни и негативно наелектрисани крајеви угљеника више из мицеле, који су отворени и порозни, те да се формира тзв. длакави слој који електростатички одбија и спречава било какву агрегацију и флокулацију мицела, тј. окупљања дестабилизираних или коагулираних честица како би се створиле веће флокуле (Walstra, 1999). Стабилност мицела се може одржати хидрофобним привлачењем електростатичких репулсија (Farrell и сар., 2006). Будући да мицеле имају само један фосфосерински остатак, раст им је ограничен к-казеином као последњом јединицом која постаје део површинске структуре мицеле (Horne, 1998). Функција стабилизатора к-казеина и његова улога у расту мицела чине овај протеин кључним у одређивању величине мицеле (Risso и сар., 2007) као и других функционалних особина.

2.3.2. Лактоглобулин

Протеини сурутке су по својој грађи полипептиди високе молекулске масе. Основне протеинске фракције које чине протеине сурутке су: β -лактоглобулин (60%), α -лактоалбумин (22%), говеђи серум албумин (5,5%) и имуноглобулини (9,1%) (Evans и Gordon, 1980; de Wit, 1981; de Wit и Klarenbeek, 1984; Kinsella и Whitehead, 1989). Као што се може видети, највећу фракцију протеина сурутке код преживара чини β -лактоглобулин, а његова функционалност углавном одражава функционалност сурутких протеина. β -лактоглобулин припада липокалинској групи протеина, који је замотан тако да је 8 антипаралелних β -набраних плоча формирано око централне шупљине, хеликса.

Ген код говеда за β -лактоглобулин се налази на 11 хромозому (Hayes и Petit, 1993б), енкодираном за један полипептидни ланац од 18 угљеникових атома сачињеног од 162 аминокиселине молекуларне масе 18300 g/mol, те је рН = 5,1 (Tanford и сар., 1959; Qin и сар., 1998).

Његова физиолошка функција је веома важна. Резултати неких истраживања указују на његову улогу у метаболизму фосфата млечне жлезде (Hill и сар., 1997). Бета лактоглобулин такође има улогу код транспорта ретинола и масних киселина у цревима због своје отпорности на варење у желудцу *in vivo* и тако остаје нетакнут након проласка кроз дигестивни тракт (Yvon и сар., 1984). Учествује у хидрофобном транспорту, везивању и усвајању лиганда (јона који се везују за централни атом метала и формира координациони комплекс), регулацији ензима и стицању неонаталног пасивног имунитета (Kontopidis и сар., 2004).

Већина протеина сурутке су лоптасте структуре са формираним секундарним и терцијарним структурама, који су за разлику од казеина осетљиви на топлоту и долази до денатурације већ изнад 60°C. Реактивна тиолна група β -лактоглобулина је изложена топлотној денатурацији чиме се стварају промене дисулфид-тиолне форме са другим молекулима β -лактоглобулина и κ -казеина (Farrell и сар., 2004). Алфа лактоалбумин је

веома значајан при биосинтези лактозе као подкомпонента у синтези комплекса лактозе (Ng-Kwai-Hang, 2002), где се α -лактоалбумин и β -лактоглобулин синтетишу у млечној жлезди, док крвни серум албумина и имуноглобулина представљају компоненте крвног серума.

2.3.3. Трансферин

Трансферин је протеин млека који је заступљен у мањим кличинама и који служи за пренос јона гвожђа. Представља биоактивни гликопротеин који поред млека може да се нађе и у другим екскретима као што су сузе и пљувачка (Chaneton и сар., 2008; Малетић и сар., 2013). Трансферин се не синтетише у вимену крава, већ прелази у млеко из крви путем трансцитозе (Harmon, 1980; Coneelly, 2001). За разлику од млека глодара и кунића, у млеку крава је концентрација трансферина веома ниска и износи око 1 mg/ml у колоструму, 0,02-0,04 mg/ml у млеку, 4-5 mg/ml у крвном серуму (Sanchez, 1988).

Трансферин је грађен од једног полипептидног ланца који се састоји од 679 аминокиселина и има две азотне везане гликанске структуре на аспарагинима 413 и 611. Његове гликанске структуре могу бити биантенарне или триантенарне и свака се завршава сијалинском киселином. У нормалном серуму 85% трансферина је гликозилирано са две једноставне биантенарне структуре које се завршавају α -2,6 везаним сијалинским киселинама. Осталих 15% је пентасијалинизирано или трисијалинизирано, док је удео мање сијалинизираног трансферина занемарљив (de Jong и сар., 1988).

Главна функција трансферина, као и његовог деривате лактоферина је да учествује у превенцији упалних процеса вимена, нарочито у време инволуције утеруса након партуса (Legrand и сар., 2004; Adlerova и сар., 2009). Електрофоретски и имунохемијски идентичан је трансферину крвног серума (Мађеј и сар., 2007). Има јако добро изражен полиморфизам, тако да се детектује са некило протеинских трака.

2.4. Генетски полиморфизам протеина млека

Генетски полиморфизам протеина млека из рода *Bos* изазива веома велико интересовање за његово проучавање од стране многих научника, које је углавном повезано за њихову еволуцију, структуру популације, узгој и оплемењивање. Током последњих година, сва истраживања су фокусирана на утицај генетских облика главних протеина млека на квантитативне и квалитативне особине млека, као и на његове технолошке особине (Erhard, 1996; Di Stasio и Mariani, 2000; Martin и сар., 2002).

Генетски полиморфизам није пронађен код свих млечних протеина (Farrell и сар., 2004). Већина истраживања су фокусирана на утврђивање облика κ -казеина из групе казеина и β -лактоглобулина, јер управо ови протеини имају велики утицај на производне особине крава и састав млека. Међутим, гени за α_{S2} -казеин и α -лактоалбумин се налазе у мономорфном облику, тако да имају само један облик код свих западних млечних раса говеда, док су код локуса за α_{S2} -казеин установљене мање варијације (Farrell и сар., 2004).

Замена појединачних нуклеотида у кодирајућој секвенци гена може да доведе до промене редоследа аминокиселина у ланцу и тиме утиче на физичко-хемијске особине полиморфизма протеина. Међутим, замена редоследа аминокиселина се такође може десити у промотор регионима што доводи до промена у експресији протеина (Buchberger и Dovč, 2000).

Развојем молекуларних технологија, данас идентификација облика алела и генотипова не представља велики проблем. Сваки од испитиваних гена је приказан у најмање два облика који су генетски одређени аутозомалним и кододоминантним алелима. Одсуство генетске доминације је корисно с обзиром да хомозиготне индивиде (AA, aa) дају један облик за сваки протеин у електрофореграму, док хетерозиготне индивиде (Aa) дају два облика. Стога, процена фреквенције гена једне популације не представља велики проблем. Облици гена могу бити утврђени помоћу обе протеинске електрофорезе, изоелектричног фокусирања као и анализе ДНК. На ДНК нивоу

полиморфизам се своди на основу једне нуклеотидне замене или рекомбинацијом ДНК. Разлике између генотипова могу бити идентификоване помоћу специфичних рестрикција ензима а одређени алели могу бити идентификовани на електрофорезном гелу различите дужине. Геномска ДНК која кодира протеин κ -казеина је око 13 кб и до сада је идентификовано 14 генетских облика овог гена (A, A¹, B, B², C, D, E, F¹, F², G¹, G², H, I, J) (Caroli и сар., 2009). Њихове нуклеотидне карактеристике и аминокиселинске супституције су приказане у табели 2.

Полиморфизам β -лактоглобулина је откривен 1955 године (Aschaffenburg и Drewry, 1955), а Caroli и сар. (2009) су до сада идентификовали 11 генетских варијанти β -лактоглобулина код рода *Bos* (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, W) који су приказани у табели 3, од којих су данас најзаступљенији алели A, B, C, D и E, а алели A и B су најчешћи (Oneg и Elmaci, 2006; Gurcan, 2011; Иванковић и сар., 2011; Лукач и сар., 2013; Sitkowska и сар., 2013; Видовић и сар., 2014; Доксо и сар., 2014).

Полиморфни облик алела A β -лактоглобулина специфичан је по аминокиселинама Asp и Val на позицијима 64 и 118, док је облику B алела β -лактоглобулина на истим позицијама својствен Gly и Ala (Eigel и сар., 1984). Алел E је такође један од честих алела β -лактоглобулина код рода *Bos*, међутим, није специфичан за *Bos taurus*, али се јавља код *Bos grunniens* и *Bos javanicus* (Hristov и сар., 2012). Ген за лактоглобулин код говеда је мапиран на 11 хромозому (Hayes и Petit, 1993), и геномска ДНК која кодира овај протеин је мала и износи 4 кб. Бета лактоглобулин је главни протеин сурутке код преживара и присутан је у млеку многих других врста.

Генетски полиморфизам трансферина одређује 6 аутосомних алела који у комбинацији дају 21 различит генотип и фенотип. Степен доминације алела иде у следећем правцу: G>A >B>D>F>E. Трансферин је веома полиморфан код говеда, где је откривено 10 алелских варијанти, од којих су најчешћи A, D1, D2 и E алел (Zhang и сар., 2010; Sanz и сар., 2010).

Табела 2. Положај генетских варијанти к-казеина и већине протеина из рода *Bos* (Caroli и сар., 2009).

Ген Протени	Облици к-казеина													
	A	A ¹	B	B ²	C	D	E	F ¹	F ²	G ¹	G ²	H	I	J
12690 10	CG C Arg								CA C His					
12940 93	AC T Thr			AC C Thr										
12950 97	CG T Arg									TG T Cys				
12951 97	CG T Arg				CA T His	CA T His								
12971 104	TC A Ser												GC A Ala	
13065 135	AC C Thr									AT C Ile		AT C Ile		
13068 136	AC C Thr		AT C Ile	AT C Ile	AT C Ile									AT C Ile
13096 145	AC T Thr							AC G						
13104 148	GA T Asp		GC T Ala	GC T Ala	GC T Ala			GT T Val			GC T Ala			GC T Ala
13111 150	CC A Pro	CC G												
13119 153	AT T Ile			AC T Thr										
13124 555	AG C Ser							GG C Gly						? Arg
13162 167	AC T Thr			AC C							AC C			
13165 168	GC A Ala		GC G	GC G	GC G	?					GC G			

болд-мутације. F¹ = F Sulimova и сар. (1992); F² = F Prinzenberg и сар. (1996), Gen Bank no. AF123250; G¹=G Erhardt (1996), Prinzenberg и сар. (1996), GenBank no. AF123251; G²= G Sulimova и сар. (1996); D = GenBank No. AJ619772. ? = информација није доступна

Због значајаног степена плиморфизма и различитих биолошких функција трансферина, може да се користи као генетски маркер за репродуктивне и производне особине код говеда (Ju и сар., 2011). Још давне 1967. године, White и сар. (1967) су установили да краве ДД генотипа производе знатно више млека али са мањим процентом млечне масти од крава АА генотипа. Код крава са дијагностификованим маститисом, концентрација трансферина у млеку је већа него код здравих крава, што указује на постојање везе између гена трансферина и маститиса код музних крава (Кміс, 1998). У току маститиса, његова концентрација у млеку се повећава, пратећи пораст албумина и достиже 1 mg/ml код маститиса изазваног са *E. coli* (Reinard, 1983). Трансферин може да допринесе стварању урођеног имунитета домаћина против бактеријских и гљивичних патогена (Chaneton и сар., 2008), и може да спречи појаву бактеријских адхезија (Ardehali и сар., 2003).

Табела 3. Положај генетских варијанти β-лактоглобулина и већине протеина из рода *Bos* (Caroli и сар., 2009).

Ген Протеин	Облици β-лактоглобулина											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	W	
3065 45	GAG Glu			CAG Gly								
3080 50	CCT Pro					TCT Ser						
3098 56	ATC Ile											CTC Leu
3109 59	CAG Gln		CAT His									
3982 63	AAC Asn	AAT			?	?	?	?	?	?	?	?
3984 64	GGT Gly	GAT Asp						GAT Asp				
4003 70	AAG Lys							AA? Asn				
4027 78	ATC Ile						ATG Met					
5174 88	AAT Asn	AAC	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
5233 108	GAG Glu								GGG Gly			

5263 118	GCC Ala	GTC Val						GTC Val			
5962 126	CCG Pro									CTG Leu	
5970 129	GAC Asp					TAC Tyr					
6280 158	GAG Glu				GGG Gly	GGG Gly	GGG Gly				

болд – мутације; ? = информација није доступна

2.4.1. Полиморфизам протеина млека у селекцији и оплемењивању

говеда

Основни циљеви код узгоја млечних крава су да се на што економичнији и профитабилнији начин унапреди производња млека кроз количину и квалитет. Један од основних начина да би се постигли овакви циљеви је генетско унапређење млечних крава правилном селекцијом и узгојем пожељних генотипова у популацији (Hristov и сар., 2012). Селекција млечних крава и бикова се углавном заснива на квантитативним особина као што су принос млека, количина млечне масти и протеина, за које се зна да су под контролом мултиплих локуса. Генетско унапређење квантитативних особина је релативно споро, из разлога што се производне особине могу мерити само на једном полу, на њих утиче већи број гена, тзв. минор гена - гена са slabим појединачним ефектом, и фактори спољне средине, који имају веома важан утицај на њихову експресију. Ове чињенице несумњиво смањују тачност генетске процене бикова и крава. Поред тога, производне особине могу да се мере само код одраслих животиња, чиме се повећава генерацијски интервал и смањење годишњи генетски напредак.

Предвиђање будућих перформанси фармских животиња је основни задатак у оплемењивању животиња и добијање животиња са супериорним особинама, где се на основу фенотипа животиња, требају изабрати оне које ће убрзати генетски напредак. Употреба полиморфних гена као генетских молекуларних маркера је обећавајућа замена тренутним методама селекције, када се докаже да су ови гени повезани са особинама које нас интересују код фармских животиња. Из тог разлога, проучавања полиморфизма протеинских система су све више усмерена ка томе да се успоставе везе између гена

који контролишу полиморфизам појединих протеина ради контроле полигенских особина које се односе на производне особине домаћих животиња. Утврђивање таквих веза, има велики економски значај са аспекта селекције, где се на тај начин може повећати продуктивност у сточарству. Стално праћење генетских облика протеина млека у популацији крава је веома битно у циљу повећања учесталост или фреквенција оних генетских облика који имају најповољнији ефекат на производне особине и да се користе у селекцији и оплемењивању крава помоћу MAS селекције.

Видовић и сар., (2013) и Лукач и сар. (2014) у својим истраживањима о полиморфизму протеина закључују да генетске варијанте протеина млека могу бити један од критеријума селекције за унапређење производње млека и млечних особина. Примена генетских маркера у млечном говедарству је нова метода у селекцији крава, која има практични значај за одгајиваче, јавни и приватни сектор. MAS је поуздан и економски ефикасан начин за повећање фармске производње. Предности тог приступа су директно повезане са генетским унапређењем популације говеда, повећањем квалитета и количине производње, смањење губитака производње и побољшање конкурентности производње млека.

Према Jonathanu и сар. (2012), геномска селекција пружа многе предности у погледу побољшања стопе генетичке добити у одгајивачким програмима млечног говедарства. Најважнији фактори који доприносе бржој генетској добити су повећање генетске тачности и прецизности код младих животиња, краћи генерацијски интервал коришћењем младих генетски супериорних мушких и женских животиња, где би се узорци за ДНК анализу могли узети одмах након рођења и повећање интензитета селекције с обзиром да одгајивачи могу да користе геномско тестирање веће групе потенцијално елитних животиња. Са повећањем прецизности и интензитета селекције, као и скраћења генерацијског интервала, стопа генетског прогреса за економски важне производне особине може бити повећана приближно за два пута.

Šrehar (2013) наводи како се са увођењем геномске селекције пружа могућност осигурања довољног броја младих квалитетних бикова из домаћег узгоја са добром геномском оплемењивачком вредношћу и да ће они осигурати побољшање одређених својстава у њиховим стадима и бржи генетски напредак, док ће женска грла са

задовољавајућом геномском оплемењивачком вредношћу бити основа за одабир будућих биковских мајки. Поред већег генетског напретка, предности геномске селекције су краћи генерацијски интервал, контролише се порекло говеда и спечава узгој у сродству.

У јануарском извештају 2009. Године о оцењеним приплодним вредностима, САД је као прва земља објавила званичне резултате геномских оцена приплодних бикова. Нови Зеланд и Холандија су нешто раније презентовале геномске приплодне вредности за холштајн бикове, али оне нису биле званичне, национално признате, јер су биле утврђене у оквиру организација које се баве производњом и прометом семена бикова за вештачко осемењавање.

У главном одгајивачком програм Словеније (2010-2014) за холштајн расу говеда, као један од развојних задатака у будућности је и геномска селекција, где се наводи да је будућност у геномској селекцији, користећи технике SNP код генотипизације бикова, где би након тога уследило и укључивање података о геному бика у израчунавање оплемењивачке вредности. У програму се наводи и то да сви бикови који су укључени у одгајивачки програм и користе се за вештачко осемењавање карава и јуница, морају имати урађен тест генотипизације локуса за к-казеин.

Генотипизација протеина млека је од недавно уведена и у говедарству Републике Хрватске, чија је сврха да очува и унапреди производњу младих бикова из домаће популације, на основу одабира и генотипизације телади из домаћег узгоја. На овај начин би млади бикови пре него што се почну користити у вештачком осемењавању имали GOV, која би са одређеном поузданошћу говорила које ће особине тај бик побољшати на свом потомству.

Истраживања генетског полиморфизма протеина млека у нашој земљи су веома оскудна, и скоро да их и нема. Већином су то радови прегледног карактера који говоре о значајности утврђивања полиморфних облика протеина млека (Вујић, 1969; Мишић и Петровић, 1973; Стевановић и сар., 2000; Стојић и сар., 2002; Бескоровајни сар., 2002), из чега се може закључити да су неопходна детаљна истраживања везана за ову проблематику.

3. РАДНА ХИПОТЕЗА И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

3.1. Радна хипотеза

У резултатима бројних истраживања, домаћих и иностраних аутора која су наведена у предходном поглављу указују на то да је питање полиморфизма протеина млека и њихов утицај на производне особине крава у задње време веома актуелно, и да се све више ради на овој проблематици. Постоје бројна истраживања о полиморфизму гена протеина млека и њиховом утицају на млечне и друге квантитативне особине крава из разних делова света. Међутим, подаци везани за полиморфизам протеина млека крава у Србији су веома оскудна, те се указала потреба за овом врстом истраживања и у нашој земљи.

Из до сада доступне литературе, показало се да различити облици полиморфизма гена к-казеина, β -лактоглобулина и трансферина имају позитиван ефекат на млечне и репродуктивне особине крава, који су још увек слабо истражени у нашим популацијама крава. Стога, истраживања везана за полиморфизам протеина млека су неопходна у нашој земљи, како би ишли у корак са већином земаља у свету које већ одавно користе ову врсту података у оцени оплемењивачке вредности бикова и крава. Одгајивање животиња са пожељним генотиповима је од кључног значаја за генетско побољшање млечних крава. Утврђивањем полиморфних протеинских генотипова говеда и уградња генетског профила у одгајивачке програме је развојни задатак и будућност, јер они контролишу полигенске производне особине и њиховом анализом стварамо нове алате у подизању производње млека и профитабилности фармера, чиме би повећали тачност селекције уз брз и јефтин генетски напредак.

Ослањајући се на ове чињенице, радна хипотеза ове докторске дисертације се састоји у следећем:

- Идентификовани генотипови κ -казеина, β -лактоглобулина и трансферина у испитиваној популацији крава ће утицати и на варијабилност посматраних особина
- Различити облици генотипова κ -казеина, β -лактоглобулина и трансферина ће значајно утицати на производне особине крава у погледу млечних особина
- Неочекују се значајније разлике између различитих генотипова протеина млека у погледу репродуктивних особина крава
- Очекује се да ће се установити знатно већи број хетерозиготних индивидуа у односу на хомозиготне индивидуе за анализирани протеин млека у посматраној популацији крава
- Очекују се знатно бољи резултати крава хетерозиготног генотипа у односу на краве хомозиготног генотипа у млечним особинама.

3.2. Циљ истраживања

Употреба полиморфних облика гена као генетских молекуларних маркера у селекцији говеда доводи до убрзаног генетског напредка и добијања животиња супериорних особина, те из тих разлога је прихваћена и препоручена као допуна традиционалним методама селекције у многим одгајивачким програмима широм света. Анализом полиморфизма протеина млека, стварају се нове методе у подизању производње млека и профитабилности фармера, чиме се повећава и тачност селекције

уз брз и јефтин генетски напредак. Применом геномске селекције добијају се генетски вредније животиње, чиме се осигурава конкурентност на домаћем тржишту, и ствара могућност извоза квалитетног приплодног материјала на многа европска и светска тржишта.

Из свега горе наведеног циљ ових истраживања је да се идентификују фреквенције алела и генотипова κ -казеина, β -лактоглобулина и трансферина, те испита њихова повезаност и утицај на млечне и репродуктивне особине крава холштајн-фризијске расе говеда одгајаних у Војводини. Анализом генетских полиморфних облика гена протеина млека открила би се њихова повезаност и утицај на млечне и друге производне особине крава, чиме би се омогућила селекција крава са пожељним генотиповима и на тај начин повећали фреквенцију пожељних алела у популацији. Истраживање би дало полазну основу за утврђивање полиморфизма протеина млека на већем броју крава.

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА

4.1. Број животиња и анализиране особине

Узорци крви и производни резултати за квантитативно-генетску анализу особина млечности су узети са једне говедарске фарме у Војводини која се бави производњом млека, приплодног материјала и товом јунади, капацитета 1700 крава холштајн-фризујске расе, која је регистрована као произвођач квалитетне приплодне стоке. На фарми се велика пажња посвећује вођењу тачне и прецизне матичне евиденције, тако да се могла формирати база података са неопходним подацима за каснију статистичку анализу података. Она подразумева вођење матичних листова крава, производних листова крава, регистар телади, картон осемењавања, списак закључених лактација.

Контрола млечности се врши једном месечно, тако да се води рачуна да размак између две контроле код истог грла буде од 22 до 37 дана. Прва контрола по телењу се обавља између 15 и 51 дана, а у стандардној лактацији од 305 дана обави се најмање 9 контрола. Дуже лактације од 305 дана су сведене на стандардну лактацију пресецањем, а краће лактације (преко 200 дана) су кориговане на 305 дана уз помоћ фактора за обрачунавање некомплетних лактација које је конструисао Rice, 1957.

Генотипизација к-казеина је урађена на 192 узорка (крава), генотипизација β -лактоглобулин на 185 узорака (крава) и генотипизација трансферина на 248 узорака (крава). Крв за биолошка испитивања је узета од здравих животиња у количини од 200 ml из репне вене *v. caudalis*, након чега су узорци у стерилним бочицама чувани на температури од 4°C све до изолације ДНК. Пре узимања крви место убода је дезинфиковано, а бочице са узетом крви су означене са бројем ушне маркице краве.

Након урађене генотипизације протеина млека, број животиња по сваком идентификованом генотипу протеина је приказан у табели 4.

Табела 4. Број грла и лактација по сваком идентификованом генотипу протеина

к-казеин			β-лактоглобулин			Трансферин		
Генотипови	Број грла	Број лактација	Генотипови	Број грла	Број лактација	Генотипови	Број грла	Број лактација
АА	97	402	АА	37	165	АА	20	93
АБ	77	329	АБ	106	448	АД1	28	116
ББ	18	75	ББ	42	155	АД2	72	301
						АЕ	10	39
						Д1Д1	6	24
						Д1Д2	49	176
						Д1Е	3	21
						Д2Д2	42	177
						Д2Е	16	74
						ЕЕ	2	14
Укупно	192	806	Укупно	185	768	Укупно	248	1035

По идентификацији генотипова, формирана је и база података у којој су унешене све производне особине сваке краве, како би се могла радити даља обрада података. Увидом у производни и матични лист сваке краве од које је узет узорак, формирана је база података у MS-Excel-у са следећим подацима: матични број краве, матични број оца и мајке краве, датим рођења краве, датум осемењавања, датум телења, редни број лактације, пол и маса телета, број осемењавања по концепцији, датум засушења, дужина лактације, принос млека и млечене масти у стварној и стандардној лактацији.

Након формирања основне базе података, повезаност и утицај различитих генотипова κ -казеина, β -лактоглобулина и трансферина је урађена на следећим производним особинама:

1) Репродуктивним:

- узраст краве код прве концепције
- телесна маса телета
- број осемењавања по концепцији
- узраст краве на првом телењу
- трајање стеоности
- дужина лактација
- сервис период
- трајање међутелидбеног размака

2) Млечним:

- количина млека у стварним лактацијама
- количина млека у стандардним лактацијама
- количина и проценат млечне масти у стварним лактацијама
- количина и проценат млечне масти у стандардним лактацијама
- животна производња млека и млечне масти

3) Укупним производним особинама:

- животни век краве
- број лактација у току живота краве
- број лактацијских дана у животу краве
- продуктиван живот краве

Лактације код анализе κ -казеина и β -лактоглобулина су груписане у седам група: I лактација, II лактација, III лактација, IV лактација, V лактација, VI лактација и преко VI лактација, док су лактације код анализе трансферина груписане у четири групе: I лактације, II лактације, III лактација и преко III лактације.

Дистрибуција броја лактација по генотиповима приказана је у табели 5 за κ -казеин и β -лактоглобулин и у табели 6 за трансферин.

Табела 5. Број лактација по генотиповима κ -казеина и β -лактоглобулина

Лактација	Генотипови κ -казеина			Генотипови β -лактоглобулина		
	АА	АБ	ББ	АА	АБ	ББ
I	97	77	18	37	106	42
II	92	70	13	36	99	35
III	77	60	12	29	87	26
IV	66	54	10	24	76	24
V	36	33	7	19	41	13
VI	19	18	4	12	19	7
\geq VII	15	17	11	8	20	8
Укупно	402	329	75	165	448	155

Табела 6. Број лактација по генотиповима трансферина

Лактација	Генотипови трансферина									
	АА	АД1	АД2	АЕ	Д1Д1	Д1Д2	Д1Е	Д2Д2	Д2Е	ЕЕ
I	20	28	72	10	6	49	3	42	16	2
II	20	26	67	9	6	42	3	39	16	2
III	19	25	60	8	3	32	3	33	16	2
\geq IV	34	37	102	12	9	53	12	63	26	8
Укупно	93	116	301	39	24	176	21	177	74	14

4.2. Лабораторијске анализе

Узорци крви за биолошка испитивања су узети у количини од 200 ml из репне вене *v. caudalis*, након чега су смештени у стерилне бочице и чувани на температури од 4°C све до изолације ДНК из узорака.

Изолација ДНК је урађена помоћу стандардних процедура (Sambrook и сар., 1989) које су укључивале протокол лизе са протеиназом К у присуству детергента, екстракције фенол-хлороформа и присуства етанола. Након тога, 300 ng ДНК је коришћено у 50 µl PCR реакцији док се није достигла величина фрагмента од 760 бп. За PCR реакцију је било потребно: PCR пуфер 10 mM TRIS-HCl pH 8,3, 50 mM KCl; 20 pM од сваког прајмера; 2,5 mM dNTP; 200 µM MgCl₂; 5 U Taq полимеразе (Popovski, 1999). Затим су примењени следећи кораци: денатурација на 95°C у трајању од 5 минута, 3 корака денатурације на 94°C у трајању од 1 минута, потом хибридизација на 65°C у трајању од 1 минута и накнадна полимеризација на 72°C у трајању од 2 минута, са 35 циклуса. Завршетак је праћен финалном екстракцијом у трајању од 5 минута на 72°C. Прајмери за PCR су дизајнирани на основу банке гена β-лактоглобулин ДНК секвенце генома DQ489319 (Braunschweig и Leeb, 2006).

Након изолације ДНК, генотипизација полиморфизма κ-казеина и β-лактоглобулина је урађена коришћењем метода заснованим на ланчаном умножавању ДНК (PCR) и полиморфизму рестрикционих места (RFLP). ДНК је изолована фенол-екстракцијом по стандардној процедури (Sambrook и сар., 1989) и њен квалитет је проверен на 1% агарозном гелу. За умножавање дела гена коришћени су прајмери по Medrano и Aguilar-Cordova (1990). Полиморфизам у дужини рестрикционих фрагмента је детектован након умножавања и пречишћавања преципитацијом третираних PCR продуката.

Генотипизација полиморфизма трансферина је урађена помоћу модификоване методе електрофорезе на желатинозном гелу коју је развио Smithies (1959), док су даље процедуре електрофорезе урађене по Kristjanssonu и Hickmanu (1965) како би се прецизно идентификовао сваки генотип поменутих протеина код сваке краве.

Умножавање дела гена за к-казеин који садржи полиморфну секвенцу, рађено је помоћу следећих прајмера: 5' ATG AAG TTC TTC ATC TTT ACC TGC-3' (forvard) и 5' GAA GCA GTT AAT TCC AGA ATC TTA-3' (reverse). Продукти амплификације су пречишћивани преципитацијом и обрађивани рестрикционим ензимом Hinf I (5'-GANTC-3').

Умножавање дела гена за β-лактоглобулин који садржи полиморфну секвенцу, рађено је помоћу следећих прајмера (Medrano и Aguilar-Cordova, 1990): 5' GAGTTGGGCTTCCAGAGTGA-3' (forvard) и 5' GGAATCAAGCTCCCTGCTC-3' (reverse). Продукти амплификације су пречишћивани преципитацијом и обрађивани рестрикционим ензимом Hinf I (5'-GANTC-3').

Генотипови трансферина су одређени модификованом методом електрофорезе на желатинозном гелу (zone starch gel) коју је развио Smithies (1955, 1959). Гелови су припремљени растварањем 168 g/l хидролизованог скроба у 1000 ml пуферског раствора који се састојао из 0,0193 M Tris (hydroxymethyl) аминометана и 0,0178 M какодилине киселине (pH= 7,3 - 7,35). Остале процедуре електрофорезе су урађене како је описано у истраживању Kristjanssona и Nickmana (1965).

4.3. Израчунавање фреквенција генотипова и алела

Израчунавање фреквенције алела, након идентификације генотипова је урађено помоћу математичке формуле по Nei и Kumaru (2000):

$$X_i = (2n_{ii} + \sum n_{ij}) / (2n)$$

где је:

X_i = фреквенција i -тог алела

n_{ii} = број грла ii генотипа

n_{ij} = број грла ij генотипа

n = укупан број грла

За утврђивање разлика између посматраних и очекиваних фреквенција генотипова коришћен је χ^2 тест на основу Hardy –Weinberg закона равнотеже популације, у оквиру софтверског програма Arlequin ver.3.11 (Excoffier и Heckel, 2006) по следећој формули:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{i,j} - E_{i,j})^2}{E_{i,j}}$$

где је:

$O_{i,j}$ = опажена фреквенција

$E_{i,j}$ = очекивана фреквенција

Адидитвни и доминантни ефекат гена је израчунат методологијом коју су описали Falconer и MacKay (1996). Адидитвни ефекат гена је израчунат као половина разлике између хомозиготних генотипова:

$$(AA - aa)/2$$

док је доминантни ефекат гена израчунат као одступање хетерозиготних генотипова од хомозиготних генотипова:

$$(Aa - 0,5(AA + aa))$$

4.4. Статистичка обрада података

Први корак у анализи података, након урађене идентификације и формирања базе података представљало је утврђивање статистичких показатеља, односно просечних вредности и варијабилности анализираних особине у статистичком програму Statistica 12.

За правилну интерпретацију посматраних особина и утицаја добијених генотипова к-казеина, β -лактоглобулина и трансферина на посматране производне особине користио се општи линеарни модел (GLM), а унутар њега средине најмањих квадрата (LSM), где је израчуната коригована средња вредност посматраних особина. За

проверу значајности између посматраних особина унутар генотипова коришћен је Fisher-ов LSD post-hock тест.

Статистички модел који је коришћен за процену значајности утицаја појединих генотипова протеина млека на испољавање анализираних особина је имао следећи општи облик:

$$Y_{ijklmnoprs} = \mu + F_i + G_j + S_k + Gt_l + St_m + L_n + \kappa CN_o + \beta LG_p + Tf_r + e_{ijklmnoprs}$$

где је:

$Y_{ijklmnoprs}$ = фенотипска вредност посматраних особина

μ = општа средња вредност

F_i = утицај фарме ($i = 1, 2$)

G_j = утицај године рођења краве ($j = 1, \dots, 11$)

S_k = утицај сезоне рођења краве ($k = 1, 2, 3$)

Gt_l = утицај године телења краве ($l = 1, \dots, 16$)

St_m = утицај сезоне телења краве ($m = 1, 2, 3$)

L_n = утицај лактације ($n = 1, \dots, 7$)

κCN_o = утицај алелне варијанте κ -казеина ($o = 1, 2, 3$)

βLG_p = утицај алелне варијанте β -лактоглобулина ($p = 1, 2, 3$)

Tf_r = утицај алелне варијанте трансферина ($r = 1, \dots, 10$)

$e_{ijklmnoprs}$ = остали неконтролисани утицаји – случајна грешка

5.1. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

5.1. к–казеин

Идентификовани генотипови к–казеина и њихове фреквенције у посматраној популацији крава су приказане у табели 7. Из табеле можемо да видимо да су установљена три генотипа овог протеина: доминантни хомозигот (АА), доминантни хетерозигот (АБ) и рецесивни хомозигот (ББ). Од укупно 192 краве, код 97 крава је установљен АА генотип, код 77 крава АБ генотип и преосталих 18 крава рецесиван ББ генотип, тако да је фреквенција ова три генотипа износила 0,50 за АА, 0,40 за АБ и 0,10 за ББ генотип.

На основу установљених фреквенција генотипова, а на основу Hardy-Weinbergovog закона равнотеже, установљене су и очекиване фреквенције генотипова у следећој генерацији, које су биле 0,49 за АА, 0,41 за АБ и 0,09 за ББ генотип. С обзиром на установљене разлике између посматраних и очекиваних фреквенција генотипова, можемо констатовати да анализирана популација није била у равнотежи, што се могло и очекивати. Међутим, и на основу добијене вредности χ^2 теста и P вредности, може се закључити да се фреквенције генотипова посматране популације статистички значајно не разликују од оних фреквенција које се очекују.

Фреквенције алела А и Б, изведене из фреквенције генотипова су биле 0,70 за алел А и 0,30 за алел Б. На основу добијене фреквенције доминантних алела која је била већа од фреквенције рецесивних алела, може се закључити да у испољавању посматраних особина преовлађују доминантни над рецесивним генима.

Табела 7. Фреквенција генотипова и алелних облика к-казеина у посматраној популацији карава и Hardy-Weinbergov закона равнотеже

Фреквенције	Генотипови к-казеина			Фреквенција алела	
	АА	АБ	ББ	А	Б
Посматрана фреквенција	97 0,50	77 0,40	18 0,10		
Очекивана фреквенција	94,08 0,49	78,72 0,41	19,2 0,09	0,70	0,30
$\chi^2 = 0,203$	df = 2	P вредност = 0,903			

χ^2 = хи квадрат тест; df = степени слободe; P вредност = значајност.

Узраст јуница код прве успешне оплодње и узраст на првом телењу крава у зависности од генотипа к-казеина је приказан у табели 8. Најмањи узраст са око 470 дана код прве концепције су имале краве хетерозиготног АБ и хомозиготног ББ генотипа, док су краве доминантног хомозиготног АА генотипа конципирале са нешто већим узрастом за 12 дана у односу на ова два генотипа.

Табела 8. Показатељи узраста код прве успешне концепције и узраста на првом телењу по генотиповима к-казеина

Генотипови к-казеина	Узраст, дана				Ефекат гена		P вредност
	N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
АА	97	482,25	4,46	44,14			
АБ	77	470,12	5,07	37,26	6,53	-5,95	0,161 ^{ns}
ББ	18	469,18	10,98	32,58			
АА	97	761,67	4,84	48,12			
АБ	77	752,05	5,50	45,47	1,37	-8,25	0,421 ^{ns}
ББ	18	758,93	11,92	54,98			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности.

Сличан тренд се запажа и код узраста на првом телењу, где су краве АА генотипа биле нешто старије у односу на остала два генотипа. Међутим, код ових узраста, између крава различитих казеинских генотипова нису установљене статистички значајне

разлике ($P>0,05$). Адитиван ефекат гена је био позитиван (6,53 и 1,37), за разлику од доминантног који је био негативан (-5,95 и -8,25) код обе посматране особине.

Телесне масе телади на рођењу код крава различитих генотипова к–казеина су приказане у табели 9. Из табеле можемо да видимо да се телесна маса није значајно разликовала између појединих генотипова к–казеина и редоследа телења крава, што је потврдила и P вредност која није забележила статистички значајне разлике ($P>0,05$) између генотипова. Најмања телесна маса је била код крава на првом телењу сва три генотипа и кретала се од 38,61 kg код крава АА генотипа, 37,85 kg код крава АБ генотипа и 39,31 kg код крава ББ генотипа, а просечна телесна маса телади код свих телења је била 40,57 kg код крава АА, 40,02 kg код крава АБ и 41,00 kg код крава ББ генотипа.

Ефекат адитивних и доминантних гена је био веома мали и кретао се од -1,15 односно -3,33 код петог телења до 1,10 односно 1,18 код седмог и већег броја телења, што се да закључити да у великој мери на масу телади на рођењу утичу парагенетски фактори.

Број осемењавања по редоследу концепције и генотиповима к–казеина за успешну концепцију приказан је у табели 10. Из табеле можемо да видимо да је најмањи број осемењавања по успешној концепцији био код прве концепције код сва три казеинска генотипа и у просеку је био 1,40 код крава АА, 1,33 код крава АБ и 1,62 код крава ББ генотипа, да би са повећањем редоследа телења растао и број потребних осемењавања за успешну концепцију. Просечан број осемењавања по успешној концепцији је био 2,37 код крава АА, 2,54 код крава АБ и 2,65 код крава ББ генотипа, а стандардне девијације су се кретале од 1,74 до 2,10. Оно што се може приметити је да су краве рецесивног хомозиготног генотипа ББ имале нешто већи број осемењавања по успешној концепцији у односу на остала два генотипа код узастопних концепција, међутим између ова три генотипа није установљена статистички значајана разлика ($P>0,05$).

Табела 9. Показатељи масе телади по генотиповима к-казеина

Телење	Генотипови к-казеина	Маса телади, kg				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	97	38,61	0,50	4,84			0,445 ^{ns}
	AB	77	37,85	0,57	5,48	-0,35	-1,11	
	BB	18	39,31	1,24	2,62			
II	AA	92	40,10	0,47	4,67			0,336 ^{ns}
	AB	70	40,52	0,53	4,21	-0,98	0,56	
	BB	13	42,07	1,26	5,39			
III	AA	77	40,97	0,57	5,07			0,972 ^{ns}
	AB	60	41,10	0,64	4,46	0,11	0,24	
	BB	12	40,75	1,45	7,16			
IV	AA	66	42,86	0,65	5,25			0,307 ^{ns}
	AB	54	41,35	0,72	5,26	0,28	-1,23	
	BB	10	42,30	1,69	6,37			
V	AA	36	41,27	0,97	4,66			0,111 ^{ns}
	AB	33	39,09	1,01	6,73	-1,15	-3,33	
	BB	7	43,57	2,20	6,62			
VI	AA	19	41,88	1,22	4,54			0,654 ^{ns}
	AB	18	40,38	1,22	6,07	0,82	-0,68	
	BB	4	40,25	2,59	2,36			
≥VII	AA	15	40,80	1,24	4,34			0,630 ^{ns}
	AB	17	40,88	1,17	5,23	1,10	1,18	
	BB	11	38,60	2,16	4,77			
Просек	AA	402	40,57	0,25	5,04			0,212 ^{ns}
	AB	329	40,02	0,28	5,30	-0,22	-0,76	
	BB	75	41,00	0,63	5,37			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности.

Ефекат гена је био веома мали и у већини случајева негативан, кретао се од -0,60 код шесте концепције до 0,08 код друге концепције за адитивне гене, и од -0,80 код шесте до 0,41 код друге концепције за доминантне гене.

Табела 10. Показатељи броја осемењавања по генотиповима к-казеина

Концепција	Генотипови к-казеина	Број осемењавања				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	97	1,40	0,07	0,79			0,392 ^{ns}
	AB	77	1,33	0,08	0,72	-0,11	-0,18	
	BB	18	1,62	0,19	0,88			
II	AA	92	2,39	0,18	1,65			0,406 ^{ns}
	AB	70	2,72	0,20	2,00	0,08	0,41	
	BB	13	2,23	0,49	1,09			
III	AA	77	2,88	0,24	2,03			0,905 ^{ns}
	AB	60	3,03	0,27	2,21	0,02	0,18	
	BB	12	2,83	0,61	2,40			
IV	AA	66	2,80	0,23	2,02			0,890 ^{ns}
	AB	54	2,79	0,25	1,79	-0,15	-0,16	
	BB	10	3,10	0,59	1,44			
V	AA	36	2,77	0,40	1,88			0,431 ^{ns}
	AB	33	3,48	0,42	2,72	-0,40	0,31	
	BB	7	3,57	0,91	3,25			
VI	AA	19	3,00	0,47	1,57			0,451 ^{ns}
	AB	18	2,83	0,47	1,91	-0,63	-0,80	
	BB	4	4,25	1,01	3,65			
≥VII	AA	15	2,40	0,44	1,40			0,653 ^{ns}
	AB	17	2,47	0,41	1,54	-0,40	-0,33	
	BB	11	3,20	0,76	2,94			
Просек	AA	402	2,37	0,09	1,74			0,335 ^{ns}
	AB	329	2,54	0,10	1,98	-0,14	0,03	
	BB	75	2,65	0,22	2,10			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P > 0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности.

Трајање стеоности код крава различитог к-казеинског генотипа је приказано у табели 11, из које можемо да видимо да је просечно трајање стеоности код сва три генотипа било око 280 дана са стандардним девијацијама од 4,53 до 7,03 дана.

Табела 11. Показатељи трајања стеоности по генотиповима к-казеина

Стеоност	Генотипови к-казеина	Трајање стеоности, дана				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	97	277,67	0,52	4,53			
	AB	77	277,40	0,59	5,80	-0,10	-0,37	0,916 ^{ns}
	BB	18	277,87	1,28	5,18			
II	AA	92	278,60	0,53	5,62			
	AB	70	277,73	0,59	4,63	-0,46	-1,33	0,373 ^{ns}
	BB	13	279,53	1,41	3,30			
III	AA	77	276,81 ^a	0,74	7,61			
	AB	60	279,43 ^b	0,83	5,08	-1,30	1,32	0,002 ^{**}
	BB	12	279,41 ^b	1,87	4,75			
IV	AA	66	277,90	1,11	4,58			
	AB	54	277,96	1,23	5,42	-0,20	-0,14	0,991 ^{ns}
	BB	10	278,30	2,86	4,00			
V	AA	36	278,58	1,13	5,20			
	AB	33	278,27	1,18	8,38	1,29	0,98	0,654 ^{ns}
	BB	7	276,00	2,56	5,25			
VI	AA	19	279,22	1,11	4,72			
	AB	18	279,56	1,11	4,81	0,49	0,82	0,881 ^{ns}
	BB	4	278,25	2,36	4,34			
≥VII	AA	15	278,13	1,94	4,74			
	AB	17	276,52	1,82	9,80	1,57	-0,05	0,687 ^{ns}
	BB	11	275,00	3,36	4,35			
Просек	AA	402	277,93	0,32	7,03			
	AB	329	278,09	0,35	5,92	-0,10	0,06	0,926 ^{ns}
	BB	75	278,14	0,78	4,53			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05 = различита мала слова; ns = иста мала слова.

Код трајања стеоности у већини случајева није установљена статистички значајна разлика (P>0,05) између посматраних генотипова, осим код четврте стеоности где је установљена статистички високо значајна разлика (P<0,01) између крава AA (276,8 дана) и крава AB и BB генотипа (279,4 дана).

Ефекат адитивних и доминантних гена се кретао од -0,46 односно -1,33 код друге до 1,29 односно 0,98 код пете степености.

Трајање сервис периода као времена од партуса до прве успешне оплодне је приказано у табели 12.

Табела 12. Показатељи трајања сервис периода по генотиповима κ-казеина

Партус	Генотипови κ-казеина	Трајање сервис периода, дана				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	92	162,68	10,17	82,58			0,761 ^{ns}
	AB	70	173,86	11,52	118,52	-4,23	6,95	
	BB	13	171,14	26,49	88,80			
II	AA	77	202,98 ^a	11,30	111,29			0,050 [*]
	AB	60	203,36 ^a	12,69	102,41	25,49	25,87	
	BB	12	152,00 ^b	31,78	66,27			
III	AA	66	188,21	12,53	121,95			0,854 ^{ns}
	AB	54	188,10	14,43	90,67	9,47	9,36	
	BB	10	169,27	32,28	66,54			
IV	AA	36	180,49 ^a	18,14	86,86			0,033 [*]
	AB	33	230,07 ^b	19,99	128,53	-14,59	35,00	
	BB	7	209,66	43,18	99,80			
V	AA	19	200,38	21,02	118,34			0,552 ^{ns}
	AB	18	167,52	21,43	91,24	6,77	-26,09	
	BB	4	186,83	43,75	118,67			
VI	AA	15	189,64	25,01	92,48			0,775 ^{ns}
	AB	17	185,58	27,02	89,53	21,16	17,10	
	BB	11	147,33	54,04	119,23			
≥VII	AA	9	181,88	35,43	69,05			0,629 ^{ns}
	AB	12	219,50	30,68	128,12	7,27	44,90	
	BB	3	167,33	61,37	96,39			
Просек	AA	314	184,68	5,72	102,75			0,341 ^{ns}
	AB	264	193,61	6,34	117,48	5,66	14,59	
	BB	60	173,36	14,28	85,37			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,05 (^{*}) – статистички значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Из табеле можемо да видимо да се сервис период није статистички значајно разликовао ($P > 0,05$) између казеинских генотипова после првог, трећег, петог, шестог и седмог партуса, док су после другог и четвртог партуса забележене статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава АА и АБ и крава ББ генотипа после другог, односно између крава АА и АБ генотипа после четвртог партуса. После другог партуса краве рецесивног хомозиготног генотипа ББ су у просеку имале краћи сервис период за 50 дана у односу на краве АА и АБ генотипа, док су краве доминантног хомозиготног генотипа АА после четвртог партуса имале краћи сервис период за 50 дана у поређењу са кравама доминантног хетерозиготног АБ генотипа.

Оно што се још може приметити у табели 12 је и чињеница да су краве рецесивног ББ генотипа имале увек краће трајање сервис периода после сваког партуса у односу на преостала два доминантна генотипа. Просечно трајање сервис периода код крава АА генотипа је било око $183 \pm 102,75$ дана, код крава АБ генотипа $194 \pm 117,48$ дана и крава ББ генотипа $173 \pm 85,37$ дана.

Ефекат адитивних и доминантних гена је био нешто већи у односу на предходне репродуктивне особине и у већини трајања сервис периода позитиван. Кретао се од -14,59 после четвртог до 25,49 после другог партуса за адитивне гене, и од -26,09 после петог до 44,90 после седмог партуса за доминантне гене.

Трајање међутелидбеног периода као периода између два телења приказан је у табели 13. За краве АА генотипа овај период се кретао од 439 дана после првог до 470 дана после другог партуса, за краве АБ генотипа овај период се кретао од 443 дана после петог до 490 дана после четвртог партуса и код крава ББ генотипа овај период се кретао од 436 дана после другог до 476 после четвртог партуса. Оно што се може приметити је да су краве доминантног хетерозиготног АБ генотипа имале увек дужи међутелидбени период у односу на краве преостала два генотипа. Међутим, између посматраних казеинских генотипова није установљена статистички значајна разлика ($P > 0,05$) у трајању међутелидбеног периода после партуса.

Табела 13. Показатељи трајања међутелидбеног периода по генотиповима к-казеина

Партус	Генотипови к-казеина	Трајање међутелидбеног периода, дана				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	92	439,21	10,29	81,03	0,03	15,06	0,608 ^{ns}
	AB	70	454,24	11,56	119,56			
	BB	13	439,15	27,39	82,04			
II	AA	77	470,40	11,74	106,49	16,87	30,17	0,338 ^{ns}
	AB	60	483,70	13,31	104,52			
	BB	12	436,66	29,76	64,22			
III	AA	66	454,42	11,97	100,12	5,66	17,88	0,689 ^{ns}
	AB	54	466,64	13,23	97,94			
	BB	10	443,10	30,77	68,97			
IV	AA	36	456,38	18,61	88,21	-9,95	24,24	0,448 ^{ns}
	AB	33	490,57	19,43	134,57			
	BB	7	476,28	42,20	98,69			
V	AA	19	457,44	23,49	115,41	8,72	-5,06	0,899 ^{ns}
	AB	18	443,66	23,49	83,41			
	BB	4	440,00	49,84	87,63			
VI	AA	15	464,46	24,52	80,25	8,23	-1,29	0,931 ^{ns}
	AB	17	454,94	23,03	105,18			
	BB	11	448,00	42,47	99,40			
Просек	AA	305	454,77	5,77	95,14	4,70	17,73	0,183 ^{ns}
	AB	252	467,80	6,30	110,76			
	BB	57	445,37	14,10	77,23			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности.

Ефекат рецесивних гена је био мањи од ефеката доминантних гена, и кретао се од -9,95 после четвртог до 16,87 после другог партуса, док се ефекат доминантних гена кретао од -1,29 после седмог до 30,17 после другог партуса. Просечан ефекат адитивних гена за трајање међутелидбеног периода је био 4,70, а ефекат доминантних гена 17,73.

Трајање лактација по идентификованим генотиповима к-казеина је приказано у табели 14. У већини лактација није установљена статистички значајна разлика (P>0,05) између крава ова три казеинска генотипа.

Табела 14. Показатељи дужине трајања лактација по генотиповима к-казеина

Лактација	Генотипови к-казеина	Трајање лекатције, дана				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	97	350,79	9,18	72,96			0,837 ^{ns}
	AB	77	363,93	10,44	108,03	-9,88	3,26	
	BB	18	370,56	22,61	96,25			
II	AA	92	382,08	9,71	96,96			0,735 ^{ns}
	AB	70	384,45	10,90	91,50	9,78	12,15	
	BB	13	362,53	25,84	71,66			
III	AA	77	363,79	10,72	100,84			0,841 ^{ns}
	AB	60	369,11	12,15	90,45	5,73	11,05	
	BB	12	352,33	27,17	59,27			
IV	AA	66	356,33 ^a	13,59	75,76			0,026 [*]
	AB	54	394,98 ^b	15,03	144,01	-9,39	29,27	
	BB	10	375,10	34,93	93,00			
V	AA	36	382,13	21,76	109,46			0,454 ^{ns}
	AB	33	401,21	22,72	154,79	24,14	43,22	
	BB	7	333,85	49,34	98,55			
VI	AA	19	371,05	22,86	75,87			0,356 ^{ns}
	AB	18	333,11	22,86	87,54	-12,60	-50,54	
	BB	4	396,25	48,51	44,26			
≥VII	AA	15	344,93 ^a	29,33	66,55			0,039 [*]
	AB	17	416,47 ^b	27,55	147,41	-11,54	60,61	
	BB	11	368,00	50,81	85,66			
Просек	AA	402	364,88 ^a	5,04	88,89			0,018 [*]
	AB	329	379,24 ^b	5,55	115,78	0,48	14,84	
	BB	75	363,92 ^a	12,33	81,15			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,05 (^{*}) – статистички значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Међутим, у четвртој, седмој и просечном трајању лактација установљене су статистички значајне разлике (P<0,05) између крава доминантног хомозиготног AA и хетерозиготног AB генотипа. Краве доминантног хетерозиготног AB генотипа су имале дуже трајање четврте лактације за 38 дана и седме за 71 дан у односу на краве

хомозиготног АА генотипа. За краве АА генотипа период трајања лактације се кретао од 345 дана код седме до 382 дана код друге и пете лактације, за краве АБ генотипа овај период се кретао од 333 дана код шесте до 416 дана код седме лактације и код крава ББ генотипа овај период се кретао од 334 дана код пете до 396 код шесте лактације. Просечано трајање лактације код крава АА генотипа је било $365 \pm 88,89$ дана, код крава АБ генотипа $380 \pm 115,78$ дана и крава ББ генотипа $364 \pm 81,15$ дана, где је и установљена статистички значајна разлика ($P < 0,05$) између крава хетерозиготног АБ и крава хомозиготног АА и ББ генотипа.

Ефекат адитивних гена је био 0,48, док је ефекат доминантних гена био знатно већи и износио је 14,84. Негативан ефекат адитивних гена је забележен код прве, четврте, шесте и седме лактације, и кретао се од -12,60 код шесте до 24,14 код пете лактације, док је негативан ефекат доминантних гена забележен само код шесте лактације (-50,54), а позиван ефекат се кретао од 3,26 код прве до 60,61 код седме лактације.

Количина млека у стварним лактацијама по генотиповима к-казеина је приказана у табели 15. Између посматраних казеинских генотипова није установљена статистички значајна разлика ($P > 0,05$) код прве, друге, треће, пете и шесте лактације, док је статистички значајна разлика ($P < 0,05$) установљена код четврте и седме лактације, а статистички високо значајна разлика ($P < 0,01$) је установљена код просечне количине млека. У четвртој и седмој лактацији су установљене значајане разлике у количини млека између крава хетерозиготног АБ и крава хомозиготног АА и ББ генотипа, где су краве АБ генотипа у четвртој лактацији оставиле већу количину млека за 246 kg у односу на краве АА генотипа и 915 kg више млека од крава ББ генотипа, док су у седмој лактацији краве АБ генотипа имале већу количину млека за 1842 kg у односу на краве АА генотипа и 1542 kg у односу на краве ББ генотипа. Код просечне количине млека установљене су разлике између сва три казеинска генотипа, где су краве АА генотипа имале највећу количину млека, затим следе краве АБ генотипа док су краве ББ генотипа имале најмању количину млека.

Табела 15. Показатељи количине млека у стварним лактацијама по генотиповима к-казеина

Лактација	Генотипови к-казеина	Количина млека, kg				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	97	8706,56	255,65	2723,06			
	AB	77	8982,80	290,73	2047,59	65,28	341,52	0,517 ^{ns}
	BB	18	8576,00	629,45	2846,21			
II	AA	92	9987,35	266,37	2462,34			
	AB	70	10290,3	299,03	2591,52	50,40	353,36	0,714 ^{ns}
	BB	13	9886,54	708,61	2269,87			
III	AA	77	9914,78	272,69	2330,55			
	AB	60	10161,3	312,31	2554,03	194,64	441,16	0,665 ^{ns}
	BB	12	9525,50	698,36	1953,02			
IV	AA	66	9459,38 ^a	324,24	2148,74			
	AB	54	10258,0 ^b	358,47	2912,47	58,24	856,86	0,048 [*]
	BB	10	9342,90 ^a	833,01	4111,86			
V	AA	36	9699,25	570,48	3326,36			
	AB	33	9716,69	595,84	3098,96	552,49	569,93	0,715 ^{ns}
	BB	7	8594,28	682,72	4583,68			
VI	AA	19	8477,72	601,10	2381,91			
	AB	18	8308,22	601,10	2676,98	-0,39	-169,89	0,978 ^{ns}
	BB	4	8478,50	1275,2	2702,39			
≥VII	AA	15	7073,33 ^a	719,70	2403,55			
	AB	17	8916,17 ^b	676,04	3194,37	-150,0	1692,8	0,024 [*]
	BB	11	7373,40 ^a	1246,5	2692,72			
Просек	AA	402	9719,80 ^a	134,49	2601,85			
	AB	329	9335,03 ^b	148,25	2696,52	415,90	31,13	0,004 ^{**}
	BB	75	8888,00 ^c	329,03	3177,93			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Наиме, са просечним трајањем лактације од 364 дана, краве AA генотипа су оставиле принос млека од 9720 ± 2601,85 kg, са трајањем лактације од 379 дана краве AB генотипа су оствариле принос млека од 9335 ± 2696,52 kg док су краве BB генотипа са трајањем лактације од 363 дана оствариле принос млека од 8888 ± 3177,93 kg. Међутим, без обзира на просечну количину млека, можемо да приметимо да су краве хетерозиготног AB генотипа имале највећи принос млека по лактацијама, док су краве хомозиготног

генотипа ББ имале најмањи принос млека по лактацијама. Највећи принос млека су имале краве сва три казеинска генотипа у другој, трећој и четвртој лактацији, да би се касније са порастом редоследа лактација количина млека смањивала.

У већини лактација забележен је позитиван ефекат адитивних и доминантних гена, осим код шесте и седме лактације. Знатно већи позитиван ефекат доминантних гена је забележен у односу на ефекат адитивних гена, тако да се позитиван ефекат адитивних гена кретао од 50,40 у другој до 552 у петој лактацији, док се ефекат доминантних гена кретао од 341 код прве до 1693 код седме лактације.

Количина млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима к-казеина је приказана у табели 16, из које можемо да видимо да између посматраних казеинских генотипова како и код предходне табеле у којој је приказан принос млека, није установљена статистички значајна разлика између генотипова ($P > 0,05$) код прве, друге, треће, пете и шесте лактације, док је статистички значајна разлика ($P < 0,05$) установљена код четврте, седме лактације и просечне количине млека посматраних генотипова. У четвртој и седмој лактацији су установљене значајане разлике у количини млечне масти између крава хетерозиготног АБ и крава хомозиготног АА и ББ генотипа, где су краве АБ генотипа у четвртој лактацији оставиле већу количину млечне масти за 24 kg у односу на краве АА генотипа и 28 kg више млечне масти од крава ББ генотипа, док су у седмој лактацији краве АБ генотипа имале већу количину млечне масти за 57 kg у односу на краве АА генотипа и 51 kg у односу на краве ББ генотипа.

Табела 16. Показатељи количине млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима к-казеина

Лактација	Генотипови к-казеина	Количина млечне масти, kg				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	97	281,88	8,08	86,01			0,825 ^{ns}
	AB	77	289,46	9,19	65,25	-1,47	6,11	
	BB	18	284,81	19,90	94,36			
II	AA	92	324,17	8,64	83,40			0,785 ^{ns}
	AB	70	332,61	9,70	80,02	1,09	9,52	
	BB	13	322,00	22,98	72,23			
III	AA	77	323,94	8,94	80,26			0,941 ^{ns}
	AB	60	326,16	10,12	76,35	3,14	5,36	
	BB	12	317,66	22,64	67,86			
IV	AA	66	311,80 ^a	10,74	69,64			0,040 [*]
	AB	54	335,57 ^b	11,88	96,53	1,90	25,67	
	BB	10	308,00 ^a	27,61	139,98			
V	AA	36	327,38	19,27	116,87			0,650 ^{ns}
	AB	33	322,39	20,13	102,60	21,12	16,13	
	BB	7	285,14	43,71	144,32			
VI	AA	19	283,44	19,85	73,98			0,935 ^{ns}
	AB	18	273,22	19,85	91,10	1,60	-8,63	
	BB	4	280,25	42,11	144,32			
≥VII	AA	15	243,53 ^a	24,32	82,44			0,040 [*]
	AB	17	300,58 ^b	22,85	106,50	-2,74	54,32	
	BB	11	249,00 ^a	42,13	87,90			
Просек	AA	402	316,35 ^a	4,38	86,44			0,040 [*]
	AB	329	305,26	4,83	85,90	9,18	-1,92	
	BB	75	298,00 ^b	10,73	104,68			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,05 (^{*}) – статистички значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Код просечне количине млечне масти установљене су разлике између два хомозиготна AA и BB генотипа, где су краве доминантног AA генотипа имале већи принос млечне масти за 18 kg у односу на краве рецесивног BB генотипа. С обзиром да су краве

хетерозиготног АБ генотипа имале највећи принос млека по лактацијама а да су краве хомозиготног ББ генотипа имале најмањи принос млека по лактацији, логично је да су ови генотипови имали и највећи, односно најмањи принос млечне масти.

Позитиван ефекат адитивних гена је био мали и кретао се од 1,09 код друге до 21,12 код пете лактације, док је код просечног приноса млечне масти ефекат био 9,18. Већи и позитиван ефекат доминантних гена се кретао од 5,36 код треће до 54,32 код седме лактације, док је код просечног приноса млечне масти он био негативан (-1,92).

Процент млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима к–казеина је приказан у табели 17. У овој особини, није установљена статистички значајна разлика ($P > 0,05$) између генотипова к–казеина код прве, треће и четврте лактације, док је статистички значајна разлика ($P < 0,05$) између генотипова к–казеина установљена код друге, седме лактације и просечног процента млечне масти, а статистички високо значајна разлика ($P < 0,01$) између генотипова к–казеина је установљена код пете и шесте лактације. У другој лактацији краве рецесивног ББ генотипа су имале нешто већи проценат млечне масти (3,29%) у односу на краве доминантног АА (3,22%) и АБ (3,27%) генотипа, док су у петој лактацији краве АБ генотипа имале већи проценат млечне масти (3,35%) у односу на краве АА генотипа (3,25%). У шестој лактацији краве хетерозиготног генотипа АБ су имале већи проценат млечне масти (3,37%) у односу на остала два генотипа, док су у седмој лактацији краве хомозиготног генотипа АА имале највећи проценат млечне масти (3,29%). Код просечног процента млечне масти, краве рецесивног ББ генотипа су имале највећи проценат млечне масти (3,30%).

Позитивни ефекти адитивних и доминантних гена за ову особину су били високи, и кретали су се од 0,01 до 0,03 за адитиван и од 0,02 до 0,14 за доминантан ефекат.

Количина млека у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима к–казеина је приказана у табели 18. Ради тачније оцене млечних особина извршена је корекција трајања лактације на стандардну лактацију од 305 дана.

Табела 17. Показатељи процента млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима к-казеина

Лактација	Генотипови к-казеина	Процент млечне масти, %				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	97	3,26	0,02	0,19			0,559 ^{ns}
	AB	77	3,29	0,02	0,20	0,00	0,03	
	BB	18	3,26	0,05	0,20			
II	AA	92	3,22 ^a	0,01	0,20			0,013 [*]
	AB	70	3,27 ^a	0,02	0,14	-0,03	0,02	
	BB	13	3,29 ^b	0,05	0,20			
III	AA	77	3,27	0,01	0,16			0,385 ^{ns}
	AB	60	3,27	0,02	0,16	0,03	0,03	
	BB	12	3,20	0,04	0,16			
IV	AA	66	3,23	0,02	0,21			0,741 ^{ns}
	AB	54	3,29	0,02	0,20	-0,05	0,00	
	BB	10	3,34	0,06	0,21			
V	AA	36	3,25 ^a	0,02	0,18			0,003 ^{**}
	AB	33	3,35 ^b	0,03	0,18	-0,02	0,08	
	BB	7	3,29	0,06	0,13			
VI	AA	19	3,24 ^a	0,04	0,19			0,003 ^{**}
	AB	18	3,37 ^b	0,04	0,19	0,01	0,14	
	BB	4	3,22 ^a	0,08	0,08			
≥VII	AA	15	3,29 ^a	0,03	0,14			0,030 [*]
	AB	17	3,19 ^b	0,03	0,15	0,02	-0,08	
	BB	11	3,24	0,06	0,08			
Просек	AA	402	3,28	0,01	0,19			0,017 [*]
	AB	329	3,26 ^a	0,01	0,18	-0,01	-0,03	
	BB	75	3,30 ^b	0,02	0,18			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Овим се елиминише утицај трајања лактације и добијају се поузданији и тачнији резултати за упоређивање млечности између генотипова. Највећи принос млека код свих генотипова је био од друге до пете лактације, и код крава AA генотипа се кретао од 8494 kg код четврте до 8580 kg код треће лактације, код крава AB генотипа од 8245 kg

код четврте до 8646 kg код друге лактације и код крава ББ генотипа од 8408 kg код друге до 9195 kg код треће лактације.

Табела 18. Показатељи количине млека у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима к-казеина

Лактација	Генотипови к-казеина	Количина млека, kg				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	97	8484,21	159,16	1467,37			0,160 ^{ns}
	AB	77	8284,81	181,00	1688,36	262,20	62,80	
	BB	18	7959,81	391,88	1569,19			
II	AA	92	8501,07	168,18	1625,78			0,800 ^{ns}
	AB	70	8646,25	188,81	1647,00	46,60	191,80	
	BB	13	8407,87	447,42	1277,70			
III	AA	77	8580,01	198,35	1847,06			0,431 ^{ns}
	AB	60	8479,86	224,70	1692,04	-307,28	-407,42	
	BB	12	9194,56	502,46	1133,28			
IV	AA	66	8494,02	182,23	1448,02			0,034 [*]
	AB	54	8245,04 ^a	201,46	1543,80	-331,15	-580,13	
	BB	10	9156,31 ^b	468,16	1323,30			
V	AA	36	8482,31	240,20	1631,04			0,385 ^{ns}
	AB	33	8081,23	250,88	1234,72	317,39	-83,69	
	BB	7	7847,54	544,72	1273,43			
VI	AA	19	8473,41	310,82	1377,52			0,430 ^{ns}
	AB	18	8012,13	310,82	1285,20	390,21	-71,07	
	BB	4	7693,00	659,00	1155,52			
≥VII	AA	15	8716,40 ^a	336,58	1008,18			0,007 ^{**}
	AB	17	8912,33 ^a	316,15	1490,25	640,95	836,88	
	BB	11	7434,50 ^b	582,96	1123,32			
Просек	AA	402	8516,12	78,02	1570,44			0,114 ^{ns}
	AB	329	8390,82	86,01	1589,74	68,25	-57,05	
	BB	75	8379,62	190,89	1405,37			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Међутим, између посматраних генотипова к-казеина није установљена статистички значајна разлика ($P>0,05$) код прве, друге, треће, пете, шесте лактације и просечне количине млека, док је статистички значајна разлика ($P<0,05$) установљена код четврте и статистички високо значајна разлика ($P<0,01$) код седме лактације. Код четврте лактације, разлика је забележена између крава хетерозиготног АБ генотипа и крава хомозиготног ББ генотипа, где су краве ББ генотипа оставиле већу количину млека за 911 kg у односу на краве АБ генотипа. Међутим, у седмој лактацији краве ББ генотипа су имале мању количину млека за 1282 kg у односу на краве АА генотипа и 1478 kg у односу на краве АБ генотипа.

Негативан ефекат адитивних гена је забележен код треће и четврте лактације, док је доминантан негативан ефекат забележен код треће, четврте, шесте лактације и просечне количине млека. Позитиван ефекат адитивних гена се кретао од 46,60 код друге до 640,95 код седме лактације, док се доминантан ефекат кретао од 62,80 код прве до 836,88 код седме лактације.

Количина млечне масти у стандардној лактацији крава различитих генитпова к-казеина је приказана у табели 19. Из табеле можемо да видимо да је статистички високо значајна разлика ($P<0,01$) установљена у четвртој и седмој лактацији између генотипова к-казеина. Код четврте и седме лактације установљена је разлика између крава АА и АБ и крава ББ генотипа, где су краве ББ генотипа имале већи принос млечне масти за 25 kg у односу на краве АА и 35 kg у односу на краве АБ генотипа, док су међутим у седмој лактацији ове краве имале мањи принос млечне масти за 42 kg у односу на краве АА и АБ генотипа. Просечан принос млечне масти је био скоро уједначен и кретао се од $264 \pm 43,05$ kg код крава ББ генотипа, $273 \pm 47,47$ kg код крава АА генотипа до $275 \pm 46,96$ kg код крава АБ генотипа.

Негативан ефекат адитивних и доминантних гена је забележен код друге, треће, четврте односно код треће и четврте лактације, и кретао се од -0,38 до 12,78 за адитивне и од -10,31 до -22,65 за доминантне гене. Најмањи позитиван ефекат адитивних и доминантних гена је забележен у првој лактацији (8,48 односно 2,77), док је највећи ефекат забележен у седмој лактацији (21,50 односно 20,72). Ефекат гена код просечног приноса млечне масти је за адитивне гене је био 4,57 и за доминантне гене 6,34.

Табела 19. Показатељи количине млечне масти у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима к-казеина

Лактација	Генотипови к-казеина	Количина млечне масти, kg				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	97	274,07	4,74	44,62			0,362 ^{ns}
	AB	77	268,36	5,39	49,19	8,48	2,77	
	BB	18	257,11	11,67	46,91			
II	AA	92	271,38	4,97	47,82			0,606 ^{ns}
	AB	70	278,76	5,59	49,42	-0,38	7,01	
	BB	13	272,13	13,24	35,54			
III	AA	77	278,20	6,00	47,82			0,588 ^{ns}
	AB	60	274,72	6,79	49,42	-6,84	-10,31	
	BB	12	291,87	15,19	35,54			
IV	AA	66	278,04 ^a	5,59	47,17			0,004 ^{**}
	AB	54	268,17 ^a	6,18	44,03	-12,78	-22,65	
	BB	10	303,60 ^b	14,36	40,47			
V	AA	36	271,97	7,11	47,96			0,608 ^{ns}
	AB	33	266,60	7,43	36,91	8,51	3,14	
	BB	7	254,95	16,13	38,52			
VI	AA	19	270,85	9,79	39,19			0,501 ^{ns}
	AB	18	267,59	9,79	45,18	13,55	10,29	
	BB	4	243,75	20,78	32,30			
≥VII	AA	15	283,24 ^a	8,98	26,19			0,002 ^{**}
	AB	17	282,46 ^a	8,44	41,60	21,50	20,72	
	BB	11	240,25 ^b	15,57	31,29			
Prosek	AA	402	273,53	2,33	47,46			0,222 ^{ns}
	AB	329	275,30	2,57	46,96	4,57	6,34	
	BB	75	264,40	5,72	43,05			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Процент млечне масти у стандардним лактацијама по генотиповима к-казеина је приказан у табели 20, из које можемо да видимо да статистички значајна разлика (P>0,05) између генотипова није установљена код прве, друге, четврте лактације и просечног процента млечне масти, док је статистички значајна разлика

($P < 0,05$) између генотипова установљена код треће и седме лактације, а статистички високо значајна разлика ($P < 0,01$) код пете и шесте лактације. Код треће лактације, краве рецесивног ББ генотипа су имале нешто већи проценат млечне масти (3,17%) у односу на краве доминантног АА (3,26%) и АБ (3,25%) генотипа, док су у шестој лактацији краве АБ генотипа имале већи проценат млечне масти (3,34%) у односу на краве АА (3,25%) и ББ (3,17%) генотипа. У петој и седмој лактацији краве хетерозиготног АБ генотипа су имале већи проценат млечне масти у односу на остала два генотипа, где је установљена статистички значајна разлика ($P < 0,05$) између крава АБ и АА генотипа, док између ББ генотипа није установљена статистичка разлика ($P > 0,05$).

Негативан ефекат адитивних и доминантних гена је забележен код друге, четврте и пете, односно четврте и седме лактације. Највећи позитиван ефекат гена је забележен код треће лактације (0,04) за адитивне и код шесте лактације (0,16) за доминантне гене.

Укупно остварена животна производња крава различитих генотипова к-казеина је приказана у табели 21. Статистички значајна разлика између различитих генотипова није установљена ($P > 0,05$) код животне производње процента млечне масти и броја лактација по крави у току живота. Међутим, статистички значајне разлике ($P < 0,05$) су установљене код броја лактацијских дана у животу краве и животног века краве, а статистички високо значајне разлике ($P < 0,01$) су установљене код животне производње млека, млечне масти и продуктивног живота краве. Код свих посматраних особина можемо да запазимо да су краве доминантног хетерозиготног АБ генотипа имале најбољу животну производњу и најбоље резултате током живота, док су краве рецесивног хомозиготног ББ генотипа оствариле најниже резултате у најмању животну производњу. У животној производњи млека, краве АБ генотипа су оствариле већи принос млека за 3467 kg и млечне масти за 97 kg у односу на краве АА генотипа и за 5191 kg млека и 142 kg млечне масти у односу на краве ББ генотипа.

Табела 20. Показатељи процента млечне масти у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима к-казеина

Лактација	Генотипови к-казеина	Процент млечне масти, %				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	97	3,24	0,01	0,20			0,855 ^{ns}
	AB	77	3,26	0,02	0,18	0,00	0,02	
	BB	18	3,24	0,04	0,16			
II	AA	92	3,20	0,01	0,18			0,470 ^{ns}
	AB	70	3,23	0,02	0,18	-0,02	0,01	
	BB	13	3,24	0,04	0,14			
III	AA	77	3,26 ^a	0,01	0,17			0,042 [*]
	AB	60	3,25 ^a	0,02	0,14	0,04	0,04	
	BB	12	3,17 ^b	0,04	0,16			
IV	AA	66	3,28	0,02	0,20			0,746 ^{ns}
	AB	54	3,27	0,02	0,20	-0,01	-0,02	
	BB	10	3,29	0,06	0,30			
V	AA	36	3,22 ^a	0,02	0,14			0,006 ^{**}
	AB	33	3,31 ^b	0,02	0,19	-0,01	0,07	
	BB	7	3,25	0,06	0,12			
VI	AA	19	3,20 ^a	0,04	0,10			0,003 ^{**}
	AB	18	3,34 ^b	0,04	0,24	0,02	0,16	
	BB	4	3,17 ^a	0,09	0,19			
≥VII	AA	15	3,26 ^a	0,03	0,18			0,043 [*]
	AB	17	3,18 ^b	0,03	0,11	0,01	-0,06	
	BB	11	3,23	0,06	0,12			
Просек	AA	402	3,25	0,01	0,18			0,119 ^{ns}
	AB	329	3,23	0,01	0,18	0,00	-0,02	
	BB	75	3,26	0,02	0,18			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Табела 21. Показатељи животне производње по генотиповима к-казеина

Особине	Генотипови к-казеина	Вредности				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
Животна производња млека, kg	AA	97	38639,08 ^a	1827,31	16126,4			
	AB	77	42106,12 ^b	2034,81	18259,1	861,98	4329,03	0,004 ^{**}
	BB	18	36915,11 ^a	4153,53	13262,2			
Животна производња млечне масти, kg	AA	97	1267,24 ^a	59,03	518,62			
	AB	77	1364,54 ^b	65,74	583,58	22,67	119,96	0,003 ^{**}
	BB	18	1221,89 ^a	134,19	447,57			
Животна производња млечне масти, %	AA	97	3,28	0,01	0,12			
	AB	77	3,24	0,01	0,13	-0,01	-0,05	0,083 ^{ns}
	BB	18	3,31	0,03	0,11			
Број лактација по крави	AA	97	4,33 ^a	0,19	1,48			
	AB	77	4,56 ^b	0,21	1,87	-0,02	0,21	0,051 ^{ns}
	BB	18	4,38 ^a	0,43	1,65			
Број лактацијских дана по крави	AA	97	1518,48 ^a	68,66	578,93			
	AB	77	1656,18 ^b	76,46	685,31	9,16	146,86	0,041 [*]
	BB	18	1500,16 ^a	156,08	600,0			
Продуктиван живот краве, дана	AA	97	1912,29 ^a	85,96	731,75			
	AB	77	2062,74 ^b	95,72	883,29	16,98	167,43	0,001 ^{**}
	BB	18	1878,33 ^a	195,39	762,43			
Животни век краве, дана	AA	97	2673,16 ^a	86,17	746,06			
	AB	77	2809,16 ^b	95,96	878,42	22,83	158,83	0,048 [*]
	BB	18	2627,50 ^a	95,88	779,73			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

У прилог овоме иде и чињеница да су краве AB генотипа имале и већи број лактација (4,56) и лактацијских дана (1656) у односу на краве AA (4,33 односно 4,38) и BB (1518 односно 1500) генотипа. Краве AB генотипа су у просеку имале већи број лактацијских дана за 138 односно 156 дана у односу на краве AA и AB генотипа. Такође, краве AB генотипа су имале дужи животни век и већи продуктиван живот у односу на краве хомозиготног AA и BB генотипа. Животни век краве, који се дефинише као период од

рођења до излучења је био дужи код крава АБ генотипа за 136 дана у односу на краве АА и за 182 дана у односу на краве ББ генотипа. Самим тим, и продуктиван живот краве који се дефинише као период од првог телења до излучења је био дужи за 150 односно 184 дана у односу на краве оба хомозиготна генотипа.

Код већине посматраних особина, ефекат адитивних и доминантних гена је био позитиван, осим код животне производње процента млечне масти (-0,01 односно -0,05) и броја лактација у животу краве (-0,02). Ефекат адитивних гена је био мањи од ефекта доминантних гена. Ефекат адитивних и доминантних гена за животну производњу млека је био 861,98 односно 4329,03 kg, за животну производњу млечне масти 22,67 односно 119,96 kg, за број лактацијских дана у животу краве 9,16 односно 146,86, за продуктиван живот краве 16,98 односно 167,43 и животни век краве 22,83 односно 158,83.

На основу свега изнетог, можемо да закључимо да су краве доминантног хетерозиготног АБ генотипа забележиле најбољу животну производњу код свих посматраних особина, затим следе краве доминантног хомозиготног АА генотипа, док су краве рецесивног хомозиготног ББ генотипа забележиле најлошију животну производњу.

5.2. β -лактоглобулин

У табели 22 приказана је фреквенција идентификованих генотипова и алела β -лактоглобулина у посматраној популацији крава. Код 185 крава, идентификована су три различита генотипа β -лактоглобулина: доминантни хомозигот АА код 37 крава, доминантни хетерозигот АБ код 106 крава и рецесивни хомозигот ББ код 42 краве. На основу броја идентификованих генотипова β -лактоглобулина, посматрана фреквенција ових генотипова је износила 0,20 за АА, 0,57 за АБ и 0,23 за ББ генотип.

Табела 22. Фреквенција генотипова и алелних облика β -лактоглобулина у посматраној популацији крава и Hardy-Weinbergov закон равнотеже

Фреквенција	Генотипови β -лактоглобулина			Фреквенција алела	
	АА	АБ	ББ	А	Б
Посматрана фреквенција	37	106	42		
Очекивана фреквенција	43,47	92,5	49,03		
	0,235	0,50	0,265	0,485	0,515
$\chi^2 = 0,203$		df = 2	P вредност = 0,903		

χ^2 = хи квадрат тест; df = степени слободe; P вредност = значајност.

На основу установљених фреквенција генотипова, а на основу Харду-Веинберговог закона равнотеже, установљене су и очекиване фреквенције генотипова у следећој генерацији, које су биле 0,23 за АА, 0,50 за АБ и 0,26 за ББ генотип. С обзиром на установљене разлике између посматраних и очекиваних фреквенција генотипова, може се констатовати да анализирана популација није била у равнотежи. На основу добијене вредности χ^2 теста и P вредности, такође се може закључити да се фреквенције генотипова посматране популације статистички значајно не разликују од оних фреквенција које се очекују.

Фреквенције алела А и Б, које су изведене из фреквенције генотипова износили су 0,485 за алел А и 0,515 за алел Б. На основу дибијених фреквенција алела које су биле скоро

исте, може се закључити да у испољавању посматраних особина подједнако преовладавају и рецесивни и доминантни гени.

Узраст јуница код прве успешне оплодње и узраст на првом телењу крава по генотиповима β -лактоглобулина је приказан у табели 23, из које се може видети да између крава различитих генотипова β -лактоглобулина није установљена статистички значајна разлика ($P>0,05$). Узраст јуница код прве успешне оплодње је била скоро уједанчена код свих генотипова овог протеина и кретала се од 470 дана код крава ББ генотипа до 478 дана код крава АБ генотипа, са стандарним девијацијама од 34 до 44 дана. Просечан узраст јуница код првог телења је била скоро идентична код свих генотипова β -лактоглобулина и кретала се између 753 и 757 дана са стандардним девијацијама од 30 до 50 дана. Код узраста на концепцији и узраста на телењу, ефекати гена су били веома мали, 1,56 односно 0,54 за адитивне и 7,18 односно 4,21 за доминантне гене.

Табела 23. Показатељи узраста код прве успешне концепције и узраста на првом телењу по генотиповима β -лактоглобулина

Генотипови β -Lg	Узраст, дана				Ефекат гена		P вредност
	N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
АА	37	472,64	7,00	33,97			
АБ	106	478,26	4,21	44,48	1,56	7,18	0,501 ^{ns}
ББ	42	469,53	6,65	44,65			
АА	37	753,16	6,92	49,61			
АБ	106	757,90	4,17	43,29	-0,54	4,21	0,632 ^{ns}
ББ	42	754,23	6,57	30,08			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, $P>0,05$ (^{ns}) – нема статистичке значајности.

Телесна маса телаци на рођењу је приказана у табели 24. Из табеле можемо да видимо да је статистички значајна разлика ($P<0,05$) у маси телаци забележена између крава ББ (40,19 kg) и крава АА (38,02 kg) и АБ (37,67 kg) генотипа на првом телењу. Код каснијих телења између крава различитих генотипова β -лактоглобулина није установљена статистички значајна разлика ($P>0,05$) у маси телаци на рођењу.

Табела 24. Показатељи телесне масе телади по генотиповима β -лактоглобулина

Телење	Генотипови β - Lg	Маса телади, kg				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	37	38,02 ^a	0,79	3,96			
	AB	106	37,67 ^a	0,47	4,91	-1,09	-1,44	0,019 [*]
	BB	42	40,19 ^b	0,75	5,38			
II	AA	36	40,72	0,76	5,16			
	AB	99	40,38	0,45	4,05	0,00	-0,34	0,895 ^{ns}
	BB	35	40,71	0,77	5,25			
III	AA	29	40,62	0,93	5,68			
	AB	87	40,93	0,54	4,66	-0,56	-0,24	0,697 ^{ns}
	BB	26	41,73	0,99	5,58			
IV	AA	24	41,33	0,10	4,90			
	AB	76	42,01	0,61	5,52	-0,65	0,04	0,709 ^{ns}
	BB	24	42,62	1,10	5,46			
V	AA	19	40,26	1,36	4,22			
	AB	41	41,12	0,92	6,45	0,21	1,07	0,750 ^{ns}
	BB	13	39,84	1,64	6,33			
VI	AA	12	40,00	1,53	6,52			
	AB	19	41,63	1,22	4,00	-0,43	1,21	0,709 ^{ns}
	BB	7	40,85	2,01	6,30			
≥VII	AA	8	42,25	1,70	3,65			
	AB	20	40,60	1,07	5,76	1,75	0,10	0,358 ^{ns}
	BB	8	38,75	1,70	2,43			
Просек	AA	165	40,15	0,40	4,99			
	AB	448	40,27	0,24	5,16	-0,36	-0,24	0,389 ^{ns}
	BB	155	40,87	0,41	5,41			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Просечна телесна маса телади се кретала у просеку од 40 до 42 kg са стандардним девијацијама око 5 kg, да би на крају просечна телесна маса телади била око 40 kg код сва три посматрана β -лактоглобулинска генотипа.

Ефекат адитивних и доминантних гена је био веома мали и кретао се од -1,09 односно -1,44 код првог телења до 1,75 односно 1,18 код седмог и шестог телења.

Број осемењавања по генотиповима β -лактоглобулина за успешну концепцију је приказан у табели 25. Између посматраних генотипова овог протеина није установљена статистички значајна разлика ($P>0,05$) у броју осемењавања за успешну концепцију код већине концепција, осим код четврте концепције, где је установљена статистички значајна разлика ($P<0,05$) између крава хетерозиготног АБ и крава хомозиготног ББ генотипа, где су краве хомозиготног ББ генотипа имале у просеку једно осемењавање више за успешну концепцију. Најмањи број осемењавања по успешној концепцији је био код прве концепције сва три генотипа и кретао се у просеку око 1,3 осемењавања по успешној концепцији, да би са повећањем редоследа телења растао и број потребних осемењавања за успешну концепцију на око 3 осемењавања. Просечан број осемењавања по успешној концепцији је био $2,40 \pm 1,64$ код крава АА, $2,46 \pm 1,94$ код крава АБ и $2,47 \pm 1,81$ код крава ББ генотипа.

Ефекат адитивних и доминантних гена је био веома мали и кретао се од -0,43 код пете до 0,56 код седме концепције за адитивне гене, и од -0,62 код четврте до 0,31 код друге концепције за доминантне гене.

Трајања стеоности код крава различитих генотипова β -лактоглобулина је приказано у табели 26, из које можемо да видимо да статистички значајна разлика није установљена ($P>0,05$) само код четврте и седме стеоности, док је статистички значајна разлика ($P<0,05$) установљена код прве и пете стеоности, а статистички високо значајна разлика ($P<0,01$) код друге, треће, шесте и просечног трајања стеоности. Код прве и друге стеоности, краве хомозиготног АА генотипа су имале краће трајање стеоности за око један до два дана у односу на краве остала два генотипа, док су код трајања треће стеоности и просечног трајања стеоности установљене значајне разлике између сва три генотипа, с тим да су краве АА генотипа имале најкраћи период стеоности, док су краве ББ генотипа имале најдуже трајање стеоности.

Табела 25. Показатељи броја осемењавања по генотиповима β -лактоглобулина

Концепција	Генотипови β - Lg	Број осемењавања				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	37	1,51	0,12	0,73			
	AB	106	1,32	0,07	0,67	0,05	-0,14	0,415 ^{ns}
	BB	42	1,41	0,11	0,97			
II	AA	36	2,16	0,30	1,44			
	AB	99	2,61	0,18	2,01	-0,15	0,31	0,391 ^{ns}
	BB	35	2,45	0,30	1,46			
III	AA	29	2,89	0,38	1,63			
	AB	87	3,02	0,22	2,25	0,14	0,27	0,678 ^{ns}
	BB	26	2,61	0,40	1,98			
IV	AA	24	2,87	0,38	1,89			
	AB	76	2,59 ^a	0,21	1,79	-0,34	-0,62	0,010 [*]
	BB	24	3,54 ^b	0,38	2,29			
V	AA	19	2,68	0,52	2,28			
	AB	41	3,07	0,35	2,37	-0,43	-0,04	0,584 ^{ns}
	BB	13	3,53	0,63	1,98			
VI	AA	12	2,75	0,59	1,54			
	AB	19	3,36	0,47	2,24	-0,20	0,42	0,721 ^{ns}
	BB	7	3,14	0,78	2,34			
≥VII	AA	8	3,12	0,60	1,80			
	AB	20	2,55	0,38	1,84	0,56	-0,01	0,434 ^{ns}
	BB	8	2,00	0,60	1,19			
Просек	AA	165	2,40	0,14	1,64			
	AB	448	2,46	0,08	1,94	-0,04	0,02	0,915 ^{ns}
	BB	155	2,47	0,15	1,81			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

У петој стеоности, забележене су разлике између крава AA и BB генотипа, у шестој између крава AB и крава AA и BB генотипа. Просечно трајање стеоности код крава AA генотипа је било око $277 \pm 6,31$ дана, код крава AB генотипа $278 \pm 3,36$ дана и код крава BB генотипа $279 \pm 6,29$ дана.

Табела 26. Показатељи трајања стеоности по генотиповима β -лактоглобулина

Стеоност	Генотипови β - Lg	Трајање стеоности, дана				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	37	276,16 ^a	0,83	5,71			
	AB	106	277,89 ^b	0,50	4,32	-1,15	0,58	0,011*
	BB	42	278,46 ^b	0,78	6,02			
II	AA	36	276,72 ^a	0,85	5,32			
	AB	99	278,73 ^b	0,51	5,02	-1,22	0,78	0,006**
	BB	35	279,17 ^b	0,86	5,13			
III	AA	29	274,82 ^a	1,14	9,02			
	AB	87	278,31 ^b	0,65	5,06	-3,19	0,31	0,000**
	BB	26	281,19 ^c	1,20	5,47			
IV	AA	24	276,79	1,87	4,48			
	AB	76	277,68	1,05	11,17	-1,73	-0,84	0,381 ^{ns}
	BB	24	280,25	1,87	4,16			
V	AA	19	280,42 ^a	1,38	5,09			
	AB	41	278,12	0,94	4,69	2,02	-0,28	0,026*
	BB	13	276,38 ^b	1,67	10,03			
VI	AA	12	281,08 ^a	1,24	4,79			
	AB	19	277,31 ^b	0,99	3,46	0,33	-3,44	0,002**
	BB	7	280,42 ^a	1,63	5,56			
≥VII	AA	8	277,00	2,72	6,80			
	AB	20	277,20	1,72	6,55	0,44	0,64	0,945 ^{ns}
	BB	8	276,12	2,72	10,84			
Просек	AA	165	277,03 ^a	0,49	6,31			
	AB	448	278,09 ^b	0,30	3,36	-1,06	0,00	0,000**
	BB	155	279,15 ^c	0,51	6,29			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Просечан ефекат адитивних гена се кретао од -3,19 код треће до 2,02 код пете стеоности, док се просечан ефекат доминантних гена кретао од -3,44 код шесте до 0,78 код друге стеоности.

Трајање сервис периода после сваког партуса код крава различитих генотипова β -лактоглобулина је приказано у табели 27, из које можемо да видимо да је статистички значајна разлика установљена само после четвртог партуса између крава АА и АБ генотипа. Сервис период код крава АА генотипа је трајао краће за око 63 дана у односу на краве ББ генотипа. После скоро сваког партуса, краве рецесивног ББ генотипа су имале увек краће трајање сервис периода у односу на остала два доминантна генотипа, док су краве хетерозиготног АБ генотипа у просеку имале дуже трајање сервис периода. Просечно трајање сервис периода код крава АА генотипа је било око $178 \pm 103,51$ дана, код крава АБ генотипа $190 \pm 110,88$ дана и крава ББ генотипа $184 \pm 91,55$ дана. Негативан ефекат адитивних гена је забележен код првог, четвртог, петог, седмог партуса и просечног трајања сервис периода, и кретао се од -3,02 до -31,28, док се ефекат доминантних гена кретао од 3,38 код другог до 38,50 код шестог партуса. Негативан ефекат доминантних гена је забележен само код четвртог и шестог партуса, док се позитиван ефекат код осталих лактација кретао од 2,38 код трећег до 27,56 код петог партуса.

Трајање међутелидбеног периода између сваког партуса је приказан у табели 28. Између посматраних генотипова β -лактоглобулина, статистички значајана разлика ($P < 0,05$) је забележена само после шестог партуса између крава рецесивног ББ генотипа и крава доминантних АА и АБ генотипова, док код осталих међутелидбених периода није забележена статистички значајна разлика ($P > 0,05$). За краве АА генотипа овај период се кретао од 434 дана после првог до 485 дана после шестог партуса, за краве генотипа АБ овај период се кретао од 448 дана после првог до 480 дана после другог партуса и код крава ББ генотипа овај период се кретао од 409 дана после шестог до 495 после четвртог партуса.

Табела 27. Показатељи трајања сервис периода по генотиповима β -лактоглобулина

Партус	Генотипови β - Lg	Трајање сервис периода, дана				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	37	157,94	16,40	90,35			0,883 ^{ns}
	AB	106	167,43	9,79	106,92	-3,41	6,08	
	BB	42	164,76	15,96	80,17			
II	AA	36	187,81	17,70	93,38			0,426 ^{ns}
	AB	99	205,75	10,38	105,81	3,38	21,32	
	BB	35	181,06	18,57	96,75			
III	AA	29	191,88	21,32	130,79			0,923 ^{ns}
	AB	87	188,36	12,00	107,99	5,90	2,38	
	BB	26	180,08	22,19	81,45			
IV	AA	24	168,65 ^a	27,29	93,15			0,050 [*]
	AB	76	199,37	15,89	132,90	-31,28	-0,56	
	BB	24	231,20 ^b	27,29	112,63			
V	AA	19	168,94	26,04	110,35			0,587 ^{ns}
	AB	41	201,66	19,60	110,89	-5,16	27,56	
	BB	13	179,25	37,96	82,82			
VI	AA	12	219,75	32,65	110,89			0,371 ^{ns}
	AB	19	178,00	23,09	86,98	38,50	-3,25	
	BB	7	142,75	46,18	67,66			
≥VII	AA	8	176,83	44,00	111,40			0,842 ^{ns}
	AB	20	208,45	32,49	103,55	-12,94	18,68	
	BB	8	202,71	40,73	98,59			
Просек	AA	165	177,65	8,75	103,51			0,462 ^{ns}
	AB	448	190,03	5,32	110,88	-3,02	9,36	
	BB	155	183,68	9,24	91,55			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Краве доминантног хетерозиготног AB генотипа су имале у већини међутелидбених периода увек дужи овај период у односу на краве преостала два генотипа. Просечно трајање међутелидбеног периода је било око 448 дана код крава AA генотипа, око 463 дана код крава AB генотипа и око 453 дана код крава BB генотипа.

Табела 28. Показатељи трајања међутелидбеног периода по генотиповима β -лактоглобулина

Партус	Генотипови β - Lg	Трајање међутелидбеног периода, дана				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	36	434,66	13,34	91,21			0,623 ^{ns}
	AB	99	448,56	9,85	107,50	0,92	14,82	
	BB	35	432,82	16,58	73,39			
II	AA	29	456,58	18,70	92,63			0,433 ^{ns}
	AB	87	480,50	10,79	104,77	-1,59	22,33	
	BB	26	459,76	19,75	95,09			
III	AA	24	453,16	20,19	104,79			0,902 ^{ns}
	AB	76	457,84	11,34	101,81	-6,33	-1,66	
	BB	24	465,83	20,19	81,77			
IV	AA	19	451,78	22,43	94,31			0,466 ^{ns}
	AB	41	466,24	15,27	101,30	-21,73	-7,26	
	BB	13	495,23	27,12	90,78			
V	AA	12	427,08	28,49	91,31			0,506 ^{ns}
	AB	19	469,78	22,64	105,80	-15,00	27,67	
	BB	7	457,14	37,30	89,25			
VI	AA	8	485,37 ^a	32,57	102,76			0,042 [*]
	AB	20	467,85 ^a	20,60	99,78	38,00	20,48	
	BB	8	409,37 ^b	32,57	49,32			
Просек	AA	128	448,10 ^a	8,70	94,56			0,053 ^{ns}
	AB	342	463,17 ^b	5,32	104,25	-2,48	12,59	
	BB	113	453,06	9,26	83,70			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,05 (^{*}) – статистички значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Негативан ефекат адитивних и доминантних гена је забележен код трећег, четвртог и петог, односно код трећег и четвртог партуса. Просечан ефекат адитивних гена за трајање међутелидбеног периода је био -2,48 док је ефекат доминантних гена био 12,58.

Трајање лактација по генотиповима β -лактоглобулина је приказано у табели 29, из које можемо да видимо да у већини лактација није установљена статистички

значајна разлика ($P > 0,05$) између крава АА, АБ и ББ генотипа, док је једино у шестој лактацији установљена статистички значајна разлика ($P < 0,05$) између крава доминантног АА и АБ и крава рецесивног ББ генотипа, где су краве ББ генотипа имале дуже трајање ове лактације. За краве АА генотипа период трајања лактације се кретао од 347 дана код прве па до 390 дана код шесте лактације, за краве АБ генотипа овај период се кретао од 257 дана код шесте до 403 дана код пете лактације и код крава ББ генотипа овај период се кретао од 358 дана код пете до 402 дана код седме лактације. Међутим, просечано трајање лактације код крава АА генотипа је било $366 \pm 97,88$ дана, код крава АБ генотипа $370 \pm 103,64$ дана и крава ББ генотипа $371 \pm 88,18$ дана, чији је адитиван ефекат гена био 2,56 а доминантан ефекат 1,35.

Негативан ефекат адитивних гена је забележен код прве, четврте, шесте и седме лактације, и кретао се од -2,76 код шесте до -24,50 код четврте лактације, док је негативан ефекат доминантних гена забележен код друге, треће, четврте и шесте лактације и кретао се од -0,11 код друге до -136 код шесте лактације. Позитиван ефекат адитивних гена се кретао од 2,97 код пете до 4,44 код треће, а доминантан ефекат од 0,11 код прве до 41,66 код пете лактације.

Количина млека у стварним лактацијама код крава различитих генотипова β -лактоглобулина је приказана у табели 30. Статистички значајна разлика ($P < 0,05$) је установљена код пете лактације између крава АБ и ББ генотипа, где су краве АБ генотипа имале већу количину млека за 1704 kg у односу на краве ББ генотипа. Просечно, највећи принос млека су имале краве доминантног хетерозиготног АБ генотипа (9517 kg), затим следе краве доминантног хомозиготног АА генотипа (9418 kg) док су краве рецесивног генотипа ББ оствариле најмањи принос млека (9248 kg).

Табела 29. Показатељи дужине трајања лактација по генотиповима β -лактоглобулина

Лактација	Генотипови β - Lg	Трајање лактације, дана				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	37	346,78	14,87	85,62			0,683 ^{ns}
	AB	106	355,84	8,98	96,67	-8,95	0,11	
	BB	42	364,68	14,13	77,66			
II	AA	36	383,88	14,96	84,60			0,931 ^{ns}
	AB	99	379,77	9,02	93,18	4,00	-0,11	
	BB	35	375,88	15,17	84,84			
III	AA	29	377,41	17,68	106,07			0,740 ^{ns}
	AB	87	361,81	10,20	95,21	4,44	-11,16	
	BB	26	368,53	18,67	81,48			
IV	AA	24	349,79 ^a	21,60	78,94			0,054 ^{ns}
	AB	76	367,19	12,13	113,25	-24,50	-7,10	
	BB	24	398,79 ^b	21,60	104,22			
V	AA	19	364,31	29,21	132,70			0,394 ^{ns}
	AB	41	403,00	19,80	135,91	2,97	41,66	
	BB	13	358,38	35,32	81,48			
VI	AA	12	389,91 ^a	27,08	134,69			0,012 [*]
	AB	19	256,63 ^a	21,52	66,76	-2,76	-136,0	
	BB	7	395,42 ^b	35,45	68,60			
≥VII	AA	8	356,50	41,86	74,79			0,734 ^{ns}
	AB	20	387,15	26,47	128,64	-22,56	8,09	
	BB	8	401,62	41,86	124,90			
Просек	AA	165	366,32	7,47	97,88			0,883 ^{ns}
	AB	448	370,22	4,72	103,64	-2,56	1,35	
	BB	155	371,43	8,01	88,18			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Највећи принос млека код сва три β -лактоглобулинска генотипа је забележен у другој, трећој и четвртој лактацији, да би се касније са порастом редоследа лактација та количина смањивала. Количина млека у стварним лактацијама код крава AA генотипа

се кретала од 9191 kg код седме до 10534 kg код треће лактације, код крава АБ генотипа од 7653 kg код седме до 10196 kg код пете лактације и код крава ББ генотипа од 7862 kg код шесте до 10133 kg код треће лактације.

Табела 30. Показатељи количине млека у стварним лактацијама по генотиповима β -лактоглобулина

Лактација	Генотипови β - Lg	Количина млека, kg				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	АА	37	8408,62	400,55	1886,60			
	АБ	106	8880,23	241,24	2678,38	-65,94	405,66	0,533 ^{ns}
	ББ	42	8540,51	380,51	2197,78			
II	АА	36	10148,72	410,38	2450,14			
	АБ	99	10022,77	247,47	2518,19	208,49	82,54	0,759 ^{ns}
	ББ	35	9731,74	416,20	2307,13			
III	АА	29	10533,72	453,99	2513,07			
	АБ	87	9868,64	262,11	2544,10	401,47	-263,6	0,381 ^{ns}
	ББ	26	9730,77	479,46	1973,37			
IV	АА	24	9473,33	540,21	1973,91			
	АБ	76	9711,82	303,57	2735,38	-329,7	-91,47	0,677 ^{ns}
	ББ	24	10133,25	540,21	2924,28			
V	АА	19	9111,79	774,56	3463,82			
	АБ	41	10196,3 ^a	527,28	3537,25	309,71	1394,2	0,046 [*]
	ББ	13	8492,38 ^b	936,40	2605,75			
VI	АА	12	8834,41	724,91	2693,69			
	АБ	19	8404,78	576,10	2382,74	486,00	56,36	0,717 ^{ns}
	ББ	7	7862,42	949,14	2539,79			
≥VII	АА	8	8191,25	1008,45	2016,16			
	АБ	20	7653,20	637,80	3005,91	-389,6	-927,68	0,544 ^{ns}
	ББ	8	8970,50	1008,45	3124,91			
Просек	АА	165	9418,04	207,64	2518,14			
	АБ	448	9516,91	126,58	2784,69	85,09	183,95	0,554 ^{ns}
	ББ	155	9247,87	214,93	2467,86			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Код већине лактација забележен је позитиван ефекат адитивних и доминантних гена, осим код прве (-65,95), четврте (329,7) и седме (-389,6) за адитивне и трећа (-263,6), четврта (-91,47) и седма (-927,68) за доминантне гене. Позитиван ефекат адитивних гена се кретао од 208,49 код друге до 486 код шесте лактације, а за доминантне од 82,54 код друге до 1394,2 код пете лактације. Просечан ефекат адитивних гена је био 85,09 а доминантних 183,59.

Количина млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима β -лактоглобулина је приказана у табели 31, из које се може видети да између посматраних протеинских генотипова није установљена статистички значајна разлика ($P>0,05$) у овој особини. Међутим, оно што се може приметити јесте да су краве рецесивног ББ генотипа оствариле мањи принос млечне масти код већине лактација у односу на краве остала два генотипа, док су краве доминантног хомозиготног АА генотипа код већине лактација имале највећи принос млечне масти. Принос млечне масти се кретао од 271 до 338 kg код крава АА генотипа, од 261 до 338 kg код крава АБ генотипа, и од 261 до 333 kg код крава ББ генотипа. Просечан принос млечне масти је био око $307 \pm 80,79$ kg код крава АА, око $310 \pm 90,86$ kg код крава АБ и око $304 \pm 81,99$ kg код крава ББ генотипа. Адитивни ефекат гена се кретао се од -13,71 код четврте до 18,08 код шесте лактације, док се ефекат доминантних гена кретао од -28,11 код седме до 43,05 код пете лактације. Пресечан ефекат гена је био 1,59 за адитивне и 5,01 за доминантне.

Процент млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима β -лактоглобулина је приказан у табели 32. Статистички значајна разлика између генотипова β -лактоглобулина није установљена ($P>0,05$) код четврте лактације и просечног процента млечне масти, док је статистички високо значајна разлика ($P<0,01$) установљена код друге, треће, пете и шесте лактације и статистички значајна разлика ($P<0,05$) код седме лактацији. У другој лактацији краве рецесивног ББ генотипа су имале нешто већи проценат млечне масти (3,29%) у односу на краве доминантног АА (3,22%) и АБ (3,27%) генотипа, док су у петој лактацији краве АБ генотипа имале већи проценат млечне масти (3,35%) у односу на краве АА генотипа (3,25%).

Табела 31. Показатељи количине млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима β -лактоглобулина

Лактација	Генотипови β -Lg	Количина млечне масти, kg				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	37	271,21	12,74	62,13			
	AB	106	286,84	7,67	83,56	-4,80	10,84	0,571 ^{ns}
	BB	42	280,80	12,10	74,15			
II	AA	36	330,83	13,37	75,39			
	AB	99	324,07	8,06	82,06	6,59	-0,17	0,787 ^{ns}
	BB	35	317,65	13,56	79,86			
III	AA	29	338,27	14,72	80,48			
	AB	87	321,75	8,50	83,34	10,29	-6,23	0,558 ^{ns}
	BB	26	317,69	15,53	61,87			
IV	AA	24	306,08	17,76	60,29			
	AB	76	319,67	9,98	90,44	-13,73	-0,14	0,551 ^{ns}
	BB	24	333,54	17,76	97,56			
V	AA	19	303,42	26,15	118,78			
	AB	41	338,87 ^a	17,87	118,79	7,60	43,05	0,058 ^{ns}
	BB	13	288,23 ^b	31,62	87,37			
VI	AA	12	297,16	23,56	87,37			
	AB	19	273,78	18,72	75,51	18,08	-5,30	0,607 ^{ns}
	BB	7	261,00	30,85	88,18			
≥VII	AA	8	283,50	34,22	62,76			
	AB	20	261,20	21,64	106,14	-5,81	-28,11	0,671 ^{ns}
	BB	8	295,12	34,22	98,22			
Просек	AA	165	307,27	6,77	80,79			
	AB	448	310,69	4,13	90,86	1,59	5,01	0,701 ^{ns}
	BB	155	304,09	7,01	81,99			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности.

Између крава хетерозиготног AB генотипа и крава хомозиготног AA и BB генотипа установљене су разлике у петој и шестој лактацији, где су краве AB генотипа имале мањи проценат млечне масти за 0,17 и 0,24% у односу на краве AA и BB генотипа.

Табела 32. Показатељи процента млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима β -лактоглобулина

Лактација	Генотипови β - Lg	Процент млечне масти, %				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	37	3,21 ^a	0,02	0,17			0,014 [*]
	AB	106	3,27 ^b	0,01	0,18	-0,01	0,05	
	BB	42	3,23	0,02	0,12			
II	AA	36	3,29 ^a	0,03	0,24			0,000 ^{**}
	AB	99	3,23 ^b	0,01	0,18	-0,03	-0,09	
	BB	35	3,35 ^c	0,03	0,19			
III	AA	29	3,28 ^a	0,03	0,16			0,000 ^{**}
	AB	87	3,29 ^a	0,01	0,18	0,04	0,06	
	BB	26	3,19 ^b	0,03	0,11			
IV	AA	24	3,24	0,03	0,18			0,635 ^{ns}
	AB	76	3,21	0,01	0,16	0,00	-0,04	
	BB	24	3,25	0,03	0,12			
V	AA	19	3,42 ^a	0,04	0,25			0,000 ^{**}
	AB	41	3,25 ^b	0,03	0,16	-0,04	-0,21	
	BB	13	3,49 ^a	0,05	0,26			
VI	AA	12	3,28 ^a	0,05	0,21			0,001 ^{**}
	AB	19	3,44 ^b	0,04	0,21	0,00	0,16	
	BB	7	3,28 ^a	0,07	0,08			
≥VII	AA	8	3,25 ^a	0,06	0,15			0,047 [*]
	AB	20	3,40 ^b	0,04	0,22	-0,06	0,09	
	BB	8	3,37	0,06	0,17			
Просек	AA	165	3,27	0,01	0,20			0,585 ^{ns}
	AB	448	3,27	0,01	0,19	-0,01	-0,01	
	BB	155	3,29	0,01	0,18			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

За разлику од пете лактације, у шестој лактацији ове краве хомозиготног генотипа су оствариле већи проценат млечне масти за 0,16% у односу на краве оба хомозиготна генотипа. Код прве и седме лактације забележене су разлике у проценту млечне масти између крава AA и AB генотипа, где су краве AB генотипа имале већи проценат млечне

масти за 0,05 односно 0,06 у односу на краве АА генотипа. У трећој лактацији, статистичке разлике су забележене између крава сва три генотипа овог протеина, где су краве ББ генотипа имале највећи проценат млечне масти за разлику од крава АБ генотипа које су имале најмањи проценат млечне масти у овој лактацији. У четвртој лактацији, у проценту млечне масти су се разликовале краве доминантног АА и АБ генотипа у односу на краве рецесивног ББ генотипа. Међутим, упркос утврђеним значајним статистичким разликама у проценту млечне масти код лактација, између ова три генотипа није установљена значајна разлика у просечном проценту млечне масти у млеку. Стандардне девијације су се код сва три генотипа у просеку кретале од 0,12 до 0,21%.

Ефекат гена се кретао од -0,06 до 0,04 за адитивне и од -0,21 до 0,16 за доминантне.

Количина млека у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима β -лактоглобулина је приказана у табели 33, у циљу добијања тачније оцене млечних особина. У количини млека између крава различитих генотипова β -лактоглобулина установљене су статистички високо значајна разлике ($P < 0,01$) код прве, друге, треће, четврте и шесте лактације и статистички значајна разлика ($P < 0,05$) код седме лактације, док код пете лактације није установљена статистички значајна разлика ($P > 0,05$) између генотипова.

У првој лактацији, сва три генотипа овог протеина су се међусобно разликовала у количини млека, где су краве ББ генотипа имале највећи принос млека (8782 kg), а потом краве АБ (8187 kg) и АА (7417 kg) генотипа. У другој лактацији, краве АБ генотипа су имале већи принос млека за 762 kg у односу на краве ББ генотипа, док су у трећој лактацији краве АА генотипа имале већи принос млека у односу на краве АБ и ББ генотипа за 819 kg односно 336 kg. У четвртој, шестој и седмој лактацији утврђене су статистички значајне разлике између крава доминантног АА и АБ генотипа и крава рецесивног ББ генотипа, где су краве рецесивног генотипа у четвртој лактацији имале већи принос млека за 926 kg у односу на краве АА и 498 kg у односу на краве АБ генотипа, док су у шестој и седмој лактацији ове краве имале најмањи принос млека.

Табела 33. Показатељи количине млека у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима β -лактоглобулина

Лактација	Генотипови β - Lg	Количина млека, kg				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	37	7417,38 ^a	211,22	976,32			
	AB	106	8187,51 ^b	127,21	1416,91	-682,44	87,69	0,000 ^{**}
	BB	42	8782,25 ^c	200,65	1173,70			
II	AA	36	8635,08	261,00	1158,83			
	AB	99	8968,52 ^a	157,39	1517,35	214,67	548,11	0,001 ^{**}
	BB	35	8205,74 ^b	264,70	2006,80			
III	AA	29	8674,88 ^a	255,13	1357,53			
	AB	87	7855,74 ^b	147,30	1388,00	168,05	-651,09	0,000 ^{**}
	BB	26	8338,78 ^b	269,44	1343,16			
IV	AA	24	8484,51 ^a	284,61	1246,60			
	AB	76	8912,30 ^a	159,93	1493,06	-462,99	-35,20	0,005 ^{**}
	BB	24	9410,49 ^b	284,61	1185,06			
V	AA	19	8742,35	364,80	1520,52			
	AB	41	9027,12	248,34	1702,71	195,67	480,43	0,398 ^{ns}
	BB	13	8351,02	441,03	1272,08			
VI	AA	12	8968,50 ^a	572,99	2173,42			
	AB	19	8264,08 ^a	455,37	1991,66	1178,36	473,93	0,002 ^{**}
	BB	7	6611,79 ^b	750,23	1556,48			
≥VII	AA	8	8112,32 ^a	552,17	1408,76			
	AB	20	7397,91 ^a	349,22	1613,01	831,01	116,60	0,011 [*]
	BB	8	6450,30 ^b	552,17	1565,98			
Просек	AA	165	8358,37	121,22	1402,71			
	AB	448	8465,95	73,90	1586,51	-29,84	77,74	0,743 ^{ns}
	BB	155	8418,06	125,48	1627,47			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (**)-статистички високо значајно; P<0,05 (*)-статистички значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Принос млека код крава AA генотипа се кретао од 7417 kg код прве до 8968 kg код шесте лактације, код крава AB генотипа од 7398 kg код седме до 9027 kg код пете лактације и код крава BB генотипа од 6450 kg код седме до 9410 kg код четврте лактације. Међутим просечан принос млека у стандардној лактацији је био 8358 ± 1402,71 kg код крава AA

генотипа, $8466 \pm 1586,51$ kg код крава АБ генотипа и $8418 \pm 1627,47$ kg код крава ББ генотипа.

Негативан ефекат адитивних гена је забележен код прве (-682,44), четврте (462,99) лактације и просечне количине млека (-29,84), док је доминантан негативни ефекат гена забележен код треће (651,09) и четврте (35,20) лактације, а позитиван ефекат адитивних гена се кретао од 195,67 код пете до 831,01 код седме лактације, а доминантан ефекат од 77,74 код просечне количине млека до 548,11 код друге лактације.

Количина млечне масти у стандардној лактацији од 305 дана код крава различитих генотипова β -лактоглобулина је приказана у табели 34. Као и код количине млека, и овде су забележене статистички високо значајна разлике ($P < 0,01$) између крава код прве, треће, четврте и шесте лактације и статистички значајна разлика ($P < 0,05$) код седме лактације, док код друге лактације нису установљене статистички значајне разлике ($P > 0,05$) између крава различитих генотипова. У првој лактацији, разлике су забележене између крава сва три генотипа β -лактоглобулина, где су краве ББ генотипа имале највећи принос млечне масти (281,33 kg), затим следе краве АБ (264,69 kg) и АА (236 kg) генотипа. У другој лактацији, краве АБ генотипа су имале већи принос млека за око 16 kg у односу на краве ББ генотипа, док су у трећој лактацији краве АА генотипа имале већи принос млека за 26 kg у односу на краве АБ и за 19 kg у односу на краве ББ генотипа. У четвртој, шестој и седмој лактацији утврђене су значајне разлике између крава доминантног АА и АБ генотипа и крава рецесивног ББ генотипа, где су краве рецесивног генотипа ББ у четвртој лактацији имале већи принос млечне масти за 28 kg у односу на краве АА и 19 kg у односу на краве АБ генотипа, док су у шестој и седмој лактацији ове краве имале мањи принос млека у односу на краве АА (72 односно 62 kg) и АБ (45 односно 35 kg) генотипа. Просечан принос млечне масти се кретао од 271 kg код крава АА до 773 kg код крава АБ и ББ генотипа, са стандардним девијацијама од 44,81 до 49,91 kg.

Табела 34. Показатељи количине млечне масти у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима β -лактоглобулина

Лактација	Генотипови β - Lg	Количина млечне масти, kg				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	37	236,03 ^a	5,85	26,95	-22,65	6,01	0,000 ^{**}
	AB	106	264,69 ^b	3,52	38,97			
	BB	42	281,33 ^c	5,56	33,64			
II	AA	36	279,71	8,06	34,51	4,20	11,69	0,053 ^{ns}
	AB	99	287,20 ^a	4,86	45,96			
	BB	35	271,31 ^b	8,18	64,74			
III	AA	29	282,07 ^a	7,69	44,38	9,29	-17,11	0,000 ^{**}
	AB	87	255,68 ^b	4,44	41,34			
	BB	26	263,50 ^b	8,12	38,15			
IV	AA	24	273,02 ^a	8,46	40,40	-14,34	-4,14	0,002 ^{**}
	AB	76	283,22 ^a	4,75	44,25			
	BB	24	301,70 ^b	8,46	32,06			
V	AA	19	294,60	11,41	51,36	2,08	-2,76	0,939 ^{ns}
	AB	41	289,76	7,76	49,69			
	BB	13	290,44	13,79	47,37			
VI	AA	12	289,13 ^a	17,62	62,48	36,01	26,75	0,001 ^{**}
	AB	19	279,87 ^a	14,00	62,82			
	BB	7	217,12 ^b	23,07	52,41			
≥VII	AA	8	260,01 ^a	16,33	40,17	22,30	12,59	0,013 [*]
	AB	20	250,30 ^a	10,32	49,47			
	BB	8	215,42 ^b	16,33	42,44			
Просек	AA	165	270,80	3,64	44,81	-1,42	1,21	0,807 ^{ns}
	AB	448	273,43	2,22	46,41			
	BB	155	273,64	3,77	49,91			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Негативан ефекат адитивних гена је забележен код прве, четврте лактације и просечне количине млечне масти, а негативан доминантни ефекат код треће, четврте и пете лактације, и кретао се од -1,42 до -22,65 за адитивне и од -2,76 до -17,11 за доминантне гене. Позитиван ефекат адитивних гена се кретао од 2,08 код пете до 36,01 код шесте

лактације, и ефекат доминантних гена од 1,21 код просечне количине млечне масти до 26,75 код шесте лактације.

Процент млечне масти у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима β -лактоглобулина је приказан у табели 35, из које можемо да видимо да статистички значајне разлике нису установљене између крава различитих генотипова β -лактоглобулина у четвртој лактацији и просечном проценту млечне масти, док су статистички високо значајне разлике ($P < 0,01$) између генотипова у овој особини установљене у другој, трећој, петој, шестој и седмој лактацији и статистички значајна разлика ($P < 0,05$) у првој лактацији. У првој лактацији, краве АА генотипа су имале мањи проценат млечне масти (3,19 %) у односу на краве АБ генотипа (3,25%). Краве хомозиготног ББ генотипа су у другој лактацији имале већи (3,31%), а у трећој лактацији мањи (3,17%) проценат млечне масти у односу на краве остала два генотипа. У петој лактацији, краве хетерозиготног АБ генотипа су имале најмањи (3,22%), а у шестој највећи (3,41%) проценат млечне масти у односу на краве хомозиготног АА и ББ генотипа. У седмој лактацији краве доминантног АА генотипа су имале мањи проценат млечне масти (3,21%) у односу на краве АБ (3,41%) и ББ (3,37%) генотипа. Просечан проценат млечне масти се кретао од 3,24% код крава доминантног генотипа до 3,26% код крава рецесивног генотипа са стандардним девијацијама од 0,01 до 0,02%.

Негативан ефекат адитивних гена је забележен код прве, друге и четврте лактације, док је негативан ефекат доминантних гена забележен код друге, четврте, пете и просечног процента млечне масти.

Табела 35. Показатељи процента млечне масти у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима β -лактоглобулина

Лактација	Генотипови β - Lg	Процент млечне масти, %				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	37	3,19 ^a	0,02	0,17			0,027*
	AB	106	3,25 ^b	0,01	0,18	-0,01	0,05	
	BB	42	3,21	0,02	0,16			
II	AA	36	3,25 ^a	0,03	0,23			0,000**
	AB	99	3,21 ^a	0,01	0,17	-0,03	-0,07	
	BB	35	3,31 ^b	0,03	0,20			
III	AA	29	3,25 ^a	0,02	0,16			0,000**
	AB	87	3,26 ^a	0,01	0,17	0,04	0,05	
	BB	26	3,17 ^b	0,03	0,09			
IV	AA	24	3,22	0,03	0,18			0,528 ^{ns}
	AB	76	3,18	0,01	0,15	0,01	-0,03	
	BB	24	3,21	0,03	0,13			
V	AA	19	3,37 ^a	0,04	0,23			0,000**
	AB	41	3,22 ^b	0,03	0,16	-0,05	-0,21	
	BB	13	3,48 ^a	0,05	0,26			
VI	AA	12	3,24 ^a	0,05	0,21			0,004**
	AB	19	3,41 ^b	0,04	0,22	-0,01	0,16	
	BB	7	3,27 ^a	0,07	0,08			
≥VII	AA	8	3,21 ^a	0,07	0,11			0,004**
	AB	20	3,41 ^b	0,04	0,24	-0,08	0,12	
	BB	8	3,37 ^b	0,07	0,17			
Просек	AA	165	3,24	0,01	0,20			0,609 ^{ns}
	AB	448	3,24	0,01	0,18	-0,01	-0,01	
	BB	155	3,26	0,02	0,18			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Укупно остварена животна производња крава различитих генотипова β -лактоглобулина је приказана у табели 36. Из табеле се може видети да су статистички високо значајне разлике (P<0,01) забележене између крава доминантног AA и AB и крава рецесивног BB генотипа код животне производње млека и млечне масти,

продуктивног живота краве и животног века краве, статистички значајна разлика ($P < 0,05$) код броја лактација и лактацијских дана краве, док код животне производње процента млечне масти није забележена статистички значајна разлика ($P > 0,05$) између генотипова β -лактоглобулина.

Код свих посматраних особина може се приметити да су краве доминантног хомозиготног АА генотипа биле најдуговечније, имале најбољу животњу производњу и најбоље резултате током живота, док су краве рецесивног ББ генотипа имале најкраћи животни век и оствариле најниже резултате и најмању животну производњу.

У животној производњи млека, забележена су значајне разлике између крава доминантног АА и АБ и крава рецесивног ББ генотипа, где су краве ББ генотипа оствариле нижу производњу млека за 8099 kg и млечне масти за 255 kg у односу на краве АА генотипа и за 6793 kg млека и за 213 kg млечне масти у односу на краве АБ генотипа. Краве рецесивног генотипа су имале и мањи број лактација за 0,75 и лактацијских дана за 279 дана у односу на краве АА генотипа, и за 0,63 броја лактација и за 224 лактацијска дана у односу на краве АБ генотипа.

Краве рецесивног ББ генотипа су имале краћи животни век и краћи продуктиван живот у односу на краве доминантног АА и АБ генотипа. Животни век краве је био мањи за 447 дана у односу на краве АА и за 405 дана у односу на краве АБ генотипа, тако да су краве рецесивног генотипа имале и мањи број продуктивних дана за 445 и 395 дана у односу на краве доминантног АА и АБ генотипа.

Код свих посматраних особина, ефекат адитивних и доминантних гена је био позитиван, где је ефекат адитивних гена код свих особина био убедљиво већи од ефекта доминантних гена. Ефекат адитивних и доминантних гена за животну производњу млека је био 4049,8 односно 2743,4, за животну производњу млечне масти 127,30 односно 85,74, за животну производњу процента млечне масти 0,05 односно 0,02, за број лактација 0,38 односно 0,26, за број лактацијских дана у животу краве 139,53 односно 85,45 за продуктиван живот краве 222,45 односно 173,54 и животни век краве 223,26 односно 181,48.

Табела 36. Показатељи животне производње по генотиповима β -лактоглобулина

Особине	Генотипови β - Lg	Вредности				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
Животна производња млека, kg	AA	37	42250,9 ^a	2908,71	18495,4			0,005 ^{**}
	AB	106	40944,3 ^a	1751,86	16862,2	4049,8	2743,4	
	BB	42	34151,2 ^b	2763,18	18957,6			
Животна производња млечне масти, kg	AA	37	1379,02 ^a	94,14	596,04			0,006 ^{**}
	AB	106	1337,46 ^a	56,70	545,57	127,30	85,74	
	BB	42	1124,43 ^b	89,43	616,38			
Животна производња млечне масти,%	AA	37	3,27	0,02	0,13			0,276 ^{ns}
	AB	106	3,27	0,01	0,13	0,05	0,02	
	BB	42	3,30	0,02	0,17			
Број лактација по крави	AA	37	4,62 ^a	0,29	1,84			0,012 [*]
	AB	106	4,50 ^a	0,17	1,70	0,38	0,26	
	BB	42	3,87 ^b	0,27	1,87			
Број лактацијских дана по крави	AA	37	1651,97 ^a	106,30	625,72			0,011 [*]
	AB	106	1597,90 ^a	64,02	630,54	139,53	85,45	
	BB	42	1372,92 ^b	100,98	702,86			
Продуктиван живот краве, дана	AA	37	2052,78 ^a	130,08	814,55			0,000 ^{**}
	AB	106	2003,87 ^a	80,34	773,65	222,45	173,54	
	BB	42	1607,89 ^b	126,70	812,72			
Животни век краве, дана	AA	37	2801,59 ^a	130,25	818,78			0,000 ^{**}
	AB	106	2759,81 ^a	80,44	774,25	223,26	181,48	
	BB	42	2355,07 ^b	126,86	811,57			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

На основу приказане животне производње краве сва три генотипа β -лактоглобулина, може се закључити да су краве доминантног AA хомозиготног генотипа забележиле најбоље животне резултате, затим следе краве доминантног хетерозиготног AB генотипа, док су краве рецесивног BB генотипа забележиле најлошије животне резултате.

5.3. Трансферин

Фреквенција идентификованих генотипова и алелних облика трансферина у посматраној популацији крава приказана је у табели 37. Код 248 краве, идентификовано је 10 различитих генотипова трансферина, од којих су 4 хомозиготна (АА, Д1Д1, Д2Д2, ЕЕ) и 6 хетерозиготних (АД1, АД2, АЕ, Д1Д2, Д1Е, Д2Е) генотипова. Највећи број генотипова трансферина који је идентификован у популацији је АД2 генотип који је идентификован код 72 краве, затим следе генотип Д1Д2 који је идентификован код 49 крава, генотип Д2Д2 који је идентификован код 42 краве, генотип АД1 који је идентификован код 28 крава, генотип АА који је идентификован код 20 крава, генотипови Д2Е и АЕ који су идентификовани код 16 односно 10 крава и генотипови Д1Д1, Д1Е и ЕЕ који су идентификовани код мање од десет крава. На основу броја идентификованих генотипова трансферина, посматрана фреквенција је била 0,08 за АА генотип, 0,11 за АД1 генотип, 0,29 за АД2 генотип, 0,04 за АЕ генотип, 0,02 за Д1Д1 генотип, 0,19 за Д1Д2 генотип, 0,01 за Д1Е генотип, 0,16 за Д2Д2 генотип, 0,06 за Д2Е генотип и 0,06 за ЕЕ генотип.

Табела 37. Фреквенција генотипова и алелних облика трансферина у посматраној популацији крава и Hardy-Weinbergov закон равнотеже

Фреквенција	Генотипови трансферина									
	АА	АД1	АД2	АЕ	Д1Д1	Д1Д2	Д1Е	Д2Д2	Д2Е	ЕЕ
Посматрана	20	28	72	10	6	49	3	42	16	2
фреквенција	0,08	0,11	0,29	0,04	0,02	0,19	0,01	0,16	0,06	0,00
Фреквенција алела	А = 0,30			D1 = 0,18			D2 = 0,43		Е = 0,06	
Очекивана	22,32	27,28	64,48	9,92	7,44	37,2	4,96	44,64	12,4	9,92
фреквенција	0,09	0,11	0,26	0,04	0,03	0,15	0,02	0,18	0,05	0,04
	$\chi^2 = 13,458$			df = 9			P вредност = 0,142			

χ^2 = хи квадрат тест; df = степени слободe; P вредност = значајност

На основу установљених фреквенција генотипова, а на основу Hardy-Weinbergovog закона равнотеже, установљене су и очекиване фреквенције генотипова у следећој генерацији, које су биле 0,09 за AA генотип, 0,11 за АД1 генотип, 0,26 за АД2 генотип, 0,04 за АЕ генотип, 0,03 за Д1Д1 генотип, 0,15 за Д1Д2 генотип, 0,02 за Д1Е генотип, 0,18 за Д2Д2 генотип, 0,06 за Д2Е генотип и 0,04 за ЕЕ генотип. С обзиром на установљене разлике између посматраних и очекиваних фреквенција генотипова трансферина, може се констатовати да анализирана популација није била у равнотежи. На основу добијене вредности χ^2 теста и Р вредности, такође се може констатовати да се фреквенције генотипова посматране популације статистички значајно не разликују ($P > 0,05$) од оних фреквенција које се очекују.

На основу идентификованих генотипова трансферина у посматраној популацији крава, идентификована су и 4 алела и то: алел А са фреквенцијом у популацији од 0,30, алел Д1 са фреквенцијом у популацији 0,18, алел Д2 са фреквенцијом у попуацији од 0,43 и алел Е са најнижом фреквенцијом у популацији од 0,06.

Узраст јуница код прве успешне оплодње и узраст на првом телењу по генотиповима трансферина је приказан у табели 38. Из табеле се може видети да су између различитих генотипова трансферина забележене разлике, али да те разлике нису биле статистички значајне ($P > 0,05$). Те разлике су установљене између крава Д2Е и крава АА, АД1, АД2, Д1Д1, Д1Д2 и Д2Д2 генотипа, где су краве Д2Е генотипа имале највећи узраст на успешној оплодњи (497 дана) и највећи узраст на првом телењу (774 дана). Узраст код прве успешне оплодње се кретао од 458 дана код крава Д1Д1 генотипа до 497 дана код крава Д2Е генотипа, док се узраст код првог телења кретао од 736 дана код крава Д1Д1 генотипа до 774 дана код крава Д2Е генотипа. Ефекти адитивних и доминантних гена су били мали за узраст на концепцији и на телењу, 1,41 односно 0,20 за адитивне и 13,45 односно 13,80 за доминантне гене.

Телесна маса телади на рођењу је приказана у табели 39, из које можемо да видимо да је статистички високо значајна разлика ($P < 0,01$) између генотипова трансферина установљена код другог, трећег телења и просечне масе телади на рођењу, док на првом телењу није установљена статистички значајна разлика ($P > 0,05$) у маси

телади између различитих генотипова трансферина. На другом телењу, статистички значајна разлика ($P < 0,05$) је установљена између крава АД1 генотипа и крава АД2, АЕ, Д1Д1 и Д1Д2 генотипа, између крава АЕ и крава Д1Д2, Д1Е, Д2Е и ЕЕ генотипа, између крава Д1Д1 и крава Д1Е и ЕЕ генотипа, између крава АД2 и крава АЕ, Д1Е генотипа, између крава АА и АЕ генотипа и између крава Д1Е и крава Д2Д2 генотипа.

Табела 38. Показатељи узраста код прве успешне концепције и узраста на првом телењу по генотиповима трансферина

Особине	Генотипови <i>Tf</i>	Узраст, <i>dana</i>				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
Старост код прве концепције	АА	20	469,85 ^a	9,60	45,72	1,41	13,45	0,080 ^{ns}
	АД1	28	474,52 ^a	8,26	36,07			
	АД2	72	479,54 ^a	5,13	47,01			
	АЕ	10	484,50	13,58	70,72			
	Д1Д1	6	458,00 ^a	17,53	13,25			
	Д1Д2	49	471,42 ^a	6,26	33,27			
	Д1Е	3	484,00	24,80	58,61			
	Д2Д2	42	470,57 ^a	6,79	33,20			
	Д2Е	16	497,37 ^A	10,73	59,00			
	ЕЕ	2	472,50	30,37	37,47			
Старост на првом телењу	АА	20	746,36 ^a	9,79	48,52	0,20	13,80	0,063 ^{ns}
	АД1	28	752,85 ^a	8,42	36,53			
	АД2	72	757,06 ^a	5,23	46,41			
	АЕ	10	767,00	13,84	71,18			
	Д1Д1	6	736,50 ^a	17,87	11,94			
	Д1Д2	49	747,91 ^a	6,38	33,94			
	Д1Е	3	760,66	25,28	56,51			
	Д2Д2	42	748,33 ^a	6,924	34,69			
	Д2Е	16	774,25 ^A	10,94	61,16			
	ЕЕ	2	753,00	30,96	24,04			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, $P > 0,05$ (^{ns}) – нема статистичке значајности.

Код трећег телења, значајна разлика је установљена између крава Д1Д2 и Д2Д2 и крава АД1, АД2, АЕ, Д1Д1 и Д2Е генотипа. Код просечне масе телади на рођењу, разлика је установљена између крава АЕ и Д1Д1 и крава АА, АД1, АД2, А1Д2, Д2Д2 и ЕЕ генотипа, и између крава АД1 и Д1Д2 и крава АД2 и ЕЕ генотипа.

Табела 39. Показатељи масе телади по генотиповима трансферина

Телење	Генотипови <i>Tf</i>	Маса телади, <i>kg</i>				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	20	38,60	1,16	5,90	-1,01	-1,31	0,345 ^{ns}
	AD1	28	39,07	1,00	4,55			
	AD2	72	38,37	0,62	5,63			
	AE	10	36,60	1,65	3,34			
	D1D1	6	39,83	2,13	5,64			
	D1D2	49	39,34	0,76	5,68			
	D1E	3	38,33	3,01	3,51			
	D2D2	42	38,57	0,82	4,22			
	D2E	16	38,12	1,30	5,39			
EE	2	43,50	3,69	4,95				
II	AA	20	40,40 ^C	1,06	4,30	-0,01	0,46	0,003 ^{**}
	AD1	26	42,30 ^A	0,93	6,37			
	AD2	67	40,04 ^{ab}	0,58	4,32			
	AE	9	37,66 ^{abcd}	1,58	3,16			
	D1D1	6	37,83 ^{aE}	1,94	2,40			
	D1D2	42	40,40 ^{ad}	0,73	4,63			
	D1E	3	44,00 ^{bdeF}	2,74	3,46			
	D2D2	39	39,97 ^{af}	0,76	4,61			
	D2E	16	40,87 ^d	1,19	6,14			
EE	2	43,50 ^{de}	3,36	2,12				
III	AA	19	42,05	1,28	9,19	1,17	-0,13	0,000 ^{**}
	AD1	25	40,12 ^a	1,12	3,99			
	AD2	60	40,63 ^a	0,72	4,65			
	AE	8	39,25 ^a	1,98	3,85			
	D1D1	3	37,66 ^a	3,23	2,08			
	D1D2	32	43,50 ^A	0,99	4,80			
	D1E	3	40,00	5,61	2,52			
	D2D2	33	43,42 ^A	0,97	7,14			
	D2E	16	40,93 ^a	1,40	4,52			
EE	2	38,00	3,96	2,83				
≥ IV	AA	34	42,08	0,92	6,12	0,46	-0,10	0,088 ^{ns}
	AD1	37	43,29 ^A	0,84	5,43			
	AD2	102	41,18 ^a	0,53	5,30			
	AE	12	41,41	1,55	4,08			
	D1D1	9	39,55 ^a	1,79	2,40			
	D1D2	53	42,09	0,74	4,35			
	D1E	12	40,50	3,81	6,65			
	D2D2	63	41,66 ^a	0,68	5,55			
	D2E	26	40,60 ^a	1,12	7,50			
EE	8	42,25	2,69	5,74				
Просек	AA	93	40,96 ^a	0,55	6,55	0,18	-0,31	0,000 ^{**}
	AD1	116	41,45 ^{ab}	0,49	5,42			
	AD2	301	40,16 ^{ab}	0,31	5,14			
	AE	39	38,87 ^A	0,86	4,01			
	D1D1	24	38,95 ^A	1,09	3,38			
	D1D2	176	41,20 ^{ab}	0,40	5,08			
	D1E	21	40,88	1,79	3,52			
	D2D2	177	40,91 ^a	0,40	5,64			
	D2E	74	40,18 ^b	0,63	6,13			
EE	14	41,90 ^a	1,70	4,43				

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05 = различита мала слова; ns = иста мала слова.

Просечна телесна маса телади на првом телењу се кретала од 36,60 kg код крава АЕ до 43,50 kg код крава ЕЕ генотипа, на другом телењу од 37,66 kg код крава АЕ до 44,00 kg код крава Д1Е генотипа, на трећем телењу од 37,66 kg код крава Д1Д1 до 43,42 kg код крава Д1Д2 генотипа и на четвртном и вићем броју телења од 39,55 kg код крава Д1Д1 до 43,29 kg код крава АД1 генотипа. Просечна телесна маса телади се кретала од 38,75 kg код крава АЕ до 41,90 kg код крава ЕЕ генотипа.

Ефекат адитивних гена се кретао од -1,01 код првог до 1,17 код трећег телења, а ефекат доминантних гена од -1,31 код првог до 0,46 код другог телења.

Број осемењавања по редоследу концепције и генотиповима трансферина за успешну концепцију је приказан у табели 40. Између посматраних генотипова трансферина, статистички високо значајна разлика ($P < 0,01$) у броју осемењавања за успешну концепцију је установљена код прве, треће и просечног броја концепција, док код друге и четврте концепције нису установљене статистички значајне разлике ($P > 0,05$) за број осемењавања између крава различитих генотипова трансферина.

Код прве концепције за број осемењавања статистички значајна разлика ($P < 0,05$) је установљена између крава АЕ и крава АА, АД2, Д1Д1, Д1Д2, Д2Д2 и ЕЕ генотипа, између крава Д2Е и крава АД2, Д1Д2 и Д2Д2 генотипа и између крава АД1 и крава Д1Д2 генотипа. На трећој концепцији, разлике у броју осемењавања су установљене између крава АА, АД1, Д1Д2 и крава АД2, АЕ, Д2Д2 и Д2Е генотипа.

Код просечног броја осемењавања за успешну концепцију, разлике су установљене између крава генотипа АД2, АЕ и крава АА, АД1, Д1Д2 и ДЕ генотипа и између крава Д2Д2 и Д2Е генотипа. Број осемењавања за успешну концепцију се кретао на првој концепцији од 1,00 код крава ЕЕ до 1,80 код крава АЕ генотипа, на другој концепцији од 1,95 код крава АА до 3,50 код крава ЕЕ генотипа, на трећој концепцији од 1,00 код крава Д1Е до 4,00 код крава АЕ генотипа и на четвртој концепцији од 1,50 код крава Д1Е генотипа до 3,33 код крава АЕ генотипа. Просечна број осемењавања по успешној концепцији се кретао од 1,66 код крава Д1Е до 3,02 код крава АЕ генотипа.

Табела 40. Показатељи броја осемењавања по генотиповима трансферина

Концепција	Генотипови <i>Tf</i>	Број осемењавања				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	20	1,40 ^a	0,16	0,60	0,12	0,28	0,009 ^{**}
	AD1	28	1,48 ^C	0,13	0,70			
	AD2	72	1,34 ^{ab}	0,08	0,70			
	AE	10	1,80 ^A	0,22	1,62			
	D1D1	6	1,16 ^a	0,29	0,41			
	D1D2	49	1,19 ^{abc}	0,10	0,50			
	D1E	3	1,66	0,41	1,15			
	D2D2	42	1,30 ^{ab}	0,11	0,61			
	D2E	16	1,62 ^B	0,18	1,02			
	EE	2	1,00 ^a	0,513	0,00			
II	AA	20	1,95 ^A	0,43	1,10	-0,50	0,19	0,052 ^{ns}
	AD1	26	3,11 ^{ab}	0,37	2,23			
	AD2	67	2,85 ^a	0,23	2,38			
	AE	9	3,11 ^a	0,64	2,03			
	D1D1	6	3,00	0,79	0,89			
	D1D2	42	2,50	0,29	1,84			
	D1E	3	2,00	1,11	1,00			
	D2D2	39	2,38 ^B	0,31	1,48			
	D2E	16	2,31	0,48	1,45			
	EE	2	3,50	1,36	3,54			
III	AA	19	2,42 ^A	0,47	1,43	-0,36	-0,02	0,000 ^{**}
	AD1	25	2,12 ^A	0,41	1,27			
	AD2	60	3,40 ^a	0,27	2,56			
	AE	8	4,00 ^a	0,73	1,77			
	D1D1	3	3,00	1,20	2,00			
	D1D2	32	2,40 ^A	0,36	1,72			
	D1E	3	1,00	2,09	1,53			
	D2D2	33	3,42 ^a	0,36	2,22			
	D2E	16	3,62 ^a	0,52	2,39			
	EE	2	3,00	1,47	0,00			
≥ IV	AA	34	2,67	0,33	1,90	0,02	-0,01	0,817 ^{ns}
	AD1	37	2,36	0,30	1,36			
	AD2	102	2,96	0,19	2,20			
	AE	12	3,33	0,57	2,02			
	D1D1	9	2,88	0,66	1,62			
	D1D2	53	2,94	0,27	1,99			
	D1E	12	1,50	1,40	0,84			
	D2D2	63	2,74	0,24	1,86			
	D2E	26	2,73	0,41	2,42			
	EE	8	2,25	0,99	1,89			
Просек	AA	93	2,19 ^a	0,19	0,70	-0,13	0,08	0,001 ^{**}
	AD1	116	2,27 ^a	0,17	0,73			
	AD2	301	2,64 ^A	0,10	1,82			
	AE	39	3,02 ^A	0,30	2,52			
	D1D1	24	2,50	0,38	2,66			
	D1D2	176	2,26 ^a	0,14	1,88			
	D1E	21	1,66 ^a	0,62	3,09			
	D2D2	177	2,46 ^B	0,14	2,01			
	D2E	74	2,59 ^b	0,22	1,94			
	EE	14	2,40	0,59	2,82			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

На основу изнетог можемо да приметимо да су краве АЕ генотипа имале највећи број осемењавања по свакој успешној концепцији. Ефекат адитивних гена се кретао од -0,50 код друге до 0,12 код прве концепције, а ефекат доминантних гена од -0,01 код четврте до 0,28 код прве концепције.

Код трајања стеоности (табела 41) крава различитих генотипова трансферина, статистички значајна разлика ($P < 0,05$) је установљена између генотипова трансферина код друге стеоности, док код осталих стеоности није забележена статистички значајна разлика ($P > 0,05$). Код друге стоности, статистички значајне разлике су забележене између крава Д1Д2 и крава АД1, АД2, Д1Д1, Д2Д2 и ЕЕ генотипа, између крава Д1Д1 и крава Д1Е и Д2Д2 генотипа и између крава Д1Е и крава ЕЕ генотипа. Просечно трајање стеоности се кретало од 276 до 280 дана, са стандардном девијацијом од 4,66 до 11,52 дана. Код свих стеоности забележен је негативан ефекат адитивних гена, који се кретао од -0,06 код треће до -1,24 код прве стеоности, док је негативан ефекат доминантних гена забележен код друге (-1,91), треће (-2,21) и просечног трајања стеоности (-0,30).

Трајање сервис периода је приказан у табели 42, из које се може видети да нису установљене статистички значајне разлике ($P > 0,05$) у трајању овог периода између крава различитих генотипова трансферина, осим после другог партуса где је установљена статистички високо значајна разлика ($P < 0,01$) између крава АА и АД1 и крава АД2, АЕ, Д1Д1, Д1Д2, Д2Д2 и Д2Е генотипа, где су краве ова два генотипа имале најмање трајање сервис периода (143 односно 144 дана). Сервис периода после првог партуса се кретао од 147 код крава АА до 250 дана код крава ЕЕ генотипа, после другог партуса од 131 код крава Д1Е до 230 дана код крава АЕ генотипа, после трећег партуса од 101 код крава Д1Е до 202 дана код крава АД2 генотипа и после четвртог партуса од 160 код крава ЕЕ до 325 код крава Д1Е генотипа. Просечно трајање сервис периода се кретало од 169 код крава АА до 201 дан код крава АД2 и ЕЕ генотипа са стандардним девијацијама од 52 до 144 дана.

Табела 41. Показатељи трајања стеоности по генотиповима трансферина

Стеоност	Генотипови <i>Tf</i>	Трајање стеоности, дана				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	20	276,50 ^a	1,15	6,79	-1,24	0,05	0,093 ^{ns}
	AD1	28	276,37 ^a	0,99	3,73			
	AD2	72	277,91 ^a	0,61	4,23			
	AE	10	282,50 ^A	1,63	4,03			
	D1D1	6	278,50	2,10	4,59			
	D1D2	49	276,48 ^a	0,75	5,04			
	D1E	3	276,66 ^a	2,98	3,79			
	D2D2	42	277,95 ^a	0,81	5,72			
	D2E	16	276,87 ^a	1,29	7,23			
EE	2	280,50	3,65	13,44				
II	AA	20	278,65	1,14	4,18	-1,21	-1,91	0,030 [*]
	AD1	26	278,76 ^a	1,00	6,29			
	AD2	67	278,97 ^a	0,62	4,57			
	AE	9	278,11	1,70	5,01			
	D1D1	6	281,66 ^{ab}	2,08	6,65			
	D1D2	42	276,92 ^A	0,78	5,25			
	D1E	3	276,33 ^{bc}	2,94	4,93			
	D2D2	39	278,58 ^{ab}	0,81	5,51			
	D2E	16	278,62	1,27	4,21			
EE	2	283,00 ^{ac}	3,60	2,83				
III	AA	19	279,42	1,46	6,09	-0,06	-2,12	0,847 ^{ns}
	AD1	25	277,32	1,27	8,77			
	AD2	60	277,53	0,82	6,04			
	AE	8	277,75	2,26	3,33			
	D1D1	3	281,66	3,69	8,08			
	D1D2	32	278,68	1,13	5,11			
	D1E	3	273,00	6,39	4,16			
	D2D2	33	278,51	1,11	7,02			
	D2E	16	279,93	1,59	5,34			
EE	2	278,50	4,52	6,36				
≥ IV	AA	34	277,02	1,31	10,89	-0,24	1,43	0,763 ^{ns}
	AD1	37	278,43	1,20	3,65			
	AD2	102	278,79	0,76	5,53			
	AE	12	278,16	2,21	4,65			
	D1D1	9	276,66	2,56	5,17			
	D1D2	53	278,07	1,05	6,02			
	D1E	12	279,50	5,43	4,97			
	D2D2	63	276,36	0,96	11,96			
	D2E	26	279,26	1,60	6,00			
EE	8	279,50	3,84	6,14				
Просек	AA	93	277,75	0,65	4,66	-0,59	-0,30	0,092 ^{ns}
	AD1	116	277,80	0,58	5,16			
	AD2	301	278,30 ^a	0,36	5,73			
	AE	39	279,17 ^a	1,01	4,86			
	D1D1	24	279,00	1,29	7,71			
	D1D2	176	277,48	0,48	6,67			
	D1E	21	276,77 ^A	2,11	6,58			
	D2D2	177	277,62	0,47	5,57			
	D2E	74	278,73 ^a	0,75	11,52			
EE	14	280,20	2,00	5,46				

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Табела 42. Показатељи трајања сервис периода по генотиповима трансферина

Партус	Генотипови <i>Tf</i>	Трајање сервис периода, дана				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	20	147,30	23,83	85,12	-24,29	6,98	0,363 ^{ns}
	AD1	28	201,44	20,51	119,67			
	AD2	72	177,68	13,12	115,94			
	AE	10	183,20	33,71	125,47			
	D1D1	6	172,00	43,51	74,86			
	D1D2	49	172,37	15,89	119,66			
	D1E	3	149,00	61,54	35,55			
	D2D2	42	165,66	17,06	78,19			
	D2E	16	187,75	26,65	80,98			
EE	2	250,00	75,37	169,71				
II	AA	20	143,26 ^A	23,82	64,85	-35,02	14,64	0,000 ^{**}
	AD1	26	144,25 ^A	21,19	69,67			
	AD2	67	218,76 ^a	13,08	108,64			
	AE	9	230,00 ^a	36,71	106,26			
	D1D1	6	227,50 ^a	42,39	147,94			
	D1D2	42	204,10 ^a	16,41	116,48			
	D1E	3	131,00	103,84	54,00			
	D2D2	39	210,91 ^a	17,30	103,68			
	D2E	16	229,43 ^a	25,96	114,83			
EE	2	201,50	73,43	2,12				
III	AA	19	171,73	25,02	113,79	0,66	-2,32	0,882 ^{ns}
	AD1	25	188,31	23,25	118,76			
	AD2	60	202,69	15,12	116,20			
	AE	8	176,50	38,57	115,28			
	D1D1	3	124,00	62,98	29,61			
	D1D2	32	186,35	20,61	118,52			
	D1E	3	101,00	109,09	34,53			
	D2D2	33	195,69	18,99	85,39			
	D2E	16	157,57	29,15	90,13			
EE	2	191,50	77,14	127,99				
≥ IV	AA	34	201,33	22,84	117,28	8,04	21,83	0,848 ^{ns}
	AD1	37	169,54	20,66	77,87			
	AD2	102	205,20	13,70	127,55			
	AE	12	200,55	39,56	100,26			
	D1D1	9	203,75	41,96	91,37			
	D1D2	53	197,81	20,66	117,75			
	D1E	12	325,00	83,93	97,03			
	D2D2	63	191,97	16,95	131,64			
	D2E	26	192,64	28,79	130,15			
EE	8	160,00	83,93	73,54				
Просек	AA	93	169,02 ^A	11,93	108,67	-12,58	9,37	0,082 ^{ns}
	AD1	116	175,83 ^B	10,69	108,54			
	AD2	301	200,93 ^{ab}	6,87	105,70			
	AE	39	196,82	18,60	86,81			
	D1D1	24	191,26	22,95	144,48			
	D1D2	176	189,50	9,10	98,19			
	D1E	21	189,85	41,60	122,40			
	D2D2	177	190,56 ^a	8,78	119,11			
	D2E	74	192,95	13,86	136,62			
EE	14	200,75	38,91	51,58				

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Негативан ефекат адитивних гена је забележен после првог и другог партуса и просечног трајања сервис периода, док је негативан ефекат доминантних гена забележен после трећег партуса. Позитиван ефекат доминантних гена се кретао од 6,98 код првог до 21,83 код трећег партуса. Код просечног трајања сервис периода, ефекат адитивних гена је био негативан (-12,58) док је ефекат доминантних гена био позитиван (9,37).

Трајање међутелидбеног периода код крава различитих генотипова трансферина је приказан у табели 43. Као и код трајања сервис периода, и овде је забележена статистички високо значајна разлика ($P < 0,01$) после другог партуса између крава АА и АД1 и крава АД2, АЕ, Д1Д1 и Д2Е генотипа, где су краве ова два генотипа имале најкраће трајање међутелидбеног периода (423 односно 424 дана), док код осталих међутелидбених периода нису установљене статистички значајне разлике ($P > 0,05$) између генотипова трансферина. После првог партуса, међутелидбени период се кретао од 426 код крава АА и Д1Е генотипа до 553 дана код крава ЕЕ генотипа, после другог партуса од 423 код крава АА до 509 дана код крава Д2Е генотипа, после трећег партуса од 421 код крава Д2Е до 520 дана код крава Д1Е генотипа. Просечно трајање међутелидбеног периода је било од 442 дана код крава АА до 480 дана код крава ЕЕ генотипа, са стандардним девијацијама од 74,54 до 117,77 дана.

Негативан ефекат адитивних и доминантних гена је забележен после првог (-25,89) и другог (-24,99) односно код трећег партуса (-0,28). Просечан ефекат адитивних гена за трајање међутелидбеног периода је био негативан и износио је -12,36, док је ефекат доминантних гена био позитиван и износио је 5,12. Позитиван ефекат адитивних гена је забележен само после трећег партуса (1,99), док је ефекат доминантних гена забележен после првог (2,95) и другог партуса (20,18).

Дужина трајања лактација по генотиповима трансферина крава је приказана у табели 44, из које може да се види да су статистички високо значајне разлике ($P < 0,01$) забележене између крава у другој и четвртој лактацији, и статистички значајна разлика ($P < 0,05$) код просечног трајања лактација, док статистички значајане разлике ($P > 0,05$) нису установљене у првој и трећој лактацији.

Tabela 43. Показатељи трајања међутелидбеног периода по генотиповима трансферина

Партус	Генотипови <i>Tf</i>	Трајање међутелидбеног периода, дана				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	20	425,95	24,03	19,03	-25,89	2,95	0,887 ^{ns}
	AD1	26	475,61	21,08	23,73			
	AD2	67	454,62	13,13	14,20			
	AE	9	460,33	35,83	44,49			
	D1D1	6	453,66	43,88	31,79			
	D1D2	42	446,54	16,58	18,53			
	D1E	3	425,33	62,06	20,16			
	D2D2	39	446,56	17,21	25,21			
	D2E	16	466,37	26,87	20,4			
EE	2	533,00	76,00	13,00				
II	AA	19	422,68 ^A	23,17	64,52	-24,99	20,18	0,000 ^{**}
	AD1	25	424,40 ^A	20,20	71,42			
	AD2	60	492,91 ^a	13,04	109,17			
	AE	8	507,75 ^a	35,71	106,65			
	D1D1	3	451,00	58,32	58,02			
	D1D2	32	468,71	17,85	114,63			
	D1E	3	404,00	101,02	45,25			
	D2D2	33	487,00 ^a	17,58	102,50			
	D2E	16	509,37 ^a	25,25	115,03			
EE	2	480,00	71,43	4,24				
III	AA	34	464,08 ^B	17,54	86,72	1,99	-0,28	0,068 ^{ns}
	AD1	37	453,43	15,97	94,50			
	AD2	102	476,22 ^A	10,12	122,53			
	AE	12	440,75	29,53	85,71			
	D1D1	9	474,00	34,10	83,18			
	D1D2	53	459,28 ^b	14,05	101,89			
	D1E	12	520,00	72,33	202,23			
	D2D2	63	451,00 ^a	12,88	75,30			
	D2E	26	421,08 ^{ab}	21,33	82,85			
EE	8	455,25	51,15	91,12				
Просек	AA	93	442,86	12,16	84,41	-12,36	5,12	0,101 ^{ns}
	AD1	116	451,81	10,83	98,31			
	AD2	301	474,27	6,86	117,77			
	AE	39	465,31	19,29	107,71			
	D1D1	24	463,38	24,49	74,54			
	D1D2	176	457,44	9,222	110,84			
	D1E	21	453,33	42,42	106,47			
	D2D2	177	458,51	8,94	98,95			
	D2E	74	459,94	14,01	98,53			
EE	14	480,87	36,74	101,2				

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Табела 44. Показатељи дужине трајања лактација по генотиповима трансферина

Лактација	Генотипови <i>Tf</i>	Трајање лактације, <i>dana</i>				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	20	348,45	21,67	75,72	-13,86	0,95	0,944 ^{ns}
	AD1	28	389,81	18,65	111,96			
	AD2	72	361,40	11,58	98,00			
	AE	10	368,40	30,64	112,78			
	D1D1	6	371,66	39,56	61,11			
	D1D2	49	362,31	14,13	112,78			
	D1E	3	330,00	55,95	54,78			
	D2D2	42	357,37	15,32	80,76			
	D2E	16	367,68	24,23	73,44			
	EE	2	399,50	68,53	113,84			
II	AA	20	341,95 ^A	20,45	67,35	-18,68	14,29	0,002 ^{**}
	AD1	26	339,76 ^{AB}	17,93	71,41			
	AD2	67	386,65 ^a	11,17	96,33			
	AE	9	411,11 ^a	30,48	96,18			
	D1D1	6	397,50 ^b	37,34	102,03			
	D1D2	42	375,83 ^b	14,11	101,19			
	D1E	3	335,66	52,80	89,94			
	D2D2	39	393,94 ^a	14,64	88,14			
	D2E	16	400,56 ^a	22,86	102,35			
	EE	2	346,50	64,67	4,95			
III	AA	19	358,68	22,13	98,00	2,39	-11,09	0,640 ^{ns}
	AD1	25	364,04	19,29	106,40			
	AD2	60	387,01	12,45	107,94			
	AE	8	348,00	34,10	107,60			
	D1D1	3	327,66	55,69	12,74			
	D1D2	32	351,03	17,05	93,66			
	D1E	3	286,00	96,47	23,33			
	D2D2	33	372,54	16,79	73,48			
	D2E	16	335,12	24,11	75,85			
	EE	2	361,50	68,21	120,92			
≥ IV	AA	34	368,52 ^a	20,03	103,05	12,62	40,89	0,000 ^{**}
	AD1	37	346,82 ^{ab}	18,24	111,46			
	AD2	102	397,48 ^B	11,56	118,52			
	AE	12	390,41	33,73	135,06			
	D1D1	9	354,22	38,94	100,23			
	D1D2	53	408,98 ^A	16,04	124,51			
	D1E	12	459,00	82,62	79,20			
	D2D2	63	355,82 ^{ab}	14,72	111,94			
	D2E	26	378,13 ^a	24,36	135,97			
	EE	8	319,75	58,42	33,00			
Просек	AA	93	356,48 ^A	10,68	89,02	-2,31	12,62	0,013 [*]
	AD1	116	358,65 ^A	9,44	103,50			
	AD2	301	384,50 ^{ab}	5,96	107,39			
	AE	39	380,84	16,50	113,52			
	D1D1	24	366,08	21,03	84,24			
	D1D2	176	377,71 ^a	7,81	111,97			
	D1E	21	355,66	34,35	85,03			
	D2D2	177	367,82 ^B	7,79	94,08			
	D2E	74	371,14	12,23	104,67			
	EE	14	349,40	32,59	66,43			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (**), P<0,05 (*) – статистички високо значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Код друге лактације забележене су статистички високо значајане разлике између крава АА и АД1 и крава АД2, АЕ, Д2Д2 и Д2Е генотипа, где су краве ова два генотипа имале дуже трајање лактације у односу на остале генотипове, као и између крава АД1 и крава Д1Д1 и Д1Д2 генотипа, где су краве АД1 генотипа имале краће трајање лактације у односу на остала два генотипа. У трајању четврте лактације, забележене су статистички високо значајне разлике ($P < 0,01$) између крава Д1Д2 и крава АА, АД1, Д2Д2 и Д2Е генотипа, где су краве Д1Д2 генотипа имале дуже трајање лактације, као и између крава генотипа АД2 које су имале дуже трајање лактације и крава АД1 и Д2Д2 генотипа које су имале краће трајање лактације. Код просечног трајања лактације, статистички значајне разлике ($P < 0,05$) су забележене између крава АА и АД1 генотипа које су у просеку имале краће трајање лактације (356 односно 359 дана) у односу на краве АД2 и Д1Д2 генотипа (385 односно 378 дана), као и између крава Д2Д2 које су имале краће време лактације (367 дана) у односу на краве АД2 генотипа (384 дана).

Негативан ефекат адитивних и доминантних гена је забележен код прве и друге лактације, односно код треће лактације, док је код осталих лактација забележен позитиван ефекат гена. Просечан ефекат адитивних гена за трајање лактације је био негативан и износио је -2,31 док је ефекат доминантних гена био позитиван и износио је 12,62.

Количина млека у стварним лактацијама крава различитих генотипова трансферина је приказана у табели 45. Код прве лактације није установљена статистички значајана разлика ($P > 0,05$) у количини млека између генотипова трансферина, док је код друге, четврте и просечне количине млека установљена високо статистички значајна разлика ($P < 0,01$), а код треће лактације је установљена статистички значајна разлика ($P < 0,05$). У другој лактацији, статистички високо значајне разлике ($P < 0,01$) у количини млека су забележене између крава генотипа АА и АД1 које су имале мању количину млека (8811 и 9078 kg) у односу на краве генотипа АД2 (10279 kg), АЕ (10261 kg), Д2Д2 (10651 kg) и Д2Е (10683 kg), између крава АД2 и АЕ генотипа које су имале већи принос млека (10179 kg и 10261 kg) од крава Д1Е (7870 kg) генотипа и између крава Д2Д2 и Д2Е генотипа које су имале већу количину млека (10651 kg и 10683 kg) у односу на краве Д1Д2 и Д1Е генотипа (9759 kg и 7870 kg). Код треће

лактације, у количини млека су забележене статистички високе разлике ($P < 0.05$) између крава АА и крава АД1, АД2, Д1Д2 и Д2Д2 генотипа где су краве хомозиготног АА генотипа оствариле мањи принос млека (8769 kg) у односу на краве осталих генотипова трансферина (10009 kg, 10493 kg, 9764 kg и 9920 kg) као и између крава Д2Е (9191 kg) и крава АД2 (10493 kg) генотипа. Статистички високо значајна разлика ($P < 0,01$) у количини млека у четвртој лактацији је забележена између крава Д1Д2 (10222 kg) и крава АА (8804 kg), АД1 (8967 kg), Д2Д2 (8687 kg), Д2Е (9122 kg) и ЕЕ (7142 kg) генотипа, затим између крава АД2 (9709 kg) и крава АА (8804 kg), Д2Д2 (8687 kg) и ЕЕ (7142 kg) генотипа, и између крава Д2Д2 (8687 kg) и ЕЕ (7142 kg) генотипа. Код просечне количине млека, статистички значајне разлике ($P < 0,05$) су забележене између крава АА и крава АД1, АД2, АЕ, Д1Д2, Д2Д2 и Д2Е генотипа, где су краве АА генотипа имале мању количину млека (8681 kg) у односу на краве осталих генотипова трансферина (9280 kg, 9801 kg, 9531 kg, 9666 kg, 9445 kg и 9583 kg). Значајне разлике у количини млека су забележене и између крава ЕЕ (8047 kg) и крава АД2 (9801 kg), АЕ (9531 kg), Д1Д2 (9666 kg), Д2Д2 (9445 kg) и Д2Е (9583 kg) генотипа, као и између крава АД1 (9280 kg) и крава АД2 (9801 kg) генотипа. На крају се може приметити да су се краве АД2 и Д1Д2 генотипа имале највећу просечну количину млека и количину млека у лактацијама у односу на краве осталих генотипове трансферина, док су краве АА генотипа забележиле најмању количину млека по лактацијама.

Позитиван ефекат адитивних гена је забележен код четврте лактације (258,03), док је код осталих лактација забележен негативан ефекат ових гена и кретао се од -285,11 код треће до -424,70 код друге лактације. Сви ефекти доминантних гена су били позитивни и кретали су се од 123 код четврте до 540,30 код треће лактације. Просечан ефекат адитивних гена за количину млека је био негативан и износио је -123,77 док је ефекат доминантних гена био позитиван и износио је 636,62.

Табела 45. Показатељи количине млека у стварним лактацијама по генотиповима трансферина

Лактација	Генотипови <i>Tf</i>	Количина млека, kg				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	20	8256,05	595,17	2416,65	-402,20	308,77	0,959 ^{ns}
	AD1	28	9273,55	512,24	2802,12			
	AD2	72	8884,74	318,13	2334,34			
	AE	10	9147,90	841,70	3468,81			
	D1D1	6	9030,33	1086,63	1830,79			
	D1D2	49	8888,46	388,24	3413,15			
	D1E	3	8069,66	1536,73	952,82			
	D2D2	42	9071,50	420,85	2163,13			
	D2E	16	9537,81	665,42	2464,52			
EE	2	9079,50	1882,10	3017,22				
II	AA	20	8811,25 ^A	569,52	2346,99	-424,70	419,10	0,000 ^{**}
	AD1	26	9078,38 ^A	499,50	1710,04			
	AD2	67	10279,0 ^{ab}	311,16	2713,01			
	AE	9	10260,8 ^{ab}	848,99	3024,10			
	D1D1	6	9615,67	1039,80	2786,59			
	D1D2	42	9758,88 ^C	393,00	2800,62			
	D1E	3	7870,00 ^{bc}	1470,50	2203,51			
	D2D2	39	10651,3 ^{ac}	407,84	2537,12			
	D2E	16	10683,3 ^{ac}	636,74	2245,99			
EE	2	8715,00	1800,99	261,63				
III	AA	19	8768,79 ^A	569,52	2454,23	-285,11	540,30	0,013 ^{**}
	AD1	25	10009,5 ^a	496,50	2880,20			
	AD2	60	10493,5 ^{ab}	320,49	2744,62			
	AE	8	9487,38	877,69	2972,62			
	D1D1	3	9943,33	1433,27	1421,81			
	D1D2	32	9763,75 ^a	438,84	2322,28			
	D1E	3	8620,00	2482,50	1516,74			
	D2D2	33	9919,67 ^a	432,14	2030,55			
	D2E	16	9191,06 ^B	620,62	1761,60			
EE	2	8154,00	1755,39	1118,64				
≥ IV	AA	34	8804,0 ^{ab}	513,68	3354,46	258,03	1230,0	0,000 ^{**}
	AD1	37	8967,49 ^a	467,77	3083,09			
	AD2	102	9708,90 ^B	296,57	2757,51			
	AE	12	9333,58	864,65	3802,36			
	D1D1	9	9035,00	998,41	3835,71			
	D1D2	53	10222,0 ^A	411,42	3117,87			
	D1E	12	11308,00	2117,95	1347,75			
	D2D2	63	8686,56 ^{abC}	377,36	2671,98			
	D2E	26	9121,78 ^a	624,55	3232,41			
EE	8	7142,25 ^{abc}	1497,62	1949,67				
Просек	AA	93	8680,51 ^A	284,56	2758,35	-123,77	636,62	0,000 ^{**}
	AD1	116	9280,06 ^{aC}	251,56	2722,99			
	AD2	301	9801,14 ^{abc}	158,70	2703,42			
	AE	39	9531,48 ^{ab}	439,43	3281,09			
	D1D1	24	9292,54	560,17	2799,34			
	D1D2	176	9665,74 ^{ab}	208,04	3017,88			
	D1E	21	8783,88	914,76	1941,27			
	D2D2	177	9444,91 ^{ab}	207,44	2523,09			
	D2E	74	9583,04 ^{ab}	325,68	2591,04			
EE	14	8046,60 ^B	867,81	1768,52				

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P>0,05 (^{ns}) – нема статистичке значајности; P<0,05 = различита мала слова; ns = иста мала слова.

Количина млечне масти у стварним лактацијама крава по генотиповима трансферина је приказана у табели 46. Између генотипова трансферина, статистички значајана разлика није установљена ($P > 0,05$) само код прве лактације, док је код осталих лактација и просечне количине млечне масти установљена високо статистички значајна разлика ($P < 0,01$). У другој лактацији, статистички високо значајне разлике ($P < 0,05$) су забележене између крава АА и крава АД2, АЕ, Д2Д2 и Д2Е генотипа, где су краве АА генотипа имале мањи принос млечне масти (284,05 kg) у односу на краве друга четири генотипа (336,85 kg, 337 kg, 343,23 kg и 344 kg), између крава АД1 (296,96 kg) и крава АД2 (336,85 kg), Д2Д2 (343,23 kg) и Д2Е (344 kg) генотипа, затим између крава Д1Е (258 kg) и крава АД2 (336,85 kg), АЕ (337 kg), Д2Д2 (343,23 kg) и Д2Е (344 kg) генотипа, и између крава Д1Д2 (316,28 kg) и крава Д2Д2 (343,23 kg) генотипа. Код треће лактације, у количини млечне масти су забележене статистички значајне разлике ($P < 0,01$) између крава АА и крава АД1, АД2 и Д2Д2 генотипа, где су краве АА генотипа оствариле мањи принос млечне масти (286,05 kg) у односу на ова три генотипа крава (321 kg, 348,4 kg и 322,15 kg), као и између крава АД2 и крава АД1, Д1Д2, Д2Д2 и Д2Е генотипа где су краве АД2 генотипа оствариле већи принос млечне масти (348,40 kg) у односу на краве друга четири генотипа (321 kg, 317,62 kg, 322,15 kg и 301,12 kg). У четвртој и већем броју лактација, статистички високо значајне разлике ($P < 0,01$) су установљене између крава Д2Д2 (286,46 kg) и АД1 (294,24 kg) и крава АД2 (324,20 kg) и Д1Д2 (342,03 kg) генотипа и између крава Д1Е (389 kg) и крава Д2Д2 и ЕЕ генотипа (286,46 kg и 253,50 kg). Код просечног приноса млечне масти, статистички високо значајне разлике ($P < 0,01$) су забележене између крава АА и крава АД2, Д1Д2, Д2Д2 и Д2Е генотипа, где су краве АА генотипа имале мањи принос млечне масти у односу на краве друга четири генотипа, затим између крава ЕЕ и крава АД2, Д1Д2 и Д2Е генотипа где су краве хомозиготног генотипа у просеку имале мањи принос млечне масти у односу на остале три генотипа и између крава АД1 и крава АД2 и Д2Д2 генотипа где су краве АД1 генотипа оствариле мањи принос млечне масти у односу на краве остала два генотипа.

Табела 46. Показатељи количине млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима трансферина

Лактација	Генотипови <i>Tf</i>	Количина млечне масти, <i>kg</i>				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	20	271,25	19,00	70,58	-11,65	6,83	0,979 ^{ns}
	AD1	28	300,33	16,35	90,07			
	AD2	72	291,27	10,15	75,34			
	AE	10	296,30	26,87	118,09			
	D1D1	6	298,66	34,69	65,80			
	D1D2	49	287,85	12,39	107,14			
	D1E	3	257,00	49,06	27,87			
	D2D2	42	291,50	13,43	72,58			
	D2E	16	305,68	21,24	73,17			
EE	2	293,50	60,09	94,05				
II	AA	20	284,05 ^A	18,48	69,17	-16,01	14,78	0,000 ^{**}
	AD1	26	296,96 ^B	16,21	62,73			
	AD2	67	336,85 ^{abc}	10,09	88,47			
	AE	9	337,00 ^{ac}	27,55	106,32			
	D1D1	6	317,00	33,74	95,74			
	D1D2	42	316,28 ^D	12,75	88,51			
	D1E	3	258,00 ^C	47,72	76,30			
	D2D2	39	343,23 ^{abcd}	13,23	81,58			
	D2E	16	344,00 ^{abc}	20,66	70,89			
EE	2	288,00	58,44	23,00				
III	AA	19	286,05 ^A	18,66	71,18	-9,88	15,81	0,003 ^{**}
	AD1	25	321,00 ^{ab}	16,26	92,73			
	AD2	60	348,40 ^{ab}	10,50	91,82			
	AE	8	310,37	28,75	118,12			
	D1D1	3	322,33	46,96	63,72			
	D1D2	32	317,62 ^B	14,37	73,59			
	D1E	3	272,00	81,33	44,55			
	D2D2	33	322,15 ^{ab}	14,15	63,17			
	D2E	16	301,12 ^B	20,33	58,75			
EE	2	273,00	57,51	48,08				
≥ IV	AA	34	298,64	17,34	108,24	7,55	35,81	0,000 ^{**}
	AD1	37	294,24 ^B	15,79	108,80			
	AD2	102	324,20 ^a	10,01	94,06			
	AE	12	301,08	29,18	124,22			
	D1D1	9	310,66	33,70	118,14			
	D1D2	53	342,03 ^{ab}	13,88	105,71			
	D1E	12	389,00 ^C	71,49	14,14			
	D2D2	63	286,46 ^{ABc}	12,73	90,69			
	D2E	26	310,86	21,08	108,66			
EE	8	253,50 ^{Bc}	50,55	78,73				
Просек	AA	93	287,04 ^A	9,37	85,54	-4,81	17,49	0,000 ^{**}
	AD1	116	301,84 ^C	8,28	92,12			
	AD2	301	324,18 ^{abc}	5,22	90,13			
	AE	39	310,05	14,47	113,87			
	D1D1	24	310,70	18,45	90,59			
	D1D2	176	316,69 ^{ab}	6,85	98,29			
	D1E	21	288,33	30,13	70,39			
	D2D2	177	306,99 ^{ac}	6,83	82,73			
	D2E	74	314,97 ^{ab}	10,72	83,28			
EE	14	272,30 ^B	28,58	60,15				

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (**), P<0,05 (*) – статистички високо значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Позитивни ефекти доминантних гена су забележени код свих лактација, и кретали су се од 6,83 код прве до 35,810 код четврте лактације. Просечан ефекат адитивних гена за количину млечне масти је био негативан и износио је -4,81, док је ефекат доминантних гена био позитиван и износио је 17,49.

Процент млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима трансферина крава је приказан у табели 47. Статистички значајна разлика између крава различитих генотипова трансферина није установљена ($P>0,05$) код друге и треће лактације, док је статистички високо значајна разлика ($P<0,01$) установљена код четврте лактације и просечног процента млечне масти и статистички значајна разлика ($P<0,05$) код прве лактације. Код прве лактације, статистички значајна разлика у проценту млечне масти је установљена између крава АА и АД2 и крава Д2Д2 и Д2Е генотипа где су краве АА и АД2 генотипа имале већи проценат млечне масти (3,31% и 3,24%) у односу на краве Д2Д2 и Д2Е генотипа (3,21% и 3,22%), као и између крава АА (3,31%) и АД1(3,24%) генотипа. У четвртој лактацији, статистички значајна разлика у проценту млечне масти је установљена између крава АА (3,42%) и крава АД1 (3,28%), АД2 (3,34%), АЕ (3,24%), Д1Д2 (3,35%) и Д2Д2 (3,29%) генотипа, између крава АД2 (3,34%) и крава АД1 (3,28%), Д1Д1 (3,50%), Д1Д2 (3,35%), Д2Е (3,42%) и ЕЕ (3,52%) генотипа, између крава АЕ (3,24%) и крава Д1Д1 (3,50%), Д1Д2 (3,35%), Д2Е (3,42%) и ЕЕ (3,52%) генотипа, између крава Д1Д1(3,50%) и Д1Д2 (3,35%) генотипа и између крава Д1Е (3,45%) и крава Д2Д2 (3,29) и ЕЕ (3,52%) генотипа. Код просечног процента млечне масти, статистички високо значајне разлике ($P<0,01$) су установљене између крава генотипа АА (3,33%) и крава АД1 (3,25%), АЕ (3,25%), Д1Д2 (3,28%) и Д2Д2 (3,25%) генотипа, између крава АД1 (3,25%) и крава АД2 (3,31%), Д1Д1 (3,36%), Д2Е (3,29%) и ЕЕ (3,38%) генотипа, између крава АД2 (3,31%) и крава АЕ (3,25%), Д1Д2 (3,28%) и Д2Д2 (3,25%) генотипа, између крава Д1Д1 (3,36%) и крава Д1Д2 (3,28%), Д2Д2 (3,25%) генотипа и између крава Д2Д2 (3,25%) и крава Д1Д2 (3,28%), Д2Е (3,29%) и ЕЕ (3,38%) генотипа.

Табела 47. Показатељи процента млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима трансферина

Лактација	Генотипови <i>Tf</i>	Процент млечне масти, %				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	20	3,31 ^{AB}	0,03	0,19	0,03	-0,04	0,029*
	AD1	28	3,24 ^b	0,03	0,14			
	AD2	72	3,28 ^A	0,02	0,18			
	AE	10	3,24	0,05	0,17			
	D1D1	6	3,30	0,06	0,20			
	D1D2	49	3,25	0,02	0,16			
	D1E	3	3,19	0,09	0,06			
	D2D2	42	3,21 ^a	0,02	0,16			
	D2E	16	3,22 ^a	0,04	0,14			
EE	2	3,24	0,11	0,04				
II	AA	20	3,24	0,04	0,24	-0,01	0,00	0,913 ^{ns}
	AD1	26	3,26	0,03	0,25			
	AD2	67	3,28	0,02	0,18			
	AE	9	3,27	0,06	0,17			
	D1D1	6	3,28	0,07	0,18			
	D1D2	42	3,25	0,02	0,17			
	D1E	3	3,26	0,10	0,06			
	D2D2	39	3,22	0,02	0,15			
	D2E	16	3,22	0,04	0,13			
EE	2	3,31	0,13	0,10				
III	AA	19	3,29	0,04	0,23	0,01	-0,03	0,558 ^{ns}
	AD1	25	3,21	0,04	0,12			
	AD2	60	3,33	0,02	0,27			
	AE	8	3,23	0,07	0,29			
	D1D1	3	3,22	0,12	0,17			
	D1D2	32	3,26	0,03	0,19			
	D1E	3	3,15	0,21	0,03			
	D2D2	33	3,25	0,03	0,17			
	D2E	16	3,27	0,05	0,14			
EE	2	3,34	0,15	0,13				
≥ IV	AA	34	3,42 ^A	0,03	0,24	0,00	-0,08	0,000 ^{**}
	AD1	37	3,28 ^{ab}	0,03	0,23			
	AD2	102	3,34 ^{aB}	0,02	0,22			
	AE	12	3,24 ^{aC}	0,06	0,23			
	D1D1	9	3,50 ^{bcD}	0,07	0,26			
	D1D2	53	3,35 ^{abcd}	0,03	0,22			
	D1E	12	3,45 ^E	0,15	0,29			
	D2D2	63	3,29 ^{ade}	0,02	0,18			
	D2E	26	3,42 ^{bc}	0,04	0,22			
EE	8	3,52 ^{bce}	0,10	0,18				
Просек	AA	93	3,33 ^A	0,02	0,23	2,22	-0,05	0,000 ^{**}
	AD1	116	3,25 ^{aB}	0,01	0,20			
	AD2	301	3,31 ^{bC}	0,01	0,22			
	AE	39	3,25 ^{ac}	0,03	0,21			
	D1D1	24	3,36 ^{bD}	0,04	0,23			
	D1D2	176	3,28 ^{acdE}	0,01	0,19			
	D1E	21	3,27	0,06	0,16			
	D2D2	177	3,25 ^{acdeF}	0,01	0,17			
	D2E	74	3,29 ^{bf}	0,02	0,19			
EE	14	3,38 ^{bf}	0,06	0,17				

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (**), P<0,05 (*) – статистички високо значајно; P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Позитиван ефекат адитивних гена забележен је код прве, треће, четврте лактације и просечног процента млечне масти, и кретао се од 0,01 код треће до 2,22 код просечног процента млечне масти, док је негативан ефекат овог гена забележен код друге лактације (-0,01). Код ефекта доминантних гена није забележен позитиван ефекат, док се негативан ефекат кретао од -0,03 код треће до -0,08 код четврте лактације.

Код количине млека у стандардним лактацијама крава од 305 дана (табела 48), статистички значајна разлика ($P < 0,05$) између трансферинских генотипова крава установљена је код треће и четврте лактације, док је статистички високо значајна разлика ($P < 0,01$) између генотипова установљена у првој и другој лактацији и просечној количини млека. Оно што се може приметити у табели 48 је да су се краве трансферинских генотипова АД1, АД2, Д1Д2 и Д2Д2 истицале по количини млека у лактацијама и просечној количини млека у односу на краве хомозиготног АА и ЕЕ трансферинског генотипа, које су имале најмању количину млека по лактацијама и просечну количину млека. Код прве лактације, статистички високо значајне разлике ($P < 0,01$) су забележене између крава Д1Д2, Д2Е и крава АА, АД1, Д1Е и ЕЕ генотипа где су краве ова два генотипа имале већу количину млека (8375 и 8402 kg) у односу на краве друга четири трансферинаска генотипа (7398 kg, 7600 kg, 7733 kg и 7571 kg) и између крава АД2 и крава АА, АД1 и Д1Е генотипа где су краве АД2 генотипа имале такође већу производњу млека (8102 kg) у односу на остала три генотипа (7398 kg, 7600 kg и 7733 kg). У другој лактацији, краве трансферинског генотипа ЕЕ су имале мању количину млека (8183 kg) у односу на краве трансферинског генотипа АД2 (9004 kg), АЕ (8899 kg), Д1Д2 (8821 kg), Д1Е (8792 kg), Д2Д2 (9348 kg) и Д2Е (9518 kg), као и краве трансферинског генотипа АД1 и АА које су такође имале мању количину млека (8423 односно 8585 kg) у односу на краве трансферинског генотипа АД2 (9004 kg), Д2Д2 (9348 kg) и Д2Е (8756 kg).

Табела 48. Показатељи количине млека у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима трансферина

Лактација	Генотипови <i>Tf</i>	N	Количина млека, <i>kg</i>			Ефекат гена		P вредност
			LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	20	7398,40 ^{abc}	286,26	1271,00	-202,36	425,10	0,001**
	AD1	28	7600,38 ^{ab}	246,38	1115,00			
	AD2	72	8101,66 ^B	153,01	1142,50			
	AE	10	7942,85 ^C	404,84	1113,42			
	D1D1	6	7772,83	522,65	659,01			
	D1D2	49	8375,00 ^A	186,74	1379,01			
	D1E	3	7732,91 ^{ab}	739,14	125,31			
	D2D2	42	8065,03	202,42	1081,00			
	D2E	16	8402,37 ^A	320,05	1491,12			
EE	2	7571,50 ^a	905,26	1160,36				
II	AA	20	8584,58 ^C	326,46	1854,52	0,22	325,52	0,003**
	AD1	26	8423,50 ^B	286,32	1048,53			
	AD2	67	9004,46 ^{abc}	178,36	1086,37			
	AE	9	8899,57 ^a	486,66	1335,76			
	D1D1	6	8221,25	596,03	1183,71			
	D1D2	42	8821,12 ^a	225,28	1690,00			
	D1E	3	8792,12 ^a	842,92	1102,35			
	D2D2	39	9348,12 ^{abc}	233,78	1184,30			
	D2E	16	9518,50 ^{abc}	364,99	1658,23			
EE	2	8183,00 ^A	1032,37	210,72				
III	AA	19	8140,25 ^A	325,85	1961,66	-340,07	548,31	0,016*
	AD1	25	9645,14 ^a	284,07	1354,27			
	AD2	60	9276,53 ^{ab}	183,36	121,92			
	AE	8	8874,33 ^{ab}	502,17	851,94			
	D1D1	3	9606,33 ^{AB}	820,04	1202,61			
	D1D2	32	9096,50 ^a	251,08	1423,23			
	D1E	3	8523,12 ^b	1420,35	1001,23			
	D2D2	33	8971,66 ^{ab}	247,25	1456,70			
	D2E	16	8756,23 ^{ab}	355,08	1560,12			
EE	2	7883,20 ^A	1004,34	65,78				
≥ IV	AA	34	7907,82 ^b	291,51	2112,23	114,47	635,52	0,030*
	AD1	37	8366,62 ^a	265,46	1776,13			
	AD2	102	8331,43 ^a	168,30	1449,72			
	AE	12	8306,56 ^a	490,68	2609,06			
	D1D1	9	8102,05	566,59	2230,70			
	D1D2	53	8692,58 ^{AB}	233,48	1529,70			
	D1E	12	8712,50	1201,93	157,68			
	D2D2	63	8042,06 ^b	214,15	1707,40			
	D2E	26	8163,53 ^a	354,43	1552,96			
EE	8	6892,51 ^A	849,89	1443,94				
Просек	AA	93	7942,88 ^A	160,01	1813,01	-55,94	388,66	0,000**
	AD1	116	8375,51 ^a	141,45	1562,44			
	AD2	301	8495,77 ^a	89,24	1394,49			
	AE	39	8274,26	247,09	1800,09			
	D1D1	24	8183,42	314,99	1792,74			
	D1D2	176	8525,61 ^a	116,98	1603,52			
	D1E	21	8031,46	514,37	972,05			
	D2D2	177	8496,34 ^a	116,64	1497,62			
	D2E	74	8622,30 ^a	183,13	1550,97			
EE	14	7484,54 ^A	487,98	1072,71				

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (**) – статистички високо значајно; P<0,05 (*) – статистички значајно; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

У трећој лактацији, краве хомозиготног АА и ЕЕ генотипа су имале мању количину млека (8140 и 7883 kg) у односу на краве АД1 (9645 kg), АД2 (9276 kg), АЕ (8874 kg), Д1Д1 (9606 kg), Д1Д2 (89096 kg), Д2Д2 (8972 kg) и Д2Е (8756 kg) генотипа, док су краве Д1Д1 генотипа имале већу количину млека (9606 kg) у односу на краве АД2 (9276 kg), АЕ (8874 kg), Д1Е (8523 kg), Д2Д2 (8972 kg) и Д2Е (8756 kg) генотипа. Код четврте лактације, статистички високо значајна разлика ($P < 0,01$) је забележена између крава ЕЕ генотипа које су имале мању количину млека (6892 kg) и крава АД1 (8367 kg), АД2 (8331 kg), АЕ (8307 kg), Д1Д2 (8693 kg) и Д2Е (8164 kg) генотипа које су имале већу количину млека, и између крава Д1Д2 генотипа које су имале већу количину млека (8693 kg) у односу на краве АА и Д2Д2 генотипа које су имале мању количину произведеног млека (7908 и 8042 kg). Код просечне количине млека у стандардној лактацији, статистички високо значајна разлика ($P < 0,01$) је забележена између крава хомозиготног АА и ЕЕ и крава АД1, АД2, Д1Д2, Д2Д2 и Д2Е генотипа, где су краве ова два генотипа имале мању количину млека (7943 и 7484 kg) у односу на краве осталих пет генотипова (8375 kg, 8496 kg, 8526 kg, 8496 kg и 8622 kg).

Код прве и треће лактације забележени су негативни ефекти адитивних гена (-202,36, -340,07 и -55,94), док су позитивни ефекти доминантних гена забележени код свих лактација и кретали су се од 325,52 код друге до 635,52 код четврте лактације. Просечан ефекат адитивних гена за количину млека у стандардној лактацији је био негативан и износио је -55,94 док је ефекат доминантних гена био позитиван и износио је 388,66.

Количина млечне масти у стандардним лактацијама крава од 305 дана по генотиповима трансферина је приказана у табели 49. Разлике између крава различитих генотипова трансферина у приносу млечне масти су забележене у првој лактацији, али те разлике нису биле статистички значајане ($P > 0,05$), док је код друге и треће лактације и просечне количине млечне масти забележена статистички високо значајна разлика ($P < 0,01$) а код четврте лактације статистички значајна разлика ($P < 0,05$) између трансферинских генотипова.

Табела 49. Показатељи количине млечне масти у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима трансферина

Лактација	Генотипови <i>Tf</i>	Количина млечне масти, <i>kg</i>				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	20	240,84 ^{ab}	8,24	35,38	-5,11	11,22	0,091 ^{ns}
	AD1	28	245,92 ^a	7,09	35,47			
	AD2	72	261,62 ^b	4,40	34,44			
	AE	10	252,57	11,65	35,77			
	D1D1	6	254,00	15,04	24,44			
	D1D2	49	267,70 ^a	5,37	40,00			
	D1E	3	246,23	21,27	12,31			
	D2D2	42	257,19 ^b	5,82	30,69			
	D2E	16	269,01 ^A	9,21	41,00			
EE	2	242,00	26,06	33,94				
II	AA	20	273,75 ^{ab}	9,67	48,24	-2,95	2,12	0,009 ^{**}
	AD1	26	275,82 ^a	8,48	38,05			
	AD2	67	288,95 ^b	5,28	33,00			
	AE	9	283,85	14,42	45,99			
	D1D1	6	271,00 ^{aC}	17,66	75,06			
	D1D2	42	283,77 ^{aC}	6,67	48,23			
	D1E	3	246,15 ^{ab}	24,97	35,23			
	D2D2	39	298,45 ^A	6,92	33,51			
	D2E	16	294,38 ^{bc}	10,81	49,53			
EE	2	269,50	30,59	0,71				
III	AA	19	262,83 ^A	9,62	51,20	-11,51	2,12	0,002 ^{**}
	AD1	25	303,05 ^a	8,39	40,51			
	AD2	60	299,80 ^{ab}	5,41	34,95			
	AE	8	293,00 ^B	14,83	36,59			
	D1D1	3	310,33 ^{ab}	24,22	55,80			
	D1D2	32	293,98 ^{ab}	7,41	43,12			
	D1E	3	285,60	41,95	42,23			
	D2D2	33	287,70	7,30	41,17			
	D2E	16	287,12	10,48	48,07			
EE	2	259,56	29,66	2,04				
≥ IV	AA	34	267,29 ^a	9,054	66,46	3,31	14,24	0,033 [*]
	AD1	37	272,29 ^a	8,24	56,38			
	AD2	102	273,43 ^a	5,22	44,42			
	AE	12	264,28 ^a	15,24	77,48			
	D1D1	9	277,54	17,59	60,29			
	D1D2	53	287,55 ^A	7,25	50,38			
	D1E	12	297,00	37,33	24,04			
	D2D2	63	262,71 ^a	6,65	52,17			
	D2E	26	274,78	11,00	47,86			
EE	8	241,75 ^a	26,39	55,70				
Просек	AA	93	261,37 ^A	4,83	53,30	-1,96	8,44	0,000 ^{**}
	AD1	116	269,78 ^B	4,27	48,27			
	AD2	301	276,99 ^{ab}	2,69	42,02			
	AE	39	264,45 ^{BC}	7,47	53,83			
	D1D1	24	271,47	9,52	54,72			
	D1D2	176	277,01 ^{ac}	3,53	49,80			
	D1E	21	261,86	15,55	35,88			
	D2D2	177	273,50 ^a	3,52	44,78			
	D2E	74	280,55 ^a	5,53	45,12			
EE	14	250,91 ^A	14,75	36,21				

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (**), P<0,05 (*) – статистички високо значајно; P>0,05 (ns) – статистички значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

У другој лактацији, статистички високо значајне разлике ($P < 0,01$) у количини млечне масти су забележене између крава хомозиготног Д2Д2 (298,45 kg) генотипа и крава АА (273,75 kg), АД1 (275,82 kg), Д1Д1 (271 kg), Д1Д2 (8283,77 kg) и Д1Е (246,15 kg) генотипа, између крава АА (273,75 kg) и Д1Е (246,15 kg) и крава АД2 (288,95 kg) и Д2Е (294,38 kg) генотипа и између крава Д2Е (294,38 kg) и крава Д1Д1 (271 kg) и Д1Д2 (8283,77 kg) генотипа. Код треће лактације, статистички високо значајне разлике ($P < 0,01$) у количини млечне масти су забележене између крава АА (262,83 kg) и АЕ (293 kg) и крава АД1 (303,05 kg), АД2 (299,80 kg), Д1Д1 (310,33 kg) и Д1Д2 (293,98 kg) генотипа. У четвртој лактацији, статистички значајне разлике ($P < 0,05$) у количини млечне масти су забележене између крава Д1Д2 (287,55 kg) и крава АА (267,29 kg), АД1 (272,29 kg), АД2 (273,43 kg), АЕ (264,28 kg), Д2Д2 (262,17 kg) и ЕЕ (241,75 kg) генотипа. Код просечне количине млечне масти у стандардној лактацији, статистички високо значајне разлике ($P < 0,01$) у количини млечне масти су забележене између крава трансферинског генотипа АА и ЕЕ и крава трансферинског генотипа АД2, Д1Д2, Д2Д2 и Д2Е, где су краве ова два генотипа имале мању количину млечне масти (261,37 kg и 250,91 kg) у односу на остала четири генотипа (276,99 kg, 277,01 kg, 273,50 kg и 280,55 kg), затим између крава трансферинског генотипа АД2 и крава трансферинског генотипа АД1 и АЕ, где су краве генотипа АД2 имале већу количину млечне масти (276,99 kg) у односу на ова два генотипа (269,78 kg и 264,45 kg) и између крава трансферинског генотипа АЕ и Д1Д2, где су краве генотипа АЕ имале мању количину млечне масти (264,45 kg) у односу на краве генотипа Д1Д2 (277,01 kg).

Позитивни ефекти доминантних гена су забележени код свих лактација, и кретали су се од 2,12 код друге и треће до 14,24 код четврте лактације, док је позитиван ефекат адитивних гена забележен само код четврте лактације (3,31) а негативан ефекат адитивних гена се кретао од -2,95 код друге до -11,51 код треће лактације. Просечан ефекат адитивних гена за количину млечне масти је био негативан и износио је -1,96 док је ефекат доминантних гена био позитиван и износио је 8,44.

Процент млечне масти у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима трансферина је приказан у табели 50. Статистички значајна разлика између генотипова трансферина није установљена ($P > 0,05$) код прве, друге и треће

лактације, док је статистички високо значајна разлика ($P < 0,01$) установљена код четврте лактације и просечног процента млечне масти. У четвртој и већем броју лактацији, статистички значајне разлике ($P < 0,01$) у проценту млечне масти су забележене између крава АА, Д2Е и ЕЕ и крава АД1, АД2, АЕ, Д1Д2 и Д2Д2 генотипа, где су краве ова три генотипа имале већи проценат млечне масти (3,40%, 3,38% и 3,49%) у односу на краве осталих пет генотипова (3,27%, 3,29%, 3,21%, 3,31% и 3,27%), између крава Д1Д1 и крава АД1, АД2, АЕ и Д1Д2 генотипа, где су краве хомозиготног Д1Д1 генотипа имале већи проценат млечне масти у односу на краве ова четири генотипа (3,27%, 3,29%, 3,21%, и 3,31%), између крава АЕ (3,21%) и Д1Д2 (3,31%) генотипа и између крава Д1Д1 (3,48 %) и крава Д2Д2 (3,27%) генотипа. Код просечног процента млечне масти, статистички високо значајна разлика ($P < 0,01$) је утврђена између крава генотипа АА (3,31%) и крава АД1 (3,23%), АД2 (3,27%), АЕ (3,21%), Д1Д2 (3,26%), Д2Д2 (3,23%) и Д2Е (3,27%) генотипа, између крава АД1 (3,23%) и крава АД2 (3,27%), Д1Д1 (3,34%) и ЕЕ (3,35%) генотипа, између крава АД2 (3,27%) и крава АЕ (3,21%), Д1Д1 (3,34%) и Д2Д2 (3,23%) генотипа, између крава АЕ (3,21%) и крава Д1Д1 (3,34%) и Д2Д2 (3,23%) генотипа и између крава АЕ (3,21%) и крава Д1Д1 (3,34%), Д2Е (3,27%) и ЕЕ (3,35%) генотипа.

Код друге и треће лактације забележени су негативни ефекти адитивних гена (-0,03 односно 0,01) док је позитивни ефекат адитивних гена забележен код прве лактације (0,02), а код четврте лактације и просечног процента млечне масти није забележен ефекат адитивних гена (0,00). Код доминантних гена није забележен позитиван ефекат, док се негативан ефекат кретао од -0,01 код треће до -0,06 код просечног процента млечне масти, док код друге лактације није забележен ефекат ових гена (0,00).

Табела 50. Показатељи процента млечне масти у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима трансферина

Лактација	Генотипови <i>Tf</i>	Процент млечне масти, %				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
I	AA	20	3,26	0,03	0,15	0,02	-0,03	0,621 ^{ns}
	AD1	28	3,23	0,03	0,14			
	AD2	72	3,23	0,02	0,17			
	AE	10	3,18	0,05	0,12			
	D1D1	6	3,27	0,06	0,18			
	D1D2	49	3,23	0,02	0,17			
	D1E	3	3,18	0,09	0,06			
	D2D2	42	3,18	0,02	0,14			
	D2E	16	3,20	0,04	0,14			
EE	2	3,20	0,11	0,04				
II	AA	20	3,18	0,04	0,29	-0,03	0,00	0,829 ^{ns}
	AD1	26	3,27	0,03	0,26			
	AD2	67	3,20	0,02	0,14			
	AE	9	3,18	0,06	0,18			
	D1D1	6	3,29	0,07	0,15			
	D1D2	42	3,23	0,02	0,17			
	D1E	3	3,26	0,10	0,03			
	D2D2	39	3,18	0,02	0,16			
	D2E	16	3,16	0,04	0,10			
EE	2	3,29	0,12	0,09				
III	AA	19	3,22	0,04	0,27	-0,01	-0,01	0,807 ^{ns}
	AD1	25	3,14	0,04	0,08			
	AD2	60	3,23	0,02	0,25			
	AE	8	3,30	0,07	0,37			
	D1D1	3	3,23	0,12	0,16			
	D1D2	32	3,24	0,03	0,19			
	D1E	3	3,15	0,20	0,04			
	D2D2	33	3,20	0,03	0,15			
	D2E	16	3,26	0,05	0,13			
EE	2	3,29	0,14	0,02				
≥ IV	AA	34	3,40 ^A	0,03	0,25	0,00	-0,09	0,000 ^{**}
	AD1	37	3,27 ^{ab}	0,03	0,22			
	AD2	102	3,29 ^{ab}	0,02	0,22			
	AE	12	3,21 ^{abC}	0,06	0,25			
	D1D1	9	3,48 ^{BcD}	0,07	0,28			
	D1D2	53	3,31 ^{abc}	0,03	0,23			
	D1E	12	3,41	0,15	0,33			
	D2D2	63	3,27 ^{ad}	0,02	0,17			
	D2E	26	3,38 ^A	0,04	0,24			
EE	8	3,49 ^A	0,11	0,15				
Просек	AA	93	3,31 ^A	0,02	0,24	0,00	-0,06	0,000 ^{**}
	AD1	116	3,23 ^{ab}	0,01	0,19			
	AD2	301	3,27 ^{abC}	0,01	0,21			
	AE	39	3,21 ^{acD}	0,03	0,21			
	D1D1	24	3,34 ^{bcdE}	0,04	0,23			
	D1D2	176	3,26 ^{acF}	0,01	0,20			
	D1E	21	3,25	0,06	0,16			
	D2D2	177	3,23 ^{acefG}	0,01	0,16			
	D2E	74	3,27 ^{adefg}	0,02	0,19			
EE	14	3,35 ^{bdfg}	0,06	0,16				

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{Lsm} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05 = различита мала слова; ns = иста мала слова.

Укупно остварена животна производња крава различитих генотипова трансферина је приказана у табели 51. Из табеле се може видети да статистички значајне разлике између генотипова трансферина нису забележене ($P>0,05$) код животне производње млека, млечне масти, процента млечне масти и броја лактацијских дана у животу краве, док су статистички значајне разлике ($P<0,05$) између генотипова трансферина забележене код броја лактација у животу краве, продуктивног живота краве и животног века краве.

Иако статистички значајне разлике нису забележене између трансферинских генотипова код животне производње млека, на основу броја крава може се приметити да су генотипови са највећом животном производњом млека краве генотипа Д2Е са око 43836 kg млека, затим следе краве генотипа АД1 са око 40556 kg млека, краве АА са око 40032 kg млека и краве АД2 са око 39283 kg млека. Најмању животну производњу млека су имале краве генотипа Д1Д2 са око 36010 kg млека и краве генотипа АА са око 36154 kg млека. Код животне производње млечне масти можемо да видимо да су краве генотипа АА (1311,60 kg), АД1 (1334,96 kg), АД2 (1312,25 kg) и Д2Е (1382,68 kg) имале највећу количину млечне масти, у односу на краве хомозиготног Д2Д2 генотипа којих је било доста заступљено у популацији а имале су свега 1253,17 kg млечне масти.

Код животне производње млечне масти, разлике су забележене између крава АД2 (3,32 %) и крава АА (3,33 %), АД1 (3,26 %), Д1Д2 (3,28 %) и Д2Д2 (3,26 %) генотипа, као и између крава АА (3,33 %) и крава АД1 (3,26 %) и Д2Д2 (3,26 %) генотипа, али те разлике нису биле статистички значајане ($P>0,05$).

Статистички значајне разлике нису забележене ($P>0,05$) између генотипова трансферина код броја лактацијских дана, али се може видети да су краве генотипа АА, АД1, АД2 и Д2Е имале највећи број лактацијских дана (1615, 1606, 1567 и 1679 дана) у односу на краве генотипа АЕ, Д1Д2 и Д2Д2 које су имале најмањи број лактацијских дана (1454, 1394 и 1515 дана).

Табела 51. Показатељи животне производње по генотиповима трансферина

Особине	Генотипови <i>Tf</i>	Вредности				Ефекат гена		P вредност
		N	LSM	SE _{Lsm}	SD	(a)	(d)	
Животна производња млека, <i>kg</i>	AA	20	40031,65	3801,58	16068,08	149,60	-2911,00	0,823 ^{ns}
	AD1	28	40555,48	3271,88	14824,22			
	AD2	72	39283,03	2032,03	16296,86			
	AE	10	36154,10	5376,24	17652,85			
	D1D1	6	39967,67	6940,70	25871,02			
	D1D2	49	36009,83	2479,87	19180,34			
	D1E	3	25988,00	9815,63	18234,70			
	D2D2	42	38996,63	2688,12	16592,39			
	D2E	16	43835,75	4250,29	14870,56			
	EE	2	40233,00	12021,64	5525,33			
Животна производња млечне масти, <i>kg</i>	AA	20	1311,60	123,81	520,66	1,57	-104,11	0,803 ^{ns}
	AD1	28	1334,96	106,56	482,33			
	AD2	72	1312,25	66,18	539,91			
	AE	10	1177,80	175,09	566,74			
	D1D1	6	1310,66	226,05	861,82			
	D1D2	49	1162,76	80,76	619,92			
	D1E	3	865,00	319,68	654,67			
	D2D2	42	1253,17	87,54	529,29			
	D2E	16	1382,68	138,42	476,53			
	EE	2	1361,50	391,53	195,87			
Животна производња процента млечне маст, %	AA	20	3,33 ^{ab}	0,03	0,18	0,00	-0,05	0,056 ^{ns}
	AD1	28	3,26 ^{ab}	0,03	0,17			
	AD2	72	3,32 ^A	0,01	0,18			
	AE	10	3,26	0,05	0,18			
	D1D1	6	3,33	0,06	0,15			
	D1D2	49	3,28 ^a	0,02	0,14			
	D1E	3	3,26	0,09	0,04			
	D2D2	42	3,26 ^{ab}	0,02	0,14			
	D2E	16	3,28	0,03	0,12			
	EE	2	3,38	0,11	0,02			
Број лактација по крави	AA	20	4,85 ^{ab}	0,37	1,66	0,12	-0,64	0,035 [*]
	AD1	28	4,61 ^a	0,32	1,53			
	AD2	72	4,38 ^{ab}	0,20	1,68			
	AE	10	4,20	0,53	1,66			
	D1D1	6	4,33	0,69	2,28			
	D1D2	49	3,77 ^A	0,24	1,78			
	D1E	3	3,00 ^b	0,97	1,73			
	D2D2	42	4,50 ^a	0,26	1,82			
	D2E	16	4,56 ^a	0,42	1,21			
	EE	2	5,00	1,196	0,00			
Број лактацијских дана по крави	AA	20	1614,85	142,81	628,62	10,52	-142,68	0,743 ^{ns}
	AD1	28	1606,25	122,91	513,27			
	AD2	72	1566,74	76,33	651,65			
	AE	10	1454,50	201,96	673,47			
	D1D1	6	1517,00	260,74	898,91			
	D1D2	49	1393,66	93,16	686,56			
	D1E	3	1070,00	368,74	719,24			
	D2D2	42	1512,40	100,98	630,58			

	Д2Е	16	1678,75	159,67	530,45			
	ЕЕ	2	1752,00	451,61	41,01			
Продуктиван живот краве, дана	АА	20	2010,47 ^{ab}	136,61	820,73			
	АД1	28	2001,39 ^{ab}	117,58	684,92			
	АД2	72	2040,77 ^{ab}	73,02	881,86			
	АЕ	10	1875,00	193,20	830,69			
	Д1Д1	6	1878,00	249,42	959,61	-19,81	-221,43	0,022*
	Д1Д2	49	1607,33 ^B	89,11	808,04			
	Д1Е	3	1359,23 ^A	352,74	964,79			
	Д2Д2	42	1987,77 ^a	96,60	851,53			
	Д2Е	16	1969,41 ^a	152,74	749,24			
	ЕЕ	2	2284,50 ^{ab}	432,01	185,97			
Животни век краве, дана	АА	20	2608,88 ^{ab}	144,59	732,28			
	АД1	28	2467,15	120,31	762,83			
	АД2	72	2454,22 ^a	74,39	852,68			
	АЕ	10	2408,40	193,99	848,65			
	Д1Д1	6	1934,20 ^B	274,34	1110,07	64,98	-235,58	0,035**
	Д1Д2	49	2189,26 ^A	91,44	853,24			
	Д1Е	3	2124,33	354,18	927,28			
	Д2Д2	42	2465,05 ^a	98,23	933,24			
	Д2Е	16	2206,53	158,39	926,51			
	ЕЕ	2	3037,50 ^b	433,78	210,01			

N = број животиња; LSM = средине најмањих квадрата; SE_{LSM} = стандардна грешка средине најмањих квадрата; SD = стандардна девијација; (a) = ефекат адитивних гена; (d) = ефекат доминантних гена; P вредност = значајност, P<0,01 (***) – статистички високо значајно; P<0,05 (*) – статистички значајно; P>0,05 (ns) – нема статистичке значајности; P<0,05= различита мала слова; ns = иста мала слова.

Међутим код броја лактација по крави, забележене су статистички значајне разлике (P<0,05) између крава Д1Д2 и крава АА, АД1, АД2, Д2Д2 и Д2Е генотипа, где су краве Д1Д2 генотипа имале мањи број лактација у животу (3,77) у односу на краве осталих пет генотипова (4,85; 4,61; 4,38; 4,50 и 4,56), као и између крава АА и крава АД2 и Д1Е генотипа, где су краве хомозиготног АА генотипа такође имале већи број лактација у животу (4,85) у односу на краве ова два генотипа (4,38 и 3,0).

Код продуктивног живота краве, статистички значајна разлика (P<0,05) између трансферинских генотипова је забележена између крава Д1Е и крава АА, АД1, АД2, Д2Д2, Д2Е и ЕЕ генотипа, где су краве Д1Е генотипа имале мањи број продуктивних дана (1359 дана) у односу на краве ових шест генотипова (2010, 2001, 2041, 1988, 1969 и 2284 дана) као и између крава Д1Д2 и крава АА, АД1, АД2 и ЕЕ генотипа, где су краве Д1Д2 генотипа такође имале мањи број продуктивних дана (1607 дана) у односу на краве ова четири генотипа (2010, 2001, 2041 и 2284 дана).

Статистички значајна разлика (P<0,05) код животног века крава између трансферинских генотипова је забележена код крава Д1Д2 и крава АА, АД2 и Д2Д2 генотипа, где су

краве Д1Д2 генотипа имале краћи животни век (2189 дана) у односу на краве ова три генотипа (2609, 2454 и 2465 дана), како и код крава Д1Д1 и крава АА и ЕЕ генотипа, где су краве хомозиготног генотипа Д1Д1 имале краћи животни век (1934 дана) у односу на краве друга два хомозиготна генотипа (2609 и 3037 дана).

Код свих посматраних особина, ефекат доминантних гена је био негативан и износио је -2911 за животну производњу млека, -104,11 за животну производњу млечне масти, -0,05 за проценат млечне масти, -0,64 за број лактација по крави, -142, 68 за број лактацијских дана, -221,43 за продуктиван и -235,58 за животни век краве, док је негативан ефекат адитивних гена забележен само код продуктивног живота краве (-19,81). Позитиван ефекат адитивних гена је био 149,60 за животну производњу млека, 1,57 за за животну производњу млечне масти, 0,12 за број лактација по крави, 10,52 за број лактацијских дана и 64,98 за животни век краве док код животне производње процента млечне масти није забележен адитиван ефекат гена.

На основу приказане животне производње крава код свих десет генотипова трансферина и на основу броја крава код којих су идентификовани поједини генотипови, може се констатовати да су краве АА, АД1 и АД2 генотипа забележиле најбоље животне резултате, тј. да су имале најдужи продуктиван и животни век, највећи број лактација што је резултирало да имају и највећи принос млека и млечне масти.

6. ДИСКУСИЈА

6.1. к-казеин

На основу идентификованих генотипова к-казеина и њихове повезаности са производним особинама крава у овој докторској дисертацији, као и на основу литературних навода других аутора, може се констатовати да различити генотипови овог протеина значајно утичу на производне особине и њихову варијабилност код крава и као такви могу бити кориштени у генеомској селекцији и оплемењивању приликом побољшања и унапређења производних особина млечних говеда.

У нашој анализираној популацији крава установљена су три генотипа овог протеина: доминантни хомозигот (АА), доминантни хетерозигот (АБ) и рецесиван хомозигот (ББ) са фреквенцијом од 0,50 за АА, 0,40 за АБ и 0,10 за ББ генотип. На основу установљених фреквенција генотипова, установљени су доминантни А и рецесивни Б алела, са фреквенцијама од 0,70 за А и 0,30 за Б алел. Сличну фреквенцију алела као у овом истарживању је установио Рен и сар. (2011) код холштајн крава у Кини, где је фреквенција доминантног А алела износила 0,69 а рецесивног Б алела 0,31. Namza и сар. (2010) су код 319 кинеских холштајн крава установили фреквенцију генотипова од 0,40 за АА, 0,34 за АБ и 0,26 за ББ генотип, док су фреквенције алела А и Б биле 0,6 и 0,4. Golijow и сар. (1999) су у аргентинским популацијама холштајн крава установили фреквенцију од 0,65 за А и 0,34 за алел Б.

Hristov и сар. (2013) су у бугарским популацијама говеда установили фреквенције генотипова к-казеина од 0,31 за АА, 0,54 за АБ и 0,14 за ББ генотип, док је фреквенција алела износила 0,58 за А и 0,41 за Б алел.

Shahlla и сар. (2014) су у пакистанским популацијама крава утврдили фреквенцију генотипова к-казеина од 0,86 за АА генотип, 0,16 за АБ генотип и 0,02 за ББ генотип, а израчуната фреквенција алела је била 0,92 за алел А и 0,08 за алел Б. Сличну фреквенцију алела су у својим истарживањима добили Laga и сар., (2002), Yasemin и Sengiz (2006) и Aliranah и сар. (2008). Овако високу фреквенцију А алела су у својим истраживањима добили Bonvillani и сар. (2010) код холштајн крава. Насупрот овим резултатима, Ceriotti и сар. (2004) су у својим истарживањима добили већу фреквенцију Б алела.

У истраживању Ђедовић и сар. (2015) код 21 краве сименталске расе, 20 крава мелеза добијених укрштањем сименталца са црвеним холштајном и 25 крава аутохтоне расе буше, генотипске фреквенције к-казеина за сименталску расу су биле: 0,42 за АА, 0,47 за АБ и 0,09 за ББ генотип, за мелезе: 0,75 за АА, 0,25 за АБ и 0,0 за ББ генотип и за бушу: 0,41 за АА, 0,50 за АБ и 0,08 за ББ генотип. Исти аутори су фреквенције алела А и Б добили од 0,66 и 0,33 за сименталску расу, 0,87 и 0,12 за мелезе и 0,667 и 0,333 за бушу.

Caroli и сар. (2009) наводе чак 14 полиморфних облика к-казеина (А, А1, В, В2, С, D, E, F1, F2, G1, G2, H, I, J), док Soria и сар., (2003) наводе 11 облика алела к - казеина (А, В, С, D, E, F, G, H, А1). Поред ових, и други генетски облици су такође откривени код неколико раса, али веома често ниских фреквенција (Sulimova и сар., 2007). Међутим, према многим ауторима (Beata и сар., 2008; Anggraeni и сар., 2010; Ju и сар., 2011; Лукач и сар. 2013; Доксо и сар., 2014) два најчешћа алелна облика к-казеина која су присутна код млечних говеда су А и Б алел. Полиморфном к-казеинском А облику својствене су аминокиселине Thr и Asp на позицији 136 и 148, док је к-казеинском Б облику на истим позицијама својствен Ile и Ala (Eigel и сар., 1984).

Иванковић и сар. (2011) наводе да је А алел заступљенији код племенитијих раса говеда и креће се од 60,7-76,4%, док је код аутохтоних раса говеда више заступљен Б алел који се креће од 48,2-84,1%. Иста група аутора наводи да је фреквенција А алела код сименталца у Републици Хрватској порасла у последњих двадасетак година, што је са аспекта даље обраде млека јако неповољно, с обзиром да су ранија истарживања указала да млеко алелне А варијанте к-казеина изискује дуже време сирење (Lunden и

сар., 1997; Kubarsepp и сар., 2005) и даје мањи принос сира са мањим процентом протеина (Ikonen и сар., 1999; Braunschweig и сар., 2000; Miceikiene и сар., 2005; Molina и сар., 2006). Patel и сар. (2007) наводе да Б алел к-казеина има повољан и значајан утицај на принос сира и садржај протеина. Такође, млеко крава ББ генотипа захтева краће време сирења (Kubarsepp и сар., 2005) и даје већи принос сира са већим уделом протеина (Ng-Kwai-Hang и сар., 2002; Miceikiene и сар., 2005; Molina и сар., 2006).

Што се тиче репродуктивних особина као што су узраст јуница код прве успешне оплодне, маса телади на рођењу, броја осемењавања по успешној концепцији и трајања међутелидбеног периода, у нашим истраживањима нису установљене статистички значајне разлике између крава различитих генотипова к-казеина, док је код трајања треће стоности забележена статистички високо значајна разлика ($P < 0,01$) између крава АА генотипа (276,8 дана) и крава АБ и ББ генотипа (279,4 дана). Оно што се могло приметити у добијеним резултатима је да су краве ББ генотипа имале нешто већи број осемењавања по успешној концепцији у односу на краве остала два генотипа код узастопних концепција, али између ова три генотипа није установљена статистички значајна разлика. Код трајања сервис периода, после другог и четвртог телења забележене су статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава АА и АБ и крава ББ генотипа после другог, односно између крава АА и АБ генотипа после четвртог телења. Оно што се може приметити у добијеним резултатима је да су краве рецесивног к-казеинског генотипа ББ увек имале краће трајање сервис период после сваког телења у односу на преостала два доминантна генотипа крава.

Код дужине трајања лактације, у нашим резултатима установљене су статистички значајне разлике ($P < 0,05$) код четврте и седме лактације, као и код просечног трајања лактација између крава АА и АБ генотипа, где су краве АБ генотипа имале дуже трајање четврте лактације за 38 дана и седме лактације за 71 дан као и просечно трајање лактације за 16 дана у односу на краве АА генотипа. И резултати других аутора (Kopovalova и сар., 2004; Miciński и сар., 2007; Hristov и сар., 2013; Zhou и Dong, 2013) нам указују на повезаност к-казеинских генотипова са перформансама лактације, количином и саставом млека и каснијом прерадом млека. Тако су Vobe и сар. (1999) истраживали ефекат к-казеинских генотипова на садржај и састав млечног

протеина код холштајн-фризијских крава у САД, где су дошли до закључка да генотипови овог протеина утичу на укупну количину млека и састав протеина у млеку крава. Ђедовић и сар. (2015) су у својим истарживањима установили да генотипови к-казеина значајно утичу на принос млечне масти код сименталске расе говеда, мелеза и домаће буше. Matin и Otani, (2002) наводе да генотип к-казеина поред тога што је повезан са лактацијским особинама, он има великог утицаја и на физиолошке процесе који учествују у побољшању имунитета крава.

Код количине млека, млечне масти и процента млечне масти у стварним лактацијама крава, установљене су значајне разлике између крва различитих к-казеинских генотипова. Разлике у количини млека су установљене у четвртој и седмој лактацији где су краве АБ к-казеинског генотипа имале највећи принос млека, док су краве ББ к-казеинског генотипа оствариле најмањи принос млека у стварним лактацијама. И код просечне количине млека установљене су разлике између сва три к-казеинска генотипа, где су краве АА генотипе имале највећи принос млека (9720 kg), затим следе краве АБ (9335 kg) и ББ (8888 kg) генотипа. Међутим, без обзира на остварену просечну количину млека, из добијених резултата можемо да приметимо да су краве АБ к-казеинског генотипа имале највећи принос млека по лактацијама, док су краве ББ к-казеинског генотипа имале најмањи принос млека по лактацији. Као и код количине млека, значајна разлика у количини млечне масти у нашим истаживањима је установљена код четврте и седме лактације и просечне количине млечне масти између крава АБ и крава АА и ББ к-казеинског генотипа. Код процента млечне масти, статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитог к-казеинског генотипа су установљене у другој, петој, шестој, седмој лактацији и код просечног процента млечне масти. До сличних резултата у погледу приноса млека су дошли Mićićki и сар. (2007) који су код церзеј расе говеда у лактацијама од 305 дана установили статистички значајне разлике ($P < 0,05$) у количини млека у првој лактацији између крава АБ генотипа које су имале већу количину млека за 342 kg у односу на краве ББ генотипа, док су у трећој лактацији краве овог генотипа имале већу количину млека за 494 kg у односу на краве АА и 420 kg у односу на краве ББ генотипа. Иста група аутора је установила и да

су краве ББ генотипа у свим узастопним лактацијама имале најмањи принос млечне масти, у односу на остала два генотипа.

Shahlla и сар. (2014) су у својим истраживањима забележили статистички значајне разлике ($P < 0,05$) у количини млека у првој и другој лактацији између крава АА и АБ генотипа, где су краве хетерозиготног АБ генотипа имале више млека за 422 kg у првој односно 612 kg у другој лактацији у односу на краве АА генотипа.

Hristov и сар. (2013) су у бугарским популацијама крава установили да су краве хетерозиготног АБ к-казеинског генотипа имале за око 12% већи принос млека и млечне масти у односу на краве хомозиготног ББ генотипа, и за око 7% у односу на краве АА генотипа, на основу чега су аутори констатовали супериорност А алела у односу на Б алел за квантитативне особине млека. Наиме, краве хетерозиготног АБ генотипа су имале највећу количину млека у стандардној лактацији од 305 дана (4112 kg) која је била већа за око 600 kg у односу на краве хомозиготног ББ генотипа (3581 kg), и за око 300 kg у односу на краве хомозиготног АА генотипа. Краве АБ генотипа су имале и највећи принос млечне масти (191,45 kg) са 4,66 % млечне масти, затим следе краве АА генотипа (180,27 kg) са 4,70% млечне масти и на крају краве ББ генотипа (161,17 kg) са 4,66% млечне масти.

Многи други аутори су такође уочили позитиван ефекат алела А на млечне особине крава (Куџерова и сар., 2006; Molina и сар., 2006; Comin и сар., 2008; Sitkowska и сар., 2008). У истраживању Sitkowske и сар. (2013), краве АА генотипа су имале већи принос млека (6414 kg), млечне масти (217 kg) и протеин (209 kg) код прве три лактације у односу на краве остала два генотипа, док су краве ББ генотипа забележиле најмањи принос млека, масти и протеина. Исто тако, резултати Micinskog и сар. (2007) као и Shahlla и сар. (2014) говоре да је доминантни хомозиготни АА облик гена за к-казеина био повезан са високим садржајем протеина у млеку крава, док у истраживању Реџулаитиенè и сар. (2007) исти генотип је био повезан са ниским садржајем протеина у млеку. Међутим, према Azavedo и сар. (2008) млеко крава ББ генотипа даје око 10% већи принос сира у односу на млеко крава АА генотипа.

Код приноса млека у стандардној лактацији од 305 дана, у нашим резултатима је установљена значајна разлика у четвртој лактацији између крава АБ и ББ к-казеинског

генотипа, где су краве ББ генотипа оставиле већи принос млека за 911 kg, док су у седмој лактацији краве овог генотипа имале мањи принос млека за 1478 kg у односу на краве АБ генотипа. Иста законистост је добијена и код приноса млечне масти, где су краве ББ к-казеинског генотипа имале већи принос млечне масти за 25 kg у односу на краве АА генотипа, док су међутим, у седмој лактацији ове краве имале мањи принос млечне масти за 42 kg у односу на краве АА генотипа. Код процента млечне масти у трећој лактацији краве ББ к-казеинског генотипа су имале нешто већи проценат млечне масти, док су у петој, шестој и седмој лактацији краве АБ генотипа имале највећи проценат млечне масти.

У истраживањима Denisenka (2004), млеко крава генотипа ББ је имало највећи проценат масти и протеина у односу на краве остала два генотипа (АА, АБ), где су установљене значајне разлике за принос млека, масти и процента протеина. У истраживања спроведених у Русији, исти аутор наводи да би укупна производња сира могла да се повећа за 5% ако би се користило млеко крава генотипа ББ, уместо млеко крава са АА генотипом к-казеина.

Bovenhuis и сар. (1992) су у својим истраживањима дошли до закључка да је генотип к-казеина имао значајног утицаја на производњу млека где су краве генотипа ББ произвеле 173 kg мање млека од крава АА генотипа. Даље, генотип к-казеина је имао високо значајног утицај и на садржај протеина, где су краве ББ генотипа производиле млеко са 0,08% већим садржајем протеина у поређењу са кравама АА генотипа, док генотип к-казеина није имао значајног утицаја на садржај млечне масти. Исти аутори су дошли до закључка да је за принос млечне масти алел Б повезан са значајно нижом производњом масти у поређењу са А алелом.

Резултати укупне животне производње крава приказани у овој докторској дисертацији нам указују на значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитих генотипова к-казеина у броју лактацијских дана у животу крава, животног века крава, животне производње млека и млечне масти и продуктивног живота крава, док код животне производње процента млечне масти и броја лактација по крави у току живота нису забележене значајне разлике ($P > 0,05$) између генотипова. На основу резултата приказаних у овој докторској дисертацији, можемо да закључимо да су краве

доминантног АБ к-казеинског генотипа оствариле најбољу животну производњу и забележиле најбоље резултате код свих посматраних особина, затим следе краве доминантног АА к-казеинског генотипа, док су краве рецесивног ББ к-казеинског генотипа оствариле најлошију животну производњу и забележиле најлошије резултате.

До сличних закључака су дошли Доксо и сар. (2014) који су у својим истраживањима, као најнеповољнији генотип к-казеина обзиром на произведену количину млека током прве три стандардне лактације сименталске расе крава, утврдили да је то ББ, који је у односу на АА и АБ генотипове остварио мању производњу млека, док су краве генотипа АА у односу на ова два генотипа произвеле највећу количину млека. Исту законитост су аутори установили и код краве холштајн фризијске расе говеда, где су краве АА генотипа у односу на краве АБ и ББ генотипа, произвеле већу количину млека. Истовремено су краве АА к-казеинског генотипа произвеле и млеко са већим садржајем млечне масти у односу на краве АБ и ББ генотипа. Најповољнијим обзиром на удео протеина у млеку холштајн крава показао се АА генотип, који је имао незнатно веће вредности удела протеина у млеку у односу на к-казеинске АБ и ББ генотипове. Међутим, ранија истраживања (Chrenek и сар., 2003; Кићегић и сар., 2006; Comin и сар., 2008) указују на повољан учинак ББ генотипа к-казеина на садржај млечне масти и протеина у млеку.

Shahla и сар. (2014) су у својим истраживањима забележили статистички значајне разлике ($P < 0,05$) у количини млека у прве две лактације између крава АА и АБ генотипа, где су краве хетерозиготног АБ генотипа имале више млека за 422 kg у првој односно 612 kg у другој у односу на краве АА генотипа.

У истраживању Доксо и сар. (2014), у прве три стандардне лактације краве холштајн расе АА генотипа су у односу на краве АБ и ББ генотипа произвеле већу количину млека (+258,1 kg; +369,7 kg), али уочене разлике нису биле статистички значајне. Истовремено су краве АА генотипа произвеле и млеко са већим садржајем млечне масти (+0,17 %; +0,26 %) у односу на краве АБ и ББ генотипа. Иста група аутора наводи да је код крава сименталске расе најнеповољнији ББ генотип к-казеина обзиром на произведену количину млека током прве три стандардне лактације, који је у односу на АА и АБ генотипове остварио мању производњу млека (-356 kg; -421,7 kg), што је у

сагласности са резултатима Tsiarasa и сар. (2005) који су добили сличне резултате. Истовремено су краве сименталске расе ББ генотипа произвеле млеко са већим садржајем млечне масти у односу на краве АА и АБ генотипа (+0,04 %; +0,11 %).

6.2. β -лактоглобулин

На основу идентификованих генотипова β -лактоглобулина и њихове повезаности са производним особинама крава у овој докторској дисертацији, као и на основу литературних навода других аутора, може се констатовати да различити генотипови овог протеина значајно утичу на производне особине и њихову варијабилност код крава и као такви могу бити кориштени у генеомској селекцији и оплемењивању приликом побољшања и унапређења производних особина млечних говеда.

У испитиваној популацији крава, установљена су три генотипа β -лактоглобулина: доминантни хомозигот (АА), доминантни хетерозигот (АБ) и рецесивни хомозигот (ББ) са фреквенцијом од 0,20 за АА, 0,57 за АБ и 0,23 за ББ генотип. На основу установљених фреквенција генотипова, установљен је доминантни А и рецесивни Б алел, са фреквенцијама од 0,485 за А и 0,515 за Б алел. Сличне фреквенције генотипова и алела за β -лактоглобулина су добили Heidari и сар. (2009) код у холштајн популацији говеда у Ирану, где је фреквенција генотипова била 0,25 за АА, 0,54 за АБ и 0,19 за ББ генотип, док је фреквенција алела била 0,53 за алел А и 0,47 за алел Б. Tsiaras и сар. (2005) су такође добили сличне фреквенције у популацијама холштајн крава, где је фреквенција АА генотипа била 0,28, АБ генотипа 0,47 и ББ генотипа 0,24, а фреквенција А алела је била 0,52 и Б алела 0,48. Celik и сар. (2003) су у brown swiss популацији крава установили фреквенцију генотипова од 0,06 за АА, 0,52 за АБ и 0,41 за ББ генотип, а фреквенција А алела је била 0,27 и Б алела 0,73. Сличне фреквенције генотипова β -лактоглобулина су у својим устраживањима добили Gouda и сар. (2011) код холштајн говеда у Египту и Ren и сар. (2011) код холштајн и церзеј

говеда у Кини. Hristov и сар. (2013) су у Бугарским популацијама говеда установили фреквенције генотипова у следећем односу: 0,39 за АА, 0,58 за АБ и 0,02 за ББ генотип, а фреквенција алела је била 0,68 за А и 0,32 за Б алел.

Caroli и сар. (2009) су у својим истраживањима до сада идентификовали 11 генетских варијанти β -лактоглобулина код рода *Bos* (А, В, С, D, Е, F, G, H, I, J, W) од којих су данас најзаступљенији алели А, В, С, D и Е, а алели А и В су најчешћи (Oner и Elmasi, 2006; Иванковић и сар., 2011; Gurcan, 2011; Лукач и сар., 2013; Sitkowska и сар., 2013; Доксо и сар., 2014; Видовић и сар., 2014).

Gouda и сар. (2011) и Patel и сар. (2007) су у својим истраживањима дошли до закључка да је најприсутнији генотип β -лактоглобулина код холштајн крава ББ. Celik (2003) и Oner и Elmasi (2006) су такође пријавили веће присуство фреквенције Б алела код холштајн крава у односу на А алел. У прилог констатацијама ових аутора иду и добијене високе фреквенције ББ генотипа у појединим популацијама крава (Ivana и Marco, 1997; Litwinczuk и Krol, 2002; Celik, 2003; Yasmin и Cengiz, 2006; Daniela и сар. 2008). Shahlla и сар. (2014) у пакистанским популацијама крава утврдили фреквенцију β -лактоглобулина од 0,05 за АА, 0,05 за АБ и 0,89 за ББ генотип, док су Karimi и сар. (2009) утврдили фреквенцију алела од 0,08 за алел А и 0,91 за алел Б.

Иванковић и сар. (2011) су у својим истраживањима наводе да је код аутохтоних и племенитих раса говеда узгајаних у Хрветској најзаступљенији Б алелни облик β -лактоглобулина (преко 52,9%), што је према речима аутора највероватније последица значајне имиграције гена из других субпопулација кроз увоз семена бикова одређеног пожељнијег генотипа, јер се у односу на ранија истраживања фреквенција алелних облика β -лактоглобулина у Хрватској уочава значајно повећање удела овог алела.

У већини анализираних репродуктивних особина нисмо забележили значајније разлике између крава различитих генотипова β -лактоглобулина. Међутим, истраживања Vagi и Barany (2000) нам указују да поред утицаја генотипова β -лактоглобулина на млечне особине крава, они утичу и на репродуктивне особине а пре свега фертилитет крава. Узрост код прве успешне оплодње и узрост на првом телењу се није разликовала у добијеним резултатима између посматраних генотипова β -лактоглобулина, док је разлика између генотипова β -лактоглобулина код тежине телади на рођењу забележена

само на првом телењу између крава ББ (40,19 kg) и крава АА (38,02 kg) и АБ (37,67 kg) генотипа. Значајна разлика између генотипова за број осемењавања за успешну концепцију је установљена за четврту концепцију, где су краве ББ β -лактоглобулинског генотипа имале у просеку једно осемењавање више (3,54) у односу на краве АБ β -лактоглобулинског генотипа (2,59). Код трајања међутелидбеног периода, статистички значајна разлика ($P < 0,05$) је установљена после шестог партуса између крава ББ (409 дана) и крава АА и АБ генотипа (485 односно 468 дана).

Трајање стеоности код крава је једна билошка константа, међутим у нашим резултатима су установљене разлике између крава различитих β -лактоглобулинских генотипова код трајања прве, друге, треће, пете, шесте стеоности и просечног трајања стеоности, где су краве АА генотипа скоро код сваке стеоности имале краћи овај период за разлику од крава ББ β -лактоглобулинског генотипа. Оно што се може приметити код трајање сервис периода је да су краве ББ β -лактоглобулинског генотипа после сваког партуса имале увек краће трајање овог периода, док су краве АБ β -лактоглобулинског генотипа имале најдуже трајање овог периода.

Истраживања многих аутора су показала да различити генотипови β -лактоглобулина утичу на млечне особине крава. Да различити генотипови β -лактоглобулина утичу на количину и састав млека у својим истраживањима су утврдили Воге и сар. (1999) код холштајн-фризијских крава у САД. Истраживања многих аутора су показала позитиван ефекат β -лактоглобулинског генотипа ББ на принос млека, млечне масти, протеина и производњу сира (Uhrin и сар., 1995; Wedholm и сар., 2006; Valcan и сар., 2007; Patel и сар., 2007; Hristov и сар., 2012), док истраживања других аутора указују на позитивне ефекте β -лактоглобулинског АА генотипа на принос млека, млечне масти и протеина (Ikonen и сар., 1999; Strazalkowska и сар., 2002; Matejicek и сар., 2007; Meza-Nieto и сар., 2007; Heidari и сар., 2009). Међутим, истраживања друге групе аутора су установила позитиван ефекат β -лактоглобулинског АБ генотипа на производњу млека, млечне масти и протеина (Tsiaras и сар., 2005; Karimi и сар., 2009; Sitkowska и сар., 2013; Zhou и Dong, 2013; Dokso и сар., 2014).

У добијеним резултатима, код дужине трајања лактација статистички значајна разлика ($P < 0,05$) између генотипова β -лактоглобулина је установљена само у шестој лактацији, где су краве АА и АБ β -лактоглобулинског генотипа имале краће трајање лактације у односу на краве ББ генотипа. Значајнија разлика у количини млека у стварним лактацијама између генотипова β -лактоглобулина у овој дисертацији је установљена само код пете лактације између крава АБ (10196 kg) и ББ (8492 kg) β -лактоглобулинског генотипа. Просечно највећи принос млека су имале краве АБ генотипа (9517 kg), затим су следиле краве АА генотипа (9418 kg) док су краве ББ генотипа оствариле најмањи просечан принос млека (9248 kg). Међутим, у количини млечне масти није забележена статистички значајна разлика ($P > 0,05$) између крава различитих генотипова β -лактоглобулина, али су краве ББ β -лактоглобулинског генотипа имале најмањи принос млечне масти у већини лактација, док су краве АА β -лактоглобулинског генотипа у већини лактација имале највећи принос млечне масти. Код процента млечне масти, статистички значајна разлика између крава различитих генотипова β -лактоглобулина је установљена код друге, треће, пете, шесте и седме лактације. У истраживању Shahlla и сар. (2014), краве β -лактоглобулинског АБ генотипа су имале највећи принос млека у првој лактацији, затим краве АА и ББ β -лактоглобулинског генотипа, док су у другој лактацији краве ББ β -лактоглобулинског генотипа имале највећи принос млека, затим краве АА и АБ β -лактоглобулинског генотипа. Позитиван ефекат АБ β -лактоглобулинског генотипа на укупну производњу млека забележили су у својим истраживањима Tsiraras и сар. (2005), Karimi и сар. (2009), Zhou и Dong (2013).

Након свођења лактација на стандардне лактације од 305 дана, ради добијања тачније оцене млечних особина, у овој докторској дисертацији су утврђене статистички високо значајна разлике ($P < 0,01$) у количини млека између крава различитих β -лактоглобулинских генотипова код прве, друге, треће, четврте, шесте и седме лактације. Просечан принос млека у стандардној лактацији је био $8358 \pm 1402,71$ kg код крава АА генотипа, $8466 \pm 1586,51$ kg код крава АБ генотипа и $8418 \pm 1627,47$ kg код крава ББ генотипа. Као и код количине млека, и код количине млечне масти су забележене статистички високо значајна разлике ($P < 0,01$) између крава различитих β -

лактоглобулинских генотипова код прве, треће, четврте, шесте и седме лактације, а просечан принос млечне масти се по генотиповима кретао од 271 kg код крава АА до 773 kg код крава АБ и ББ β -лактоглобулинског генотипа. Разлике у проценату млечне масти између крава различитих β -лактоглобулинских генотипова је забележена у првој, другој, трећој, петој шестој и седмој лактацији, а просечан проценат млечне масти се кретао од 3,24% код крава доминантног АА и АБ генотипа до 3,26% код крава рецесивног ББ генотипа.

Miciński и сар. (2007) су код млечне црзеј расе говеда у лактацијама од 305 дана установили статистички значајне разлике ($P < 0,05$) у количини млека у првој лактацији, где су краве доминантног АА β -лактоглобулинског генотипа имале већу количину млека за 311 kg у односу на краве АБ и за 299 kg у односу на краве ББ β -лактоглобулинског генотипа, а у четвртој лактацији краве овог генотипа су имале за 516 kg већу количину млека у односу на краве АБ генотипа. Иста група аутора је установила и статистички значајне разлике ($P < 0,05$) у количини млечне масти код четврте лактације, где су краве АБ β -лактоглобулинског генотипа имале већи принос млечне масти за 38 kg у односу на краве АА β -лактоглобулинског генотипа.

Међутим, у новијим истраживањима (Balcan и сар., 2007; Patel и сар., 2007) установљен је повољан ефекат рецесивног ББ β -лактоглобулинског генотипа на принос млека и проценат млечне масти, што су Uhrin и сар. (1995) установили пре двадесет година код холштајн-фризијских, сименталских и пинцгавских говеда. Patel и сар. (2007) наводи да млеко добијено од крава ББ β -лактоглобулинског генотипа даје значајно већи принос сира у поређењу са кравама АА β -лактоглобулинског генотипа.

Hristov и сар. (2013) су у бугарским популацијама говеда установили да су краве рецесивног ББ β -лактоглобулинског генотипа имале највећу количину млека у стандардној лактацији од 305 дана (4240 kg), која је била већа за 660 kg у односу на краве доминантног АА генотипа (3581 kg) и за 285 kg у односу на краве АБ β -лактоглобулинског генотипа (3955 kg). Сличну законитост су аутори забележили и код количине и процента млечне масти. Краве ББ β -лактоглобулинског генотипа су имале највећи принос млечне масти (203 kg) са 4,79%, затим краве АБ (184,3 kg) са 4,69% и краве АА β -лактоглобулинског генотипа (168,4 kg) са 4,70% млечне масти. Ови

резултати су потврдили супериорнос Б алела у овој популацији говеда у погледу квантитативних особина млека.

На основу добијених резултата везаних за укупну животну производњу крава приказани у овој докторској дисертацији, можемо да видимо да су утврђене статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитих β -лактоглобулинских генотипова у животној производње млека и млечне масти, броју лактација по крави, броју лактацијских дана у животу крава, продуктивном животу крава и животном веку краве, док у проценту млечне масти није установљена статистички значајна разлика ($P > 0,05$) између крава различитих генотипова β -лактоглобулина. Краве доминантног хомозиготног АА генотипа су оствариле најбољу животну производњу и забележиле најбоље резултате, затим следе краве доминантног хетерозиготног АБ генотипа, док су краве рецесивног хомозиготног ББ β -лактоглобулинског генотипа оствариле најлошију животну производњу и забележиле најлошије производне резултате.

До истих резултата о супериорности крава доминантног хомозиготног АА β -лактоглобулинског генотипа су дошли Matejcek и сар. (2007) као и Meza-Nieto и сар. (2007) у својим истраживањима, где су дошли до закључка да АА генотип β -лактоглобулина испољава позитиван ефекат на принос млека, протеина као и на знатно већи садржај млечне масти у поређењу са осталим генотиповима (АБ и ББ). И у истраживањима других аутора је потврђен позитиван ефекат доминантног АА β -лактоглобулинског генотипа на млечне особине (Caroli и сар., 2004; Heidari и сар., 2009). У истраживању Heidari и сар. (2009) краве АА β -лактоглобулинског генотипа су биле супериорније (12979 kg) у односу на краве АБ (12032 kg) и ББ (10788 kg) β -лактоглобулинског генотипа.

Међутим, има резултата који предност дају доминантном хетерозиготном АБ β -лактоглобулинском генотипу у производњи млека, протеина и млечне масти (Sabour и сар., 1993; Aleandri и сар., 1990; Tsiaras и сар., 2005; Balcan и сар., 2007; Sitkowska и сар., 2013). Тако су у истраживању Доксо и сар. (2014) на кравама холштајн-фризијске расе установили да су краве АБ β -лактоглобулинског генотипа оствариле већу производњу млека у прве три лактације у односу на краве АА генотипа за 51,1 kg и краве ББ генотипа за 82,4 kg, али добијене разлике нису биле статистички значајне

($P > 0,05$). Иста група аутора наводи да су краве ББ генотипа у прве три лактације имале и већи проценат млечне маст за 0,08 у односу на краве АА и за 0,17% у односу на краве АБ β -лактоглобулинског генотипа, али и ове разлике нису биле статистички значајне ($P > 0,05$). Иста група аутора (Доксо и сар., 2014) је код крава сименталске расе установила такође већи принос млека крава АБ β -лактоглобулинског генотипа за 375,2 kg у односу на краве АА и за 75,4 kg у односу на краве ББ β -лактоглобулинског генотипа, али и ове разлике нису биле статистички значајне ($P > 0,05$). Ови аутори су код ове расе говеда добили и већи проценат млечне масти код крава АА β -лактоглобулинског генотипа за 0,09% и 0,04% у односу на краве АБ и ББ β -лактоглобулинског генотипа.

Међутим, Hristov и сар. (2012) су у својим истраживањима дошли до закључка да су краве рецесивног ББ β -лактоглобулинског генотипа имале за 18% већу количину млека од крава АА и за 7% од АБ доминантног β -лактоглобулинског генотипа. Ови резултати указују на супериорност Б алела за млечне особине у посматраној популацији крава. Сличан тренд су исти аутори запазили и у погледу количине млечне масти.

6.3. Трансферин

На основу идентификованих генотипова трансферина и њихове повезаности са производним особинама крава у овој докторској дисертацији, као и на основу литературних навода других аутора, може се констатовати да различити генотипови овог протеина значајно утичу на производне особине и њихову варијабилност код крава и као такви могу бити кориштени у генеомској селекцији и оплемењивању приликом побољшања и унапређења производних особина млечних говеда.

У испитиваној популацији крава, идентификовано је 10 различитих генотипова трансферина од којих су 4 била хомозиготна (АА, Д1Д1, Д2Д2, ЕЕ) и 6 хетерозиготних (АД1, АД2, АЕ, Д1Д2, Д1Е, Д2Е) генотипова, а фреквенција идентификованих генотипова трансферина је била 0,08 за АА генотип, 0,11 за АД1 генотип, 0,29 за АД2

генотип, 0,04 за АЕ генотип, 0,02 за Д1Д1 генотип, 0,19 за Д1Д2 генотип, 0,01 за Д1Е генотип, 0,16 за Д2Д2 генотип, 0,06 за Д2Е генотип и 0,06 за ЕЕ генотип. На основу идентификованих генотипова трансферина, идентификована су и 4 алела: алел А са фреквенцијом у популацији од 0,30, алел Д1 са фреквенцијом у популацији 0,18, алел Д2 са фреквенцијом у популацији од 0,43 и алел Е са најнижом фреквенцијом у популацији од 0,06.

Jamieson (1965) је код британских популација говеда идентификовао седам различитих генотипова трансферина: Д1Д1, Д2Д2, А2Д1, А2Д2, Д1Е, Д2Е и Д1Д2, од којих су Д1Д1 и Д2Д2 генотипови први пут идентификовани код говеда у овом раду, док су Gahne и сар. (1977) у својим истраживањима идентификовали 10 различитих генотипова трансферина. Rebedea и сар. (2005) су у румунским популацијама крава идентификовали 5 различитих генотипова трансферина са фреквенцијама од 0,11 за АА, 0,53 за АД, 0,03 за АЕ, 0,26 за ДД и 0,03 за ДЕ трансферински генотип, а фреквенције алела су биле за алел А 0,40, за алел Д 0,55 и за алел Е 0,03. Liberg и Carlstroem (1976) су у шведским популацијама крава идентификовали 6 различитих генотипова трансферина са три алела: алел А, Д и Е. У истраживању White и Vanfield (1967) код девет различитих стада холштајн-фризијских говеда најчешћи су били идентификовани А (40,7%), Д (55,9%) и Е (5,4 %) алели трансферина. Ashton и сар. (1964) су у својим истраживањима идентификовали три алела трансферина: А, Д и Е који ће се касније наћи и у европским расама говеда, док су Giblett и сар. (1959) код холштајн говеда у Египту идентификовали четири алела: А1, Д1, Д2 и Е алел.

Ashton (1959) је пронашао трансферински Г алел код Sindhi, Sahival и Brahmanand говеда, док су Osterhoff и Van Heerden (цитирано по Buschmann и Schmid, 1968) овај алел трансферина идентификовали код крава у Источној и Јужној Африци. Међутим, најчешће идентификовани алели код европских раса говеда су А, Д1, Д2 и Е алел (Rebedea и сар., 2005; Zhang и сар., 2010; Sanz и сар., 2010).

Bagnato и сар. (2008) и Milanese и сар. (2008) наводе да је у последње време порасло интересовање за детекцијом различитих генотипова трансферина, с обзиром да многе раније урађене студије говоре о повезаности овог протеина са производним особинама крава.

Код анализираних репродуктивних особина у овој докторској дисертацији, забележене су статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитих генотипова трансферина у појединим лактацијама. Код узраста јуница код прве успешне оплодње и узраста на првом телењу, јунице Д2Е трансферинског генотипа су имале највећи узраст код прве оплодње (497 дана) и највећи узраст на првом телењу (774 дана) у поређењу са јуницама осталих трансферинских генотипова. Маса телади на рођењу се разликовала између крава различитих генотипова трансферина код другог и трећег телења, као код и просечне масе телади на рођењу. Разлике у броју осемењавања за једну успешну концепцију установљене су код прве, треће концепције и просечног броја осемењавања по концепцијама. Трајање сервис и међутелидбеног периода се разликовало између крава различитих трансферинских генотипова само после другог партуса, код којег је уједно и забележена значајна разлика у трајању партуса између генотипова.

Fowle и сар. (1967) су код херефорд расе говеда утврдили значајне разлике у продуктивности крава између различитих генотипова трансферина. Наиме краве АА трансферинског генотипа су рађале телад са мањом телесном масом која су касније имала и слабији прираст и мању телесну масу до 205 дана у односу на телад крава АД и ДД трансферинског генотипа. Исто тако, Nowicki (1981) је код холштајн крава утврдио позитиван ефекат А и Е алела трансферина на масу телади на рођењу и каснијем дневном прирасту. Chaneton и сар. (2008) наводе да трансферин може да допринесе стварању урођеног имунитета домаћина против бактеријских и гљивичних патогена, док Ardehalı и сар. (2003) наводе да може да спречи и појаву бактеријских адхезија.

Код дужине трајања лактација, у нашим истраживањима је статистички значајна разлика између генотипова трансферина установљена код трајања друге и четврте лактације као и код просечне дужине лактације. Код просечног трајања лактација, разлике су забележене између крава АА и АД1 трансферинског генотипа које су у просеку имале краће трајање лактације (356 односно 359 дана) у односу на краве АД2 и Д1Д2 трансферинског генотипа (385 односно 378 дана), као и између крава Д2Д2 трансферинског генотипа које су имале краће време лактације (367 дана) у односу на краве АД2 трансферинског генотипа (384 дана).

Значајнија разлика у количини млека у стварним лактацијама између крава различитих генотипова трансферина у овој дисертацији је установљена код друге, треће и четврте лактације, као и код просечне количине млека по генотиповима. Код просечне количине млека, значајне разлике су забележене између крава АА (8681 kg) и краве АД1 (9280 kg), АД2 (9801 kg), АЕ (9531 kg), Д1Д2 (9666 kg), Д2Д2 (9445 kg) и Д2Е (9583 kg) трансферинског генотипа. Значајне разлике у просечној количини млека су забележене и између крава ЕЕ (8047 kg) и крава АД2 (9801 kg), АЕ (9531 kg), Д1Д2 (9666 kg), Д2Д2 (9445 kg) и Д2Е (9583 kg) трансферинског генотипа, као и између крава АД1 (9280 kg) и крава АД2 (9801 kg) трансферинског генотипа. Оно што можемо сагледати из резултата ових истраживања је чињеница да су се краве АД2 и Д1Д2 трансферинског генотипа значајно истицале по просечној количини млека и количини млека по лактацијама у односу на краве осталих генотипова трансферина, док су краве АА трансферинског генотипа забележиле најмању количину млека по лактацијама. Код приноса млечне масти у стварним лактацијама, статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између трансферинских генотипова крава су забележене код друге, треће, четврте лактације и просечног приноса млечне масти, док су разлике у проценту млечне масти између генотипова трансферина забележене код прве, четврте лактације и просечног процента млечне масти.

Још давне 1967 године, White и Vanfield су установили да краве ДД генотипа производе знатно више млека али са мањим процентом млечне масти од крава АА генотипа. Nowicki (1981) је код холштајн крава утврдио позитиван ефекат А и Е алела трансферина на количину млека и млечне масти током лактације од 305 дана.

Због значајаног степена плиморфизма и различитих биолошких функције трансферина, Ju и сар. (2011) препоручују да се трансферин може користити као генетски маркер за репродуктивне и производне особине код говеда.

Kmiec (1998) наводи да код крава са дијагностикованим маститисом, концентрација трансферина у млеку је већа него код здравих крава, што указује на постојање везе између гена трансферина и маститиса код музних крава. У току маститиса, његова концентрација у млеку се повећава, пратећи пораст албумина и достиже 1 mg/ml код маститиса изазваног са *E. coli* (Reinard, 1983). Знајући да

здравствено стање млечне жлезде у великој мери утиче на биолошку вредност помуженог млека (Sevi и сар., 2001), од велике је важности контролисати концентрацију трансферина у млеку преживара.

Малетић и сар. (2013) су у свом истраживању код крава холштајн-фризијске расе говеда утврђивали генотипове лактоферина и њихову повезаност са квалитетом млека и појавом обољења млечне жлезде, који је гликопротеин и члан фамилије трансферина. Код животиња су пронађене две алелне форме овог трансферина, А и Б као и два генотипа, АА и АБ у односу 71,74 према 28,26, који су значајно утицали на количину млека анализираних крава.

Код количине млека у стандардним лактацијама од 305 дана, у добијеним резултатима, статистички значајна разлика ($P < 0,05$) између крава различитих трансферинских генотипова је установљена код свих анализираних лактација. Оно што се може видети из резултата је да су краве АД1, АД2, Д1Д2 и Д2Д2 трансферинског генотипа биле далеко супериорније по количини млека у лактацијама и просечној количини млека у односу на краве АА и ЕЕ трансферинског генотипа које су имале и најмању количину млека по лактацијама и просечну количину млека. Код просечне количине млека у стандардној лактацији, значајна разлика је забележена између крава хомозиготног АА и ЕЕ трансферинског генотипа и крава АД1, АД2, Д1Д2, Д2Д2 и Д2Е трансферинског генотипа, где су краве ова два генотипа имале мању количину млека (7943 и 7484 kg) у односу на краве осталих пет генотипова трансферина (8375 kg, 8496 kg, 8526 kg, 8496 kg и 8622 kg). Код просечне количине млечне масти у стандардним лактацијама, значајне разлике између различитих генотипова трансферина крава су забележене код друге, треће, четврте лактације и просечне количине млечне масти, док је разлика у проценту млечне масти између трансферинских генотипова крава забележена код четврте лактације и просечног процента млечне масти.

Из добијених резултата везаних за укупну животну производњу крава приказани у овој докторској дисертацији, можемо да видимо да су статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитих генотипова трансферина забележене само код броја лактација у животу краве, продуктивног живота краве и животног века краве. Међутим, иако није забележена статистичка значајност, из резултата можемо да видимо да су

краве са највећом животном производњом млека биле краве трансферинског Д2Е генотипа са око 43836 kg млека, затим следе краве АД1 трансферинског генотипа са око 40556 kg млека, краве АА трансферинског генотипа са око 40032 kg млека и краве АД2 трансферинског генотипа са око 39283 kg млека, док су најмању животну производњу млека имале краве трансферинског генотипа Д1Д2 са око 36010 kg млека и краве трансферинског генотипа АА са око 36154 kg млека.

На основу приказане животне производње крава код свих десет идентификованих генотипова трансферина у нашој популацији и на основу броја крава код којих су идентификовани поједини генотипови, можемо закључити да су краве АА, АД1 и АД2 трансферинског генотипа оствариле најбољу животну производњу и забележиле најбоље резултате, тј. да су краве ових генотипова имале најдужи продуктиван и животни век, највећи број лактација што је резултирало да имају и највећи принос млека и млечне масти.

7. ЗАКЉУЧАК

Утицаји полиморфизама протеина млека и њихова повезаност са економски важним производним особинама крава су проучавани од стране многих аутора широм света, где се већина слаже са констатацијом да различити генетски облици појединих протеина млека у великој мери утичу на производне особине млечних крава, и да различити облици полиморфних гена као генетски молекуларни маркери могу бити један од критеријума селекције за унапређење говедарске производње. Предности овог начина селекције говеда су директно повезани са генетским унапређењем популација говеда, повећањем квалитета и количине производње, смањењем губитака у производњи и побољшањем конкурентности производње.

На основу изведеног истраживања и добијених резултата о утицају полиморфизма протеина млека на производне особине крава холштајн-фризијске расе говеда, могу се извести следећи закључци:

А) Фреквенција генотипова и алела

1. Код κ -казеина идентификована су три генетска облика: доминантни хомозигот (АА), доминантни хетерозигот (АБ) и рецесивни хомозигот (ББ) са фреквенцијама генотипова од 0,50 за АА, 0,40 за АБ и 0,10 за ББ κ -казеински генотип, а фреквенција А алела је била 0,70 и фреквенција Б алела 0,30.
2. Код β -лактоглобулина идентификована су три генетска облика: доминантни хомозигот (АА), доминантни хетерозигот (АБ) и рецесивни хомозигот (ББ) са фреквенцијама генотипова од 0,20 за АА, 0,57 за АБ и 0,23 за ББ β -лактоглобулински генотип, а фреквенција А алела је била 0,485 и фреквенција Б алела 0,515.

3. Код трансферина идентификовано је 10 различитих генетских облика, од којих су 4 била хомозиготна (AA, Д1Д1, Д2Д2, EE) и 6 хетерозиготних (АД1, АД2, АЕ, Д1Д2, Д1Е, Д2Е) генотипова, са фреквенцијама генотипова од 0,08 за AA, 0,11 за АД1, 0,29 за АД2, 0,04 за АЕ, 0,02 за Д1Д1, 0,19 за Д1Д2, 0,01 за Д1Е, 0,16 за Д2Д2, 0,06 за Д2Е и 0,06 за EE трансферински генотип, а фреквенција 4 алела је била 0,30 за А, 0,18 за Д1, 0,43 за Д2 и 0,06 за Е алел.

Б) Репродуктивне особине

4. Код репродуктивних особина, узраст јуница код прве оплодње и телења, масе телади на рођењу, броја осмењавања по успешној концепцији и трајању међутелидбеног периода, нису установљене статистички значајне разлике ($P > 0,05$) између крава различитих генотипова к-казеина. Статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитих генотипова к-казеина су забележене код трајања треће стоности и трајања сервис периода после другог и четвртог телења. Краве рецесивног ББ к-казеинског генотипа су имале краће трајање сервис периода после сваког телења у односу на преостала два доминантна генотипа.
5. Код репродуктивних особина, узраст јуница код прве оплодње и телења нису установљене статистички значајне разлике ($P > 0,05$) између крава различитих генотипова β -лактоглобулина. Међутим, статистички значајне разлике између крава различитих генотипова β -лактоглобулина су забележене код масе телади на првом телењу; броја осемењавања за успешну четврту концепцију; трајања међутелидбеног периода после шестог телења; трајања прве, друге, треће, пете, шесте стоности и просечног трајања стоности; и трајања сервис периода после другог и четвртог телења. Краве рецесивног ББ β -лактоглобулинског генотипа су после сваког телења имале краће трајање овог периода, док су краве доминантног хетерозиготног АБ β -лактоглобулинског генотипа имале најдуже трајање сервис периода.

6. Код репродуктивних особина, узраст јуница код прве успешне оплодње и старости на првом телењу нису установљене статистички значајне разлике ($P > 0,05$) између крава различитих генотипова трансферина. Међутим, статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитих генотипова трансферина су забележене код масе телади на другом, трећем телењу и просечне масе телади; броја осемењавања за успешну прву, трећу концепцију и просечног броја осемењавања по концепцији; трајања друге стеоности, трајању сервис и међутелидбеног периода после другог телења.

Ц) Млечне особине

7. Статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитих генотипова к-казеина су забележене код дужине трајања четврте и седме лактације; приноса млека у четвртој и седмој лактацији; приноса млечне масти у четвртој, седмој лактацији и просечног приноса масти; процента млечне масти у другој, петој, шестој, седмој лактацији и просечног процента млечне масти. Краве доминантног хетерозиготног АБ к-казеинског генотипа су оствариле највећи принос млека по лактацијама, док су краве рецесивног ББ к-казеинског генотипа оствариле најмањи принос млека по лактацији.
8. Статистички значајне разлике између крава различитих генотипова β -лактоглобулина нису забележене код приноса млечне масти ($P > 0,05$). Међутим, статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитих генотипова β -лактоглобулина су забележене код дужине трајања шесте лактације; приноса млека у петој лактацији и процента млечне масти у другој, трећој, петој, шестој и седмој лактацији. Краве доминантног хетерозиготног АБ β -лактоглобулинског генотипа су оствариле највећи принос млека по лактацијама и просечан принос млека, док су краве рецесивног ББ β -лактоглобулинског генотипа оствариле најмањи принос млека по лактацији.
9. Статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитих генотипова трансферина су забележене код дужине трајања друге и четврте лактације;

приноса млека у другој, трећој, четвртој лактацији и просечне количине млека; приноса млечне масти у другој, трећој, четвртој лактацији и просечног приноса масти; процента млечне масти у првој, четвртој лактацији и просечног процента млечне масти. Краве АД1, АД2, Д1Д2 и Д2Д2 трансферинског генотипа су биле далеко супериорније по количини млека у лактацијама и просечној количини млека у односу на краве других генотипова.

10. Код млечних особина сведених на стандардну лактацију од 305 дана, статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитих генотипова к-казеина су забележене код приноса млека и млечне масти у четвртој и седмој лактацији; процента млечне масти трећој, петој, шесто и седмој лактацији.
11. Код млечних особина сведених на стандардну лактацију од 305 дана, статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитих генотипова β -лактоглобулина су забележене код приноса млека у првој, другој, трећој, четвртој, шестој и седмој лактацији; приноса млечне масти код прве, треће, четврте, шесте и седме лактације; процента млечне масти код прве, друге, треће, пете, шесте и седме лактације.
12. Код млечних особина сведених на стандардну лактацију од 305 дана, статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитих генотипова трансферина су забележене код приноса млека у свим лактацијама и просечног приноса млека; приноса млечне масти код друге, треће, четврте лактације и просечног приноса масти; процента млечне масти код четврте лактације и просечног процента масти.

Д) Животна производња

13. Код показатеља животне производње, статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитих генотипова к-казеина су забележене код животне производње млека, млечне масти, броја лактацијских дана у животу крава, животног века крава, и продуктивног живота крава, док код животне

производње процента млечне масти и броја лактација по крави у току живота нису забележене статистички значајне разлике ($P > 0,05$) између крава различитих генотипова к-казеина. Краве доминантног хетерозиготног АБ к-казеинског генотипа су оствариле најбољу животну производњу и забележиле најбоље резултате код свих посматраних особина, затим следе краве доминантног хомозиготног АА к-казеинског генотипа, док су краве рецесивног хомозиготног ББ к-казеинског генотипа оствариле најлошију животну производњу и забележиле најлошије резултате.

14. Код показатеља животне производње, статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитих генотипова β -лактоглобулина су забележене код животне производње млека, млечне масти, броја лактација по крави, броја лактацијских дана у животу крава, животног века крава и продуктивног живота крава, док код животне производње процента млечне масти нису забележене статистички значајне разлике ($P > 0,05$) између крава различитих генотипова β -лактоглобулина. Краве доминантног хомозиготног АА β -лактоглобулинског генотипа су оствариле најбољу животну производњу и забележиле најбоље резултате, затим следе краве доминантног хетерозиготног АБ β -лактоглобулинског генотипа, док су краве рецесивног хомозиготног ББ β -лактоглобулинског генотипа оствариле најлошију животну производњу и забележиле најлошије резултате.
15. Код показатеља животне производње, статистички значајне разлике ($P < 0,05$) између крава различитих генотипова трансферина су забележене код броја лактација по крави, животног века крава и продуктивног живота крава, док код животне производње млека, млечне масти, процента млечне масти и броја лактацијских дана у животу крава нису забележене статистички значајне разлике ($P > 0,05$) између крава различитих генотипова трансферина. Краве АА, АД1, Д2Е, Д1Д2 и Д2Д2 трансферинског генотипа су у поређењу са кравама осталих генотипова трансферина, оствариле најбољу животну производњу и забележиле најбоље производне резултате.

С обзиром да су утврђени различити полиморфни облици генотипова κ -казеина, β -лактоглобулина и трансферина и њихова повезаност са производним особинама крава холштајн-фризијске расе, фаворизовањем пожељних генотипова у нашим популацијама у сагласности према потребама узгајивача и прерађивачке индустрије дошло би до повећања производних особина крава и прецизније селекције. Уградња генетског профила у одгајивачке програме Србије је развојни задатак и будућност, јер њиховом анализом стварамо нове алате у подизању производње млека и профитабилности фармера, чиме би повећали тачност селекције уз брз и јефтин генетски напредак. Применом геномске селекције, у Србији би се могле добити генетски вредније животиње, чиме би се осигурала конкурентност на домаћем тржишту, и створила могућност извоза квалитетног приплодног материјала на захтевна европска и светска тржишта.

7. ЛИТЕРАТУРА

- (1) ADLEROVA L., BARTOSKOVA A., FALDYNA M. (2008): Lactoferrin: a review. *Veterinary Medicine*, 53: 457-68.
- (2) ALEANDRI R., BUTTAZZONI L.G., SCHNERDER J.C. (1990): The Effects of milk protein polymorphisms on milk components and cheese-producing ability. *Journal of Dairy Science*, 73: 241-255.
- (3) ALIPANAH M., ALEXANDROVNA K.L., VELADIMIROVICH R.G. (2008): Kappa casein and PRL-RSAI genotypic frequencies in two Russian cattle breeds. *Archivos de Zootecnia*, 57(218):131-138.
- (4) ANGGRAENI A., SUMANTRI C., FARAJALLAH A., ANDEREAS E. (2010): Kappa-Casein Genotypic Frequencies in Holstein-Friesian Dairy Cattle in West Java Province. *Media Peternakan*, 33 (2): 61-67.
- (5) ARDEHALI R., SHI L., JANATOVA J., MOHAMMAD S.F., BURNS G.L. (2003): The inhibitory activity of serum to prevent bacterial adhesion is mainly due to apo-transferrin. *Journal of Biomedical Materials Research*, 66: 21-28.
- (6) ASCHAFFENBURG R., DREWRY J. (1955): Occurrence of different b-lactoglobulin in cow's milk. *Nature*, 176: 218 – 210.
- (7) ASHTON G.C. (1959): Genetics of betaglobulin polymorphism in British cattle, *Nature*, 182: 370-372.

- (8) ASHTON G.C., FALLON G. R., SUTHERLAND D. N. (1964): Transferrin (E-globulin) type and milk and butterfat production in dairy cows. *Journal of Agricultural Science*, 62: 27-34.
- (9) AVISE J.C. (2004): The hope, hype, and reality of genetic engineering, Oxford University Press. New York.
- (10) AZEVEDO A.L.S., NASCIMENTO C.S., STEINBERG R.S., CARVALHO M.R.S., PEIXOTO M.G.C.D., TEODORO R.L., VERNEQUE R.S., GUIMARÃES S.E.F., MACHADO M.A. (2008): Genetic polymorphism of the kappa-casein gene in Brazilian cattle. *Genetics and Molecular Research*, 7: 623-630.
- (11) BAGNATO A., SCHIAVINI F., ROSSONI A., MALTECCA C., DOLEZAL M., MEDUGORAC I., SÖLKNER J., RUSSO V., FONTANESI L., FRIEDMANN A., WOLKER, M., LIPKIN E. (2008): Quantitative trait loci affecting milk yield and protein percentage in a three-country Brown Swiss population. *Journal of Dairy Science*, 91: 767-783.
- (12) BALCAN R.A., GEORGESCU S.E., ADINA M., ANCA D., TESIO C.D., MARIETA C. (2007): Identification of beta-lactoglobulin and kappa-casein genotypes in cattle. *Zootehnie si Biotehnologii*, 40: 211-216.
- (13) BEATA S., WOJCIECH N., EWA W. (2008): Relations between kappa-casein polymorphism (CSN3) and milk performance traits in heifer cows. *Journal of Central European Agriculture*, 9: 641-644.
- (14) BERRY D.P., KEARNEY J.F. (2011): Imputation of genotypes from low-to high-density genotyping platforms and implications for genomic selection. *Animal*, 5: 1162– 1169.

- (15) BESKOROVAJNI R., STOJIĆ P., NIKOLIĆ R., ŽIVANOVIĆ LJ., ORLOVIĆ J. (2002): Značaj ispitivanja kapa-kazeina u populaciji mlečnih goveda. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomika, 8 (1): 289-292.
- (16) BOBE G., BEITZ D.C., FREEMAN A.E., LINDBERG G.L. (1999): Effect of milk protein genotypes on milk protein composition and its genetic parameter estimates. *Journal of Dairy Science*, 82: 2797-2804.
- (17) BONVILLANI A.G., DI RENZO M.A., TIRANTI I.N. (2010): Genetic polymorphism of milk protein loci in Argentinian Holstein cattle. *Genetics Molecular and Biotechnology*, 23(4): 819-823.
- (18) BOVENHUIS H., VAN ARENDONK J.A.M., KORVER S. (1992): Associations between milk protein polymorphisms and milk production traits. *Journal of Dairy Science*, 75: 2549-2559.
- (19) BRAUNSCHWEIG M., HAGGER C., STRANZINGER G., PUHAN Z. (2000): Association between casein haplotypes and milk production traits of Swiss brown cattle. *Journal of Dairy Science*, 83: 1387-1395.
- (20) BRAUNSCHWEIG M.H., LEBB T. (2006): Aberrant low expression level of bovine β -lactoglobulin is associated with a C to A transversion in the BLG promoter region. *Journal of Dairy Science*, 89: 4414-4419.
- (21) BUCHBERGER J., DOVČ P. (2000): Lactoprotein genetic variants in cattle and cheese making ability. *Food Technology and Biotechnology*, 38 (2):91–98.
- (22) BYLUND, G. (2003): Primary production of milk. 2th Dairy processing handbook. Lund, Sweden, 1-16.

- (23) CALUS M.P.L. (2009): Genomic breeding value prediction: methods and procedures. *Animal*, 4 (2): 157–164.
- (24) CAROLI A., CHESSA S., BOLLA P., BUDELLI E., GANDINI G.C. (2004): Genetic structure of milk protein polymorphism and effects on milk production traits in a local dairy cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 121: 119-127.
- (25) CAROLI M., CHESSA S., ERHARDT G.J. (2009): Milk protein polymorphisms in cattle: effect on animal breeding and human nutrition. *Journal of Dairy Science*, 92 (11): 5335-5352.
- (26) CASSELL, B. (2010): Genetic Improvement Using Young Sires With Genomic Evaluations, (http://pubs.ext.vt.edu/404/404-090/404-090_pdf.pdf).
- (27) CELIK S. (2003): β -lactoglobulin genetic variants in Brown Swiss breed and its association with compositional properties and rennet clotting time of milk. *International Dairy Journal*, 13: 727-731.
- (28) CERIOTTI G., MARLETTA D., CAROLI A., ERHARDT G. (2004): Milk protein polymorphism in taurine (*Bos taurus*) and zebu (*Bos indicus*) populations bred in hot climate. *Journal Animal Breeding and Genetics*, 121: 404-415.
- (29) CHANETON L., TIRANTE L., MAITO J., CHAVES J., BUSSMANN L.E. (2008): Relationship between milk lactoferrin and etiological agent in the mastitic bovine mammary gland. *Journal of Dairy Science*, 91: 1865-1873.
- (30) CHRENEK P., HUBA J., VAŠÍČEK D., PEŠKOVIČOVÁ D., BULLA J. (2003): The relation between genetic polymorphism markers and milk yield in Brown Swiss

- cattle imported to Slovakia. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 16: 1397-1401.
- (31) CIKOTA B., JANEŽIĆ A., MAGIĆ Z. (2002): Kvantifikacija ekspresije gena lančanom reakcijom polimeraze. *Vojnosanitetski Pregled*, 59 (5): 551–556.
- (32) CILEK S. (2009): Milk Yield Traits of Holstein Cows raised at polatli state farm in Turkey. *Journal of Animal Veterinary Advances*, 8 (1): 6-10, 2009.
- (33) COLLARD B.C.Y., JAHUFER M.Z.Z., BROUWER J.B., PANG E.C.K. (2005): An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker-assisted selection for crop improvement: The basic concepts. *Euphytica*, 142: 169–196.
- (34) COMIN A., CASSANDRO M., CHESSA S., OJALA M., DAL ZOTTO R., DE MARCHI M., CARNIER P., GALLO L., PAGNACCO G., BITTANTE G. (2008): Effects of Composite β - and κ -Casein Genotypes on Milk Coagulation, Quality, and Yield Traits in Italian Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 91: 4022-4027.
- (35) CONEELLY O. (2001): Antiinflammatory activities of lactoferrin. *The Journal of the American College of Nutrition*, 20 (5): 389-95.
- (36) CRITTENDEN R.G., BENNETT L.E. (2005): Cow's milk allergy: A complex disorder. *Journal of the American College of Nutrition*, 24 (6): 582-591.
- (37) DANIELA I., AURELIA S., MAGDIN A., CLAUDIA S., VINTILA I. (2008): Genetic polymorphism at the β -lactoglobulin Locus in a dairy herd of Romanian spotted and Brown of maramures breeds. *Lucrări Stiințifice Zootehnie și Biotehnologii*, 41(1): 104-107.

- (38) DE JONG G., VAN EIJK H.G. (1988): Microheterogeneity of human serum transferrin: a biological phenomenon studied by isoelectric focusing in immobilized pH gradients. *Electrophoresis*, 9: 589-98.
- (39) DE ROOS A.P.W., HAYES B.J., GODDARD M.E. (2009): Reliability of genomic predictions across multiple populations. *Genetics*, 183: 1545–1553.
- (40) DE WIT J.N. (1981): Structure and Functional Behaviour of Whey Proteins in Milk. *Journal of Dairy Science*, 35: 47-64.
- (41) DE WIT J.N., KLARENBEK G. (1984): Effects of Various Heat Treatments on Structure Functional Properties' in Advantes. *Food & Nutrition Research*, 33: 343-438.
- (42) DENISENKO E.A., KALASHNIKOVA L.A. (2004): Milk production of Black Pied breeds with difference genotypes of kappa casein. Proceedings of 4th Conference „Problems Biotechnology in Animal Farms”, Dobrovitsy, Russia, 47-48.
- (43) DI STASIO L., MARIANI P. (2000): The role of protein polymorphism in the genetic improvement of milk production. *Zootecnica e Nutrizione Animale*, 26 (3): 6990.
- (44) DJEDOVIĆ R., BOGDANOVIĆ V., PERIŠIĆ P., STANOJEVIĆ D., POPOVIĆ J., BRKA M. (2014): Relationship between genetic polymorphism of κ - casein and quantitative milk yield traits in cattle breeds and crossbreds in Serbia. *Genetika*, 47 (1): 23-32.
- (45) DOKSO A., IVANKOVIĆ A., BRKA M., ZEČEVIĆ E., IVKIĆ Z. (2014): Effect of β -lactoglobulin, κ -casein and α_{s1} -casein polymorphic allelic variant on milk

- production traits in Croatian population of Holstein, Simmental and Brown cattle breed. *Mljekarstvo*, 64 (1): 49-56.
- (46) EFSA (2004): Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission relating to the evaluation of goats' milk protein as a protein source for infant formulae and follow-on formulae. *The EFSA Journal*, 30: 1–15.
- (47) EIGEL W.N., BUTLER J.E., ERNSTROM C.A., FARREL H.M., HARWALKER V.R., JENNESS R., WHITNEY R.M. (1984): Nomenclature of proteins of cows milk; fifth revision. *Journal of Dairy Science*, 67:1599-1631.
- (48) ERDEM H., ATASEVER S., KUL E. (2007): Milk yield and fertility traits of holstein cows raised at gokhoyukstate farm milk yield traits. *Journal of the Faculty of Agriculture*, 22: 41-46.
- (49) ERHARDT G. (1996): Detection of a new κ -casein variant in the milk of Pinzgauer cattle. *Animal Genetics*, 27 (2): 105–107.
- (50) Erlich Henry A. (1989): Polymerase Chain Reaction. *Journal of Clinical Immunology*, 9 (6): 437-447.
- (51) ESSL A. (1998): Longevity in dairy cattle breeding. *Livestock Production Science*, 57: 79-89.
- (52) ETTEMA J.F., SANTOS E.O. (2004): Impact of Age at Calving on Lactation, Reproduction, Health, and Income in First-Parity Holsteins on Commercial Farms. *Journal of Dairy Science*, 87: 2730-2742.

- (53) EVANS M.T.R., GORDON J.F. (1980): Whey proteins. In Grant, R.A. Applied protein chemistry, London: *Applied Science Publisher*, 145-211.
- (54) EXCOFFIER L., HECKEL G. (2006): Computer programs for population genetics data analysis: a survival guide. *Nature Reviews Genetics*, 7 (10): 745-758.
- (55) FALCONER D.S., MACKAY T.F.C. (1996): Introduction to Quantitative Genetics. Pearson Education Limited, Essex, UK.
- (56) FARRELL H.M., JIMENEZ-FLORES R., BLECK G.T., BROWN E.M., BUTLER J.E., CREAMER L.K., HICKS C.L., HOLLAR C.M., NG-KWAI-HANG K.F., SWAISGOOD H. E. (2004): Nomenclature of the Proteins of Cows' Milk--Sixth Revision. *Journal of Dairy Science*, 87(6):1641–1674.
- (57) FARRELL H.M., MALIN E.L., BROWN E.M., QI P. X. (2006): Casein micelle structure: What can be learned from milk synthesis and structural biology? *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 11 (2-3):135–147.
- (58) FOWLE K.E., CLINE J.H., KLOSTERMAN E.W., PARKER C.F. (1967): Transferrin Genotypes and Their Relationship with Blood Constituents, Fertility and Cow Productivity. *Journal of Animal Science*, 26 (6): 1226-1231.
- (59) FOX P.F. (2009): Milk: Milk proteins: from expression to food. an overview. Elsevier Burlington, MA, US., 1-54.
- (60) FREDERIKSEN P.D., HAMMERSHOJ M., BAKMAN M., ANDERSEN P.N., ANDERSEN J.B., QVIST K.B., LARSEN L.B. (2011): Variations in coagulation properties of cheese milk from three Danish dairy breeds as determined by a new free oscillation rheometry-based method. *Dairy Science & Technology*, 91: 309-321.

- (61) GAHNE B., JUNEJA R.K., GROLMUS J. (1977): Horizontal polyacrylamide gradient gel electrophoresis for the simultaneous phenotyping of transferrin, post-transferrin, albumin and post-albumin in the blood plasma of cattle. *Animal Blood Groups and Biochemical Genetics*, 8:127-137.
- (62) 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.
- (63) GIBLETT E.R., HIEKMANN C.C., SMITHIES O. (1959): Serum Transferrin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 183: 1581.
- (64) GOLIJOW C.D., GIOVAMBATTISTA G., RÍPOLI M.V., DULOUT F.N., LOJO M.M. (1999): Genetic variability and population structure in loci related to milk production traits in native Argentine Creole and commercial Argentine Holstein cattle. *Brazilian Journal of Genetics*, 22: 395-398.
- (65) GOUDA E.M., GALAL M.K., WASFY M.A., ABDELAZIZ S.A. (2011): Phenotypes, Genotypes and Allele Frequencies of B-lactoglobulin in Egyptian Cattle and Buffalo. *Journal of Agricultural Science*, 3: 203-210.
- (66) GURCAN E.K. (2011): Association between milk protein polymorphism and milk production traits in Black and White dairy cattle in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10: 1044-1048.
- (67) HABIER D., FERNANDO R.L., DEKKERS J.C.M. (2009): Genomic Selection Using Low-Density Marker Panels. *Genetics*, 182: 343–353.

- (68) HAMZA A.E., WANG X.L., YANG Z.P. (2010): Kappa Casein Gene Polymorphism in Holstein Chinese Cattle. *Pakistan Veterinary Journal*, 30: 203-206.
- (69) HANSEN J.V., FRIGGENS N.C., HOJSGAARD S. (2007): The influence of breed and parity on milk yield and milk yield acceleration curves. *Livestock Science*, 104: 53-62.
- (70) HARMON R. (1980): Neutrophil leukocyte as a source of lactoferrin in bovine milk. *American Journal Veterinary Research*, 41: 1603-1606.
- (71) HAYES B. (2007): QTL Mapping, MAS, and Genomic Selection. A short-course. *Animal Breeding & Genetics*, 3-4: 66.
- (72) HAYES H.C., PETIT E.J. (1993): Mapping of the β -lactoglobulin gene and of an immunoglobulin M heavy chain-like sequence to homoeologous cattle, sheep, and goat chromosomes. *Mammalian Genome*, 4 (4): 207–210.
- (73) HEIDARI M., AZARI M.A., HASANI S., KHANAHMADI A., ZEREHDARAN S. (2009): Association of genetic variants of β -lactoglobulin gene with milk production in a herd and a superior family of Holstein cattle. *Iranian Journal of Biotechnology*, 7: 254-257.
- (74) HEINRICHS A.J., VAZQUEZ-ANON M. (1993): Changes in first lactation dairy herd improvement records. *Journal of Dairy Science*, 76: 671–675.
- (75) HENDERSON C.R. (1976): A simple method for computing the inverse of a numerator relationship matrix used in prediction of breeding values. *Biometrics*, 32: 69.
- (76) HILL J.P., THRESHER W.C., BOLAND M.J., CREAMER L.K., ANEMA S.G., MANDERSON G., OTTER D.E., PATERSON G.R., HOWE R., BURR R.G.,

- MOTION R.L., WINDELMAN A., WICKHAM B. (1997): The polymorphism of the milk protein β -lactoglobulin. *Production and Biotechnology*, 173-213.
- (77) HORNE D.S. (1998): Casein interactions: casting light on the black boxes, the structure in dairy products. *Interationl Dairy Journal*, 8 (3): 171–177.
- (78) HRISTOV P., TEOFANOVA D., MEHANDZHIYSKI I., ZAGORCHEV L., RADOSLAVOV G. (2013): Significance of Milk protein genes polymorphsm for Bulgarian Rhodopean cattle: comparative studies. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 27 (2): 3659-3664.
- (79) HRISTOV P., TEOFANOVA D., MEHANDZHIYSKI I., ZAGORCHEV L., RADOSLAVOV G. (2012): Application of Milk Proteins Genetic Polymorphism for Selection and Breeding of Dairy Cows in Bulgaria. *International Food Risk Analysis Journal*, 2: 31-52.
- (80) IKONEN T., AHLFORS K., KEMPE R., OJALA M., RUOTTINEN O. (1999): Genetic parameters for the milk coagulation properties and prevalence of non coagulating milk in Finnish dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82: 205-214.
- (81) IKONEN T., OJALA M., SYVÄOJA E.L. (1997): Effects of composite casein and β -lactoglobulin genotypes on renneting properties and composition of bovine milk by assuming an animal model. *Agricultural and Food Science in Finland*, 6 (4): 283-294.
- (82) INCI S., KAYGISIZ A., EFE E., BAS S. (2007): Milk yield and reproductive traits in brown swiss cattle raised at altinova state farm. *Journal of Agricultural Science*, 13: 203-212.

- (83) INNIS M.A., MYAMBO K.B., GELFAND D.H., BROW M.A.D. (1998): DNA sequencing with *Thermus aquaticus* DNA polymerase and direct sequencing of polymerase chain reaction- amplified DNA. *Proceedings of National Academy Science*, 85: 9436-9440.
- (84) IVANA T. S., MARCO A.D.L. (1997): Milk protein polymorphisms in Brazilian zebu cattle. *Brazilian Journal of Genetics*, 20(4). (<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84551997000400011>).
- (85) IVANKOVIĆ A. (2005): Uporaba molekularne genetike u animalnoj proizvodnji. *Stočarstvo*, 59 (2): 121-144.
- (86) IVANKOVIĆ A., RAMLJAK J., DOKSO A., KELOVA N., KONJAČIĆ M., PAPRIKA S. (2011): Genetski polimorfizam β -laktoglobulina i κ -kazeina. *Mljekarstvo*, 61 (4): 301-308.
- (87) JAMIESON M. (1965): The genetics of transferrins in cattle. *Heredity*, 20: 419-441.
- (88) JANDA D. (2011): Uloga genomske selekcije u uzgoju. *Mljekarstvo*, 9: 4-5.
- (89) JONATHAN M.S., KENT A.W. (2012): Genomic selection in dairy cattle: Integration of DNA testing into breeding programs. *Animal Frontiers*, 2 (1): 4-9.
- (90) JOVANOVAČ S. (2013): Principi uzgoja životinja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. pp. 356.
- (91) JU Z.H., LI Q.L., HUANG J.M., HOU M.H., LI R.L., LI J.B., ZHONG J.F., WANG C.F. (2011): Three novel SNPs of the bovine Transsferin gene in Chinese native cattle and their associations with milk production traits. *Genetics and Molecular Research*, 10: 340-352.

- (92) KARIMI K., NASSIRI B., MIRZADEH M.T., ASHAYERIZADEH K., ROUSHANFEKR H., FAYYAZI J. (2009): Polymorphism of the β -lactoglobulin gene and its association with milk production traits in Iranian Najdi cattle. *Journal of Biotechnology*, 7: 82-85.
- (93) KINSELLA J.E., WHITEHEAD D.M. (1989): Proteins in Whey: Chemical, Physical, and Solubility of Whey Proteins. *Journal Dairy Science*, 67: 2701-2710.
- (94) KMIEC M. (1998): Transferyna-bia kopeniace wiele rólw organizmie. *Przegląd Hodowlany*, 1: 8-9.
- (95) KOCAK S., YUCEER B., UGURLU M. OZBEYAZ C. (2007): Some production traits of Holstein cows reared in Bala state farm. *Journal of Lalahan Livestock Research*, 47: 9-14.
- (96) KONOVALOVA E.N., SELTCOV V.I., ZINOVEVA N.A. (2004): Kappa casein gene polymorphism and its effects on production traits cows Simmental breeds. Proceedings of 4th Conference „Problems Biotechnology in Animal Farms“, Dobrovitsy, 24-25, Russia, 49-54.
- (97) KONTOPIDIS G., HOLT C., SAWYER L. (2004): Invited review: beta-lactoglobulin: binding properties, structure, and function. *Journal of Dairy Science*, 87 (4): 785-796.
- (98) KRISTJANSSON F.K., HICKMAN C.G. (1965): Subdivision of the allele Tf^D for transferrins in Holstein and Ayrshire cattle. *Genetics*, 52: 627.

- (99) KÜBARSEPP I., HENNO M., VIINALASS H., SABRE D. (2005): Effect of κ -casein and β -lactoglobulin genotypes on the milk rennet coagulation properties. *Agricultural Research*, 3: 55- 64.
- (100) KÜBARSEPP I., HENNO M., VIINALASS H., SABRE D. (2005): Effect of κ -casein and β -lactoglobulin genotypes on the milk rennet coagulation properties. *Agricultural Research*, 3: 55-64.
- (101) KUČEROVÁ J., MATĚJÍČEK A., JANDUROVÁ O.M., SORENSEN P., NĚMCOVÁ E., ŠTÍPKOVÁ M., KOTT T., BOUŠKA J., FRELICH J. (2006): Milk protein genes CSN1S1, CSN2, CSN3, LGB and their relation to genetic values of milk production parameters in Czech Fleckvieh. *Czech Journal of Animal Science*, 51: 241-247.
- (102) LANDE R., THOMPSON R. (1990): Efficiency of marker-assisted selection in the improvement of quantitative traits. *Genetics*, 124: 743-756.
- (103) LARA M.A.C., GAMA L.T., BUFARAH G., SERENO J.R.B., CELEGATO E.M.L., DE ABREU U.P. (2002): Genetic polymorphisms at the κ -casein locus in pantaneiro cattle. *Archivos de Zootecnia*, 51: 99-105.
- (104) LEGRAND D., ELASS E., PIERCE A., MAZURIER J. (2004): Lactoferrin and host defence: an overview of its immune-modulating and anti-inflammatory properties. *Biomaterials*, 17: 225-229.
- (105) LEWIN B., (2000): Genes VII. Oxford University Press.
- (106) LIBERG P., CARLSTROEM G. (1976): Studies of transferrin polymorphism in Swedish cattle using agarose gel electrophoresis. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 5 (17): 451-457.

- (107) LIN C.Y., MC ALLISTER A.J., BATRA T.R., LEE A.J., ROY G.L., VESELY J.A., WAUTHY J.M., WINTER K.A. (1988): Effects of early and late breeding of heifers on multiple lactation performance of dairy cows. *Journal of Dairy Scienc*, 71: 2735–2743.
- (108) LITWINCZUK Z., KROL J. (2002): Polymorphism of main milk proteins in beef cattle maintained in east central Poland. *Animal Science Papers and Reports*, 20 (1): 33-40.
- (109) LUKAČ D., VIDOVIĆ V., TRIVUNOVIĆ S., NEMEŠ Ž. (2014): Paragenetic factors and their effect on Holstein Friesian cows milk yield in first lactation. *Contemporary Agriculture*, 63 (3): 366-372.
- (110) LUKAČ D., VIDOVIĆ V., ŽOLT N., STUPAR M., POPOVIĆ-VRANJEŠ A. (2013): Genotypic frequencies of the β -lactoglobulin, κ -casein and transferrin in Serbian Holstein-Friesian dairy cattle. *Mljekarstvo*, 63 (4): 203-210.
- (111) LUKAČ D., VIDOVIĆ V., ŽOLT N., ZSOLNAI A., BÁN B. (2014): Association of transferrin genotypes and production traits of Holstein-Friesian cows in Vojvodina. *Mljekarstvo*, 64 (2): 79-85.
- (112) LUNDEN A., NILSSON M., JANSON L. (1997): Marked effect of beta lactoglobulin polymorphis on the ratio of casein to total protein in milk. *Journal of Dairy Science*, 80: 2996-3005.
- (113) MAĆEJ O., JOVANOVIĆ S., BARAĆ M. (2007): Proteini mleka. Monografija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.

- (114) MALETIĆ S., VAKANJAC S., DJELIĆ N., LAKIĆ N., PAVLOVIĆ M., NEDIĆ S., STANIMIROVIĆ Z. (2013): Analysis of lactoferrin gene Polymorphism and its association to milk quality and mammary gland health in Holstein-Friesian cows. *Acta Veterinaria*, 63 (5-6): 487-498.
- (115) MARIANA REBEDEA M., IOANC I., COLCERI D., GEORGESCU S. E., COSTACHE M. (2005): Study of the genetic polymorphism of some blood proteins in Romanian Black Spotted cattle. *Archiva Zootechnica*, 8: 176-182.
- (116) MARTIN P., SZYMANOWSKA M., ZWIERZCHOWSKI L., LEROUX C. (2002): The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminants milks. *Reproduction Nutrition Development*, 2 (5): 433-459.
- (117) MATEJICEK A., MATEJICKOVA J., NEMCOVA E., FRELICH J. (2007): Joint effect of CSN3 and LGB genotypes and their relation to breeding values of milk production parameters in Czech Fleckvieh. *Czech Journal of Animal Science*, 52: 83 - 87.
- (118) MATIN M.A., OTANI H. (2002): Cytotoxic and antibacterial activities of chemically synthesized κ -caseidin and its partial peptide fragments. *Journal of Dairy Research*, 69: 329- 334.
- (119) MEDRANO J. F., AGUILAR-CORDOVA E. (1990): Genotyping of bovine k-casein loci following DNA sequence amplification. *Biotechnology*, 8: 144-146.
- (120) MEUWISSEN T.H.E., HAYES B.J., GODDARD M. E. (2001): Prediction of Total Genetic Value Using Genome - Wide Dense Marker Maps. *Genetics*, 157: 1819–1829.

- (121) MEYER K. (1987): Restricted Maximum Likelihood to estimate variance components for mixed models with two random factors. *Genetics Selection Evolution*, 19 (1): 49-68.
- (122) MEZA-NIETO M.A., VALLEJO-CORDOBA B., GONZALEZ-CORDOVA A.F., FELIX L., GOYCOOLE F.M. (2007): Effect of β -Lactoglobulin A and B Whey Protein Variants on the Rennet-Induced Gelation of Skim Milk Gels in a Model Reconstituted Skim Milk System. *Journal of Dairy Science*, 90: 582–593.
- (123) MICEIKIENE I., PECIULAITIENE I., PETRASKIENE N. (2005): Milk genotypes and their association with milk composition traits in the Lithuanian dairy cattle. *Medicina Veterynaryjna*, 61: 394-397.
- (124) MICIŃSKI J., KLUPCZYŃSKI J., MORDAS W., ZABŁOTNA R. (2007): Yield and composition of milk from Yersey cows as dependent on the genetic variants of milk proteins. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57 (3): 95-99.
- (125) MICIŃSKI J., KLUPCZYŃSKI J., MORDAS W., ZABŁOTNA R. (2007): Yield and composition of milk from Jersey cows as dependent on the genetic variants of milk proteins. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 57: 95–99.
- (126) MILANESI E., NEGRINI R., SCHIAVINI F., NICOLOSO L., MAZZA R., CANAVESI F., MIGLIOR F., VALENTINI A., BAGNATO A., AJMONE-MARSAN P. (2008): Detection of QTL for milk protein percentage in Italian Friesian cattle by AFLP markers and selective genotyping. *Journal of Dairy Research*, 75: 430-438.
- (127) MIŠČEVIĆ B. (1995): Komponente varijansi, kovarijansi i genetski trend osobina mlečnosti tokom prve i kasnijih laktacija simentalске rase. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

- (128) MIŠIĆ D., PETROVIĆ D. (1983): Prilog o poznavanju polimorfizma kazeina u krvlju mleku. *Mljekarstvo*, 23 (12): 262-267.
- (129) MOLINA L.H., KRAMM J., BRITO C., CARRILLO B., PINTO M., FERRANDO A. (2006): Protein composition of milk from Holstein-Friesian dairy cows and its relationship with the genetic variants A and B of κ -casein and β -lactoglobulin (Part I.). *International Journal of Dairy Technology*, 59: 183-187.
- (130) MURRAY B.W. (1996): The estimation of genetic distance and population substructure from microsatellite allele frequency data. McMaster University, Ontario, Kanada.
- (131) NEI M., KUMAR S. (2000): Molecular Evolution and Phylogenetics. Oxford University Press, New York.
- (132) NG-KWAI-HANG K.F. (2002): Heterogeneity, fractionation and isolation. *Encyclopaedia of Dairy Sciences*, 3: 1881–1894.
- (133) NOWICKI B. (1981): Transferrins of blood serum as selection criteria for animals in breeding herds. *Archivum Immunologiae Et Therapiae Experimentalis*, 465-474.
- (134) ONER Y., ELMACI C. (2006): Milk protein polymorphisms in Holstein cattle. *International Journal of Dairy Technology*, 59: 180 –182.
- (135) OZELIK M., ARPACIK R. (2000): The effect of lactation number on milk production and reproduction in holstein cows. *Turkish Journal Veterinary and Animal Science*, 24: 39-44.

- (136) PANIĆ J. (2005): Kvantitativno – genetička analiza svojstava mlečnosti krava simentalске rase. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- (137) PATEL R. K., CHAUHAN J. B., SINGH K. M., SONI K. J. (2007): Genotype and allele frequencies of κ -casein and β -lactoglobulin in indian river buffalo bulls (*Bubalus Bubalis*). *Buffalo bulletin*, 26 (3): 63-66.
- (138) PATRY C., DUCROCQ V. (2011): Accounting for genomic preselection in national BLUP evaluations in dairy cattle. *Genetics Selection Evolution*, 43 (30): 1-9.
- (139) PEČIULAITIENE N., MICEIKIENE I., MIŠEIKIENE R., KRASNOPIOROVA N., KRIAUSIENE, J. (2007): Genetic factors influencing milk production traits in Lithuanian dairy cattle breeds. *Agricultural Science*, 14 (1): 32–38.
- (140) PETROVIĆ D.M., SKALICKI Z., BOGDANOVIĆ V., PETROVIĆ M.M., KURČUBIĆ V. (2005): The Effect of Paragenetic Factors on Performance Traits in Complete Lactations in Simmental Cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 21 (5-6): 7-12.
- (141) PETROVIĆ D.M., SKALICKI Z., PETROVIĆ M.M., BOGDANOVIĆ V. (2009): The effect of systematic factors on milk yield in simmental cows overcomplete lactations. *Biotechnology and Animal Husbandry*, 25 (1-2): 61-71.
- (142) POPOVSKI Z.T. (1999): Isolation and characterization of thermostabile DNA polymerase from *Bacillus caldolyticus*. Magistarska teza, Fakultet za Poljoprivredne nauke i hranu, Skoplje.

- (143) QIN B.Y., BEWLEY M.C., CREAMER L.K., BAKER H.M., BAKER E.N., JAMESON G.B. (1998): Structural basis of the Tanford transition of bovine β -lactoglobulin. *Biochemistry*, 37: 14014–14023.
- (144) RASCH D., MAŠATA O. (2006): Methods of variance component estimation. *Czech Journal of Animal Science*, 51 (6): 227–235.
- (145) RAYA L.G., OLSEN H.O., LINGAAS F., KLUNGLAND H., VAGE DAG INGE, OLSAKER INGRID, TALLE S.B., AASLAND M., LIEN S. (2002): The use of genetic markers to measure genomic responses to selection in livestock. *Genetics*, 162: 1381-1388.
- (146) REBEDEA M., IOANC I., COLCERI D., GEORGESCU S.E., COSTACHE M. (2005): Study of the genetic polymorphism of some blood proteins in Romanian Black Spotted cattle. *Archiva Zootechnica*, 8: 176-182.
- (147) REINARD J.H.D. (1983): Experimental mastitis with *Escherichia coli*: kinetics of bacteriostatic and bacteriocidal activities. *Annales Recherches Veterinaires*, 14: 1-11.
- (148) REN D.X., MIAO S.Y., CHEN Y.L., ZOU C.X., LIANG X.W., LIU J.X. (2011): Genotyping of the k-casein and β -lactoglobulin genes in Chinese Holstein, Jersey and Water buffalo by PCR-RFLP. *Journal of Genetics*, 90: 1-5.
- (149) REN D.X., MIAO S.Y., CHEN Y.L., ZOU C.X., LIANG X.W., LIU J.X. (2011): Genotyping of the k-casein and β -lactoglobulin genes in Chinese Holstein, Jersey and Water buffalo by PCR-RFLP. *Journal of Genetics*, 90: 1-5.
- (150) RISSO P.H., RELING V.M., ARMESTO M.S., PIRES M.S., GATTI C.A. (2007): Effect of size, proteic composition, and heat treatment on the colloidal stability of proteolyzed bovine casein micelles. *Colloid and Polymer Science*, 285 (7): 809–817.

- (151) ROGERS G.W., VAN TASSELL C.P., VAN RADEN P. M., WIGGANS G.R. (2008): Four ways genomic selection will change dairy cattle genetic improvement in the near future. Progressive Dairyman Publishing. (<http://www.progresivedairy.com>)
- (152) SABOUR M.P., LIN C.Y., KEOUGH A., MECHANDA S.M., LEE A.J. (1993): Effects of selection practiced on the frequencies of κ -casein and β -lactoglobulin genotypes in Canadian artificial insemination bulls. *Journal of Dairy Science*, 76: 274-280.
- (153) SAMBROOK J., FRITSCH E., MANIATIS T. (1989): Molecular cloning. A laboratory manual. Second edition. Cold Spring Harbor Lab. Press, New York.
- (154) SANCHEZ L., ARANDA P., PEREZ M.D., CALVO M. (1988): Concentration of lactoferrin and transferrin throughout lactation in cows colostrums and milk. *Biological Chemistry Hoppe-Seyler*, 369: 1005-1008.
- (155) SANZ A., ORDOVÁS L., SERRANO C., ZARAGOZA P., ALTARRIBA J., RODELLAR C. (2010): A single nucleotide polymorphism in the coding region of bovine transferrin is associated with milk fat yield. *Genetics and Molecular Research*, 9: 843-848.
- (156) SANZ A., ORDOVÁS L., SERRANO C., ZARAGOZA P., ALTARRIBA J., RODELLAR C. (2010): A single nucleotide polymorphism in the coding region of bovine transferrin is associated with milk fat yield. *Genetics and Molecular Research*, 9: 843-848.
- (157) SCHEFERS J.M., WEIGEL K.A. (2012): Genomic selection in dairy cattle: Integration of DNA testing into breeding programs. *Animal Frontiers*, 2 (1): 4-9.

- (158) SEVI A., TAIBI L., ALBENZIO M., ANNICCHIARICO G., MUSCIO H. (2001): Airspace effects on the yield and quality of ewe milk. *Journal of Dairy Science*, 84: 2632-2640.
- (159) SHAHLLA N.M., OBAID U., RIAZUDDIN S. (2014): Genetic polymorphism of milk protein variants and their association studies with milk yield in Sahiwal cattle. *African Journal of Biotechnology*, 13 (4): 555-565.
- (160) SINGH D., YADAV A.S., DHAKA S.S. (2002): Studies on milk production profile attributes affected by environment and heredity in crossbred cattle. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France.
- (161) SITKOWSKA B., NEJA W., EWA W. (2008): Relations between kappa-casein polymorphism (CSN3) and milk performance traits in heifer cows. *Journal of Central European Agriculture*, 9: 641-644.
- (162) SITKOWSKA B., NEJA W., MILCZEWSKA A., MROCZKOWSKI S., MARKOWSKA A. (2013): Milk protein polymorphisms and effect of herds on cows milk composition. *Journal of Central European Agriculture*, 14 (1): 78-90.
- (163) SOLBERG T.R., SONESSON A.K., WOOLLIAMS J.A., MEUWISSEN T.H.E. (2008): Genomic selection using different marker types and densities. *Journal of Animal Sciences*, 86: 2447-2454.
- (164) SORIA L.A., IGLESIAS G.M., HUGUET M.J., MIRANDE S.L. (2003): A PCR-RFLP test to detect allelic variants of the bovine kappa-casein gene. *Animal Biotechnology*, 14: 1-5.
- (165) ŠPEHAR M. (2013): Genetsko vrednovanje i uvođenje genomske selekcije u govedarstvo Republike Hrvatske. *Mljekarski list*, 50 (6): 8-11.

- (166) STEVANOVIĆ M., ĐUROVIĆ J., RAJIĆ T. (2000): Genetički markeri i selekcija osobina od ekonomskog značaja. *Agroekonomika*, 6: 359-366.
- (167) STOJIC P., LATINOVIC D., KATIC M., LAZAREVIC LJ., TRIFUNOVIC G., BESKOROVAJNI R, ĆIRIĆ M. (1996): Značaj korekcije heterogenih varijansi u oceni priplodne vrednosti krava i bikova. *Biotehnologija u stočarstvu*, 12 (1-2): 23-28.
- (168) STOJIC P., NIKOLIĆ R., BESKOROVAJNI R., ŽIVANOVIĆ LJ., BRKIĆ N. (2002): Značaj utvrđivanja sadržaja i pojednih frakcija proteina mleka u selekciji goveda. *Poljoprivredne aktuelnosti*, 3-4: 73-78.
- (169) STRAZALKOWSKA N., KVZEWSKI J., RYNIIEWIEZ Z. (2002): Effect of Kappa-casein and beta-lactoglobulin polymorphism on cows age, stage of lactation and somatic cell count on dairy milk composition in Polish Black and White cattle. *Anim Science Papers and Reports*, 20: 21-35.
- (170) Stručni izveštaj i rezultati obavljenih poslova kontrole sprovođenja odgajivačkih programa u AP Vojvodini za 2014. godinu.
- (171) STUPAR M., ŠTRBAC LJUBA, VIDOVIĆ V., LUKAČ D. (2012): Genetics markers and effect of selection in livestock. 5th International scientific/professional conference Agriculture in nature and environment protection, 4-6 June, Vukovar, Croatia, 84-88.
- (172) SULIMOVA G.E., AHANI M.A., ROSTAMZADEH J., ABADI M.M.R., LAZIBNY O.E. (2007): K-casein gene (CSN3) allelic polymorphism in Russian cattle breeds and its information value as a genetic marker. *Russian Journal of Genetics*, 43: 88-95.

- (173) SULLIVAN P. (2009): Options for Combining Direct Genomic and Progeny-Test Results. Genetic Evaluation Board Meeting, June 24.
- (174) TANFORD C., BUNVILLE L.G., NOZAKI Y. (1959): The reversible transformation of β -lactoglobulin at pH 7.5. *Journal of the American Chemical Society*, 81: 4032–4036.
- (175) TENEVA A., DIMITROV K., PETROVIĆ C.V., PETROVIĆ M., DIMITROVA I., TYUFEKCHIEV N., PETROV N. (2013): Molekularna genetika i SSR markeri kao nova praksa u genomskoj analizi farmskih životinja u reprodukciji i kontroli bolesti. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 29 (3): 405-429.
- (176) TIER B., CRUMP R., MOSER G., SÖLKNER J., THOMSON P.C., WOOLASTON A., RAADSMA H.W. (2007): Genome wide selection: issues and implications. *Proceeding of Association for the Advancement of Animal Genetics*, 17: 308-311.
- (177) TOGASHI K., LIN C.Y. (2010): Theoretical efficiency of multiple-trait quantitative trait loci-assisted selection. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 127 (1): 53-63.
- (178) TOGASHI K., LIN C.Y., YAMAZAKI T. (2011): The efficiency of genome-wide selection for genetic improvement of net merit. *Journal of Animal Science*, 89 (10): 2972-2980.
- (179) TOOSI A., FERNANDO R.L., DEKKERS J.C.M. (2010): Genomic selection in admixed and crossbred populations. *Journal of Animal Science*, 88: 32-46.
- (180) TSIARAS A.M., BARGOULI G.G., BANOS G., BOSCOS C. M. (2005): Effect of kappa Casein and beta Lactoglobulin loci on milk production traits and reproductive performance. *Journal of Dairy Science*, 88: 327-334.

- (181) UHRIN P., CHRENEK P., VASICEK D., BAUEROVA M., BULLA J. (1995): Genotyping of beta-lactoglobulin gene in different breeds of cattle in Slovakia. *Animal Genetics and Breeding*, 40 (2): 49-52.
- (182) UREMOVIĆ Z., UREMOVIĆ M., PAVIĆ V., MIOČ B., MUŽIC S., JANJEČIĆ Z. (2002): Stočarstvo. Agronomski fakultet, Zagreb.
- (183) VAGI J., BARANYI M. (2000): A tejfeherje genotipusok kapcsolata a tehenek tejtermeléssel és fertilitásával holstein - friz, magyar tarka és hungarofriz allományokban. *Allattenyésztes és takarmányozás*, 49 (2): 107-119.
- (184) VAN EENENNAAM A.L., VAN DER WERF J.H., GODDARD M.E. (2011): The value of using DNA markers for beef bull selection in the seedstock sector. *Journal of Animal Science*, 89: 307-320.
- (185) VEERKAMP R., CALUS M. P. L. (2009): Genomics revolution. *Veeopro Magazine*, 71: 4-6.
- (186) VIDOVIĆ V. (1990): Genetske promene u proizvodnji mleka i nekim svojstvima plodnosti holštajn goveda. *Stočarstvo*, 44 (3-4): 149-160.
- (187) VIDOVIĆ V. (2009): Principi i metodi oplemenjivanja životinja. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- (188) VIDOVIĆ V., LUKAČ D. (2010): Genetika životinja. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- (189) VIDOVIĆ V., LUKAČ D., ŽOLT N., TRIVUNOVIĆ S. (2014): β -lactoglobulin genetic variants in Serbian Holstein-Friesian dairy cattle and their association with yield and quality of milk. *Animal Science Papers and Reports*, 32 (2): 179-182.

- (190) VIDOVIĆ V., STUPAR M. (2010): Molekulska genetika. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- (191) VIDOVIĆ V., ŽOLT N., POPOVIĆ-VRANJEŠ A., LUKAČ D., CVETANOVIĆ D., ŠTRBAC LJ., STUPAR M. (2013): Heritability and correlations of milk traits in the view of kappa - casein genotypes in Vojvodina Holstein-friesian dairy cattle. *Mljekarstvo*, 63 (2): 91-97.
- (192) VLAHOVIĆ B. (2011): Tržište i marketing poljoprivredno-prehrambenih proizvoda. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- (193) VUJIĆ I. (1969): Biohemijski polimorfizam proteina mleka. Referat sa VII Seminara za mljekarsku industriju, 13-14. Februar, Tehnološki fakultet, Zagreb.
- (194) WALSTRA P. (1999): Casein sub-micelles: do they exist? *International Dairy Journal*, 9 (3-9): 189–192.
- (195) WEDHOLM A., LARSEN L. B., LINDMARK-MANSSON H., KARLSSON A. H., ANDREN A. (2006): Effect of Protein Composition on the Cheese-Making Properties of Milk from Individual Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 89: 3296–3305.
- (196) WEIGEL K. (2010): Understanding Genomics and Its Applications on a Commercial Dairy Farm. High Plains Dairy Conference. Amarillo, Texas.
- (197) WHITE M.B., BANFIELD J.C. (1967): The distribution of serum transferrin types in dairy cattle and their relationship to milk and butterfat production. *Australian Journal Experimental Agriculture*, 7: 396-399.

- (198) WIGGANS G. R., VANRADEN P. M., COOPER T. A. (2011): The genomic evaluation system in the United States: past, present, future. *Journal of Dairy Science*, 94 (6): 3202-3211.
- (199) World Holstein Friesian Federation. (<http://www.whff.info>).
- (200) YASEMIN O., CENGIZ E. (2006): Milk protein polymorphisms in Holstein cattle. *International Journal of Dairy Technology*, 5 (3): 180-183.
- (201) YVON M., VAN HILLE I., PELLISIER J.P. (1984): In vivo milk digestion in the calf abomasums II. Milk and whey proteolysis. *Reproduction Nutrition Development*, 24 (6): 835-843.
- (202) ZAMBRANO S., CONTRERAS G., PIRELA M., CANAS H., OLSON T., LANDAETA-HERNANDEZ A. (2006): Milk yield and reproductive performance of crossbred Holstein ×Criollo Limonero cows. *Science Magazine*, 16: 155-164.
- (203) ZHANG F.J., HUANG Q., JU Z., LI J., SHI F., ZHONG J., WANG C. (2010): Novel single nucleotide polymorphisms (SNPs) of the bovine STAT4 gene and their associations with production traits in Chinese Holstein cattle. *African Journal Biotechnology*, 9: 4003-4008.
- (204) ZHOU J.P., DONG C.H. (2013): Association between a polymorphism of the α -lactalbumin gene and milk production traits in Chinese Holsteincows. *Genetics and Molecular Research*, 12 (3): 3375-3382.

ЛИСТА СКРАЋЕНИЦА

СКРАЋЕНИ НАЗИВ	ЕНГЛЕСКИ НАЗИВ	СРПСКИ НАЗИВ
ДНК	Deoxyribonucleic acid	Дезоксирибонуклеинска киселина
РНК	Ribonucleic acid	Рибонуклеинска киселина
иРНК	Information ribonucleic acid	Информациона рибонуклеинска киселина
κ	Kappa	Капа
β	Beta	Бета
<i>Tf</i>	Transferrin	Трансферин
Lg	Lactoglobulin	Лактоглобулин
АА	Dominant homozygous	Доминантни хомозигот
АБ	Dominant heterozygous	Доминантни хетерозигот
ББ	Recessive homozygous	Рецесивни хомозигот
PCR	Polymerase Chain Reaction	Реакција ланчане полимеризације
RFLP	Restriction Fragment Length Polymorphism	Полиморфизам у дужини рестрикционих фрагмената
SNP	Single Nucleotide Polymorphisms	Полиморфизам појединачних нуклеотида
QTL	Quantitative Trait Loci	Локуси за квантитативне особине
STR	Short Tandem Repeat	Микросателитни белези

LD	Linkage Disequilibrium	Неравнотежа везаности гена
CGA	Candidate gene Approach	Анализа кандидатних гена
GS	Index Genomic Selection	Индекс геномске селекције
MAS	Marker Assited Selection	Селекција помоћу маркера
GM	Genetics Markers	Генетски маркер
POV	Estimating Breeding Value	Процењена оплемењивачка вредност
GOV	Genetics Breeding Value	Геномска оплемењивачка вредност
χ^2	Chi-squared test	Хи квадрат тест
GLM	General linear model	Општи линеарни модел
LSM	Least square means	Средине најмањих квадрата
SE_{LSM}	Standard error of least square means	Стандардна грешка средине најмањих квадрата
LSD	Fisher's least significant difference	Фишеров тест значајности

СПИСАК ТАБЕЛА

ТАБЕЛА	НАСЛОВ ТАБЕЛЕ	СТРАНА
Табела 1.	Просечан принос млека, млечне масти и протеина у стандардној лактацији за 2014. годину (статистички подаци Светске Федерације холштајн фризијске расе)	22
Табела 2.	Положај генетских варијанти к-казеина и већине протеина из рода Бос (Caroli и сар., 2009).	56
Табела 3.	Положај генетских варијанти β -лактоглобулина и већине протеина из рода Бос (Caroli и сар., 2009).	57
Табела 4.	Број животиња и лактација по сваком идентификованом генотипу	65
Табела 5.	Број лактација по генотиповима к-казеина и β -лактоглобулина	67
Табела 6.	Број лактација по генотиповима трансферина	67
Табела 7.	Фреквенција генотипова и алелних облика к-казеина у посматраној популацији крвава и Hardy-Weinbergov закон равнотеже	73
Табела 8.	Показатељи старости код прве успешне концепције и старости на првом телењу по генотиповима к-казеина	73
Табела 9.	Показатељи масе телади по генотиповима к-казеина	75
Табела 10.	Показатељи броја осемењавања по генотиповима к-казеина	77
Табела 11.	Показатељи трајања стеоности по генотиповима к-казеина	77
Табела 12.	Показатељи трајања сервис периода по генотиповима к-казеина	78
Табела 13.	Показатељи трајања међутелидбеног периода по генотиповима к-казеина	80
Табела 14.	Показатељи дужине трајања лактација по генотиповима к-казеина	81

Табела 15.	Показатељи количине млека у стварним лактацијама по генотиповима к-казеина	83
Табела 16.	Показатељи количине млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима к-казеина	85
Табела 17.	Показатељи процента млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима к-казеина	87
Табела 18.	Показатељи количине млека у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима к-казеина	88
Табела 19.	Показатељи количине млечне масти у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима к-казеина	90
Табела 20.	Показатељи процента млечне масти у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима к – казеина	92
Табела 21.	Показатељи животне производње по генотиповима к-казеина	93
Табела 22.	Фреквенција генотипова и алелних облика β -лактоглобулина у посматраној популацији карава и Hardy-Weinbergov закон равнотеже	95
Табела 23.	Показатељи старости код прве успешне концепције и старости на првом телењу по генотиповима β -лактоглобулина	96
Табела 24.	Показатељи масе телади по генотиповима β -лактоглобулина	97
Табела 25.	Показатељи броја осемењавања по генотиповима β -лактоглобулина	99
Табела 26.	Показатељи трајања стеоности по генотиповима β -лактоглобулина	100
Табела 27.	Показатељи трајања сервис периода по генотиповима β -лактоглобулина	102
Табела 28.	Показатељи трајања међутелидбеног периода по генотиповима β -лактоглобулина	103
Табела 29.	Показатељи дужине трајања лактација по генотиповима β -лактоглобулина	105
Табела 30.	Показатељи количине млека у стварним лактацијама по	106

	генотиповима β -лактоглобулина	
Табела 31.	Показатељи количине млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима β -лактоглобулина	108
Табела 32.	Показатељи процента млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима β -лактоглобулина	109
Табела 33.	Показатељи количине млека у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима β -лактоглобулина	111
Табела 34.	Показатељи количине млечне масти у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима β -лактоглобулина	113
Табела 35.	Показатељи процента млечне масти у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима β -лактоглобулина	115
Табела 36.	Показатељи животне производње по генотиповима β -лактоглобулина	117
Табела 37.	Фреквенција генотипова и алелних облика трансферина у посматраној популацији карава и Hardy-Weinbergov закон равнотеже	128
Табела 38.	Показатељи старости код прве успешне концепције и старости на првом телењу по генотиповима трансферина	120
Табела 39.	Показатељи масе телади по генотиповима трансферина	121
Табела 40.	Показатељи броја осемењавања по генотиповима трансферина	123
Табела 41.	Показатељи трајања стеоности по генотиповима трансферина	125
Табела 42.	Показатељи трајања сервис периода по генотиповима трансферина	126
Табела 43.	Показатељи трајања међутелидбеног периода по генотиповима трансферина	128
Табела 44.	Показатељи дужине трајања лактација по генотиповима трансферина	129
Табела 45.	Показатељи количине млека у стварним лактацијама по генотиповима трансферина	132

Табела 46.	Показатељи количине млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима трансферина	134
Табела 47.	Показатељи процента млечне масти у стварним лактацијама по генотиповима трансферина	136
Табела 48.	Показатељи количине млека у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима трансферина	138
Табела 49.	Показатељи количине млечне масти у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима трансферина	140
Табела 50.	Показатељи процента млечне масти у стандардним лактацијама од 305 дана по генотиповима трансферина	143
Табела 51.	Показатељи животне производње по генотиповима трансферина	145

СПИСАК СЛИКА

СЛИКА	НАСЛОВ СЛИКА	СТРАНА
Слика 1.	Шематски приказ PCR фаза	31
Слика 2.	Денатурација дела ДНК-а	32
Слика 3.	Хибридизација прајмера насталих под утицајем РНК-а примазе	33
Слика 4.	Основни састав крављег млека (Frederiksen и сар. 2011)	49

БИОГРАФИЈА



MSc Драгомир Лукач је рођен 21. јануара 1985. године у Бања Луци, БиХ- Република Српска. Основну школу је завршио у Приједору 2000. године, а Средњу Пољопривредно-прехрамбену школу, смер Ветеринарски техничар је завршио 2004. године у истом граду. Пољопривредни факултет Универзитета у Новом Саду, смер Сточарство уписао је 2004. године, а завршио 2008. године одбранивши дипломски рада под насловом „Репродуктив-не перформансе првопраскиња и крмача виших паритета” на Катедри за сточарство са оценом 10. Након завршених основних студија, 2008.

године на истом факултету уписује дипломске академске - Мастер студије, студијског програма за Сточарство, на којем положи све испите предвиђене наставним планом и програмом са просечном оценом 9,33. Мастер рад под називом „Генетски и фенотипски параметри величине легла свиња парених у чистој раси и укрштањем” одбранио је 2009. године, на Катедри за сточарство са оценом 10. Након завршених Мастер студија, уписује Докторске студије студијског програма Анимална Производња на Пољопривредном факултету, Универзитета у Новом Саду, на којем је положио све испите предвиђене планом и програмом докторских студија са просечном оценом 9,80. Трећу годину Докторских студија Факултета за Биофарминг у Бачкој Тополи Универзитета Џон Незбит у Београду уписује школске 2014/15. године, на којем завршава све предвиђене обавезе у року и пријављује тему докторске дисертације из области Популационе генетике и оплемењивања животиња.

2010. године изабран је у звање Асистента на области Генетика и Оплемењивање животиња, где је до данас запослен на Пољопривредном факултету у Новом Саду, Катедри за сточарство са пуним радним временом. Изводи вежбе на основним студијама из предмета Оплемењивање животиња и Генетика животиња студентима сточарског смера, те Ветеринарску генетику студентима ветеринарске медицине. Неко

време изводио је вежбе и из Сточарства студентима ветеринарске медицине. На мастер академским студијама задужен је за вежбе из Квантитативне генетике, Генетике и биотехнологије у сточарству те Теорије оплемењивања и понашања животиња. Био је ментор већег броја научних радова студената Сточарства и Ветеринарске медицине.

Један је од два аутора уџбеника Генетика животиња намењен студентима Сточарства и Ветеринарске медицине на основним студијама, и монографије Генетски параметри. Аутор или коаутор је преко 100 научних радова објављених у домаћим и страним часописима, домаћим и међународним скуповима, од којих је 15 публиковано у часописима са СЦИ листе.

Тренутно је анагажован на два пројекта. Пројекту „Развој традиционалних технологија производње ферментисаних сувих кобасица са ознаком географског порекла у циљу добијања безбедних производа стандардног квалитета,, ТР 031032, чији је носилац Технолошки факултет у Новом Саду, финансиран од стране Министарство за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије, и на пројекту „Побољшање квалитета меса аутихтоних и племенитих раса свиња одгајаних у Војводини за производњу традиционалних ферментисаних сувих кобасица и сувомеснатих производа,, броја 114-451-1016/2014-01, чији је носилац Технолошки факултет у Новом Саду, финансиран од стране Покрајинског секретаријата за науку и технолошки Аутономне Покрајине Војводине.

Говори, пише и чита енглески језик, а служи се и немачким језиком, као и бројним рачунарским програмима и софтверима из области квантитативне генетике и оплемењивања животиња. У току своје стручне и научне активности бави се унапређењем сточарске производње, квантитативно генетским анализама економски важних особина код животиња.