

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ  
ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА  
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Датум: 04.05.2017.

Предмет: Извештај Комисије о оцени урађене докторске дисертације Драгана Никшића,  
дипл. инж.

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног Факултета од 26.04.2017. године (Одлука број 461/7-4.1), именовани смо у Комисију за оцену и одбрану урађене докторске дисертације под насловом: " **РЕПРОДУКТИВНЕ И ПРОИЗВОДНЕ ОСОБИНЕ И ГЕНЕТСКИ ПОЛИМОРФИЗАМ  $\kappa$ -КАЗЕИНА И  $\beta$ -ЛАКТОГЛОБУЛИНА ДОМАЋЕ И УВЕЖЕНЕ ПОПУЛАЦИЈЕ КРАВА СИМЕНТАЛСКЕ РАСЕ** ", кандидата дипл. инж. Драгана Никшића. Након прегледа завршене докторске дисертације, подносимо следећи

## **ИЗВЕШТАЈ**

### **1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ**

Докторска дисертација Драгана Никшића, написана је на укупно 228 страна (проред 1,5). У оквиру дисертације је приказано 92 табеле, један графикон, 193 прилога приказана у посебном поглављу. У дисертацији су цитирана укупно 204 литературна извора.

Докторска дисертација садржи: Насловну страну на српском и енглеском језику; Информације о ментору и члановима комисије; Захвалницу; Резиме на српском и енглеском језику; Садржај; Текст дисертације по поглављима; Списак литературе; Прилоге; Биографију и Изјаве.

Текст дисертације садржи следећа поглавља: Увод (1-3. стр.), Преглед литературе (4-41. стр.), Материјал и методе истраживања (42-51.стр.), Резултати истраживања и дискусија (52-146. стр.) и Закључак (147-156. стр.). После текста дисертације по поглављима следе: Литература (157-173. стр.), Прилози (174-224. стр.), Биографија (225. стр.), Изјава о ауторству (226. стр.), Изјава о истоветности штапане и електронске верзије докторске дисертације (227. стр.) и Изјава о коришћењу (228.стр.).

## 2. ПРИКАЗ И АНАЛИЗА ДИСЕРТАЦИЈЕ

**2.1. Увод** – У уводу је истакнут значај сименталске расе за Србију и потреба за унапређењем ове расе. Селекција, као главни метод оплемењивања, представља фактор без којег не може бити озбиљних резултата на побољшању потенцијала и повећања продуктивности ове расе говеда. Иако представља поуздан метод оплемењивања, велики недостатак селекције је што је спор и дуготрајан процес, а производне особине могу да се мере само код одраслих животиња, чиме се продужава генерацијски интервал и смањује ефекат селекције у јединици времена.

Ради бржег унапређења производних особина и побољшања функционалних особина код говеда у Србији, у последње време све већи број фармера се одлучује на увоз грла из земаља са интензивним говедарством и значајним гајењем сименталске расе, пре свега из Аустрије и Немачке, односно из земаља где је просечна производња млека око 7000 kg са преко 4% млечне масти. Бржи напредак популације могуће је извести и применом геномске селекције, чиме се значајно може скратити дуг генерацијски интервал код говеда.

Учесталост алела и генотипова за одређене фракције протеина млека има значаја са аспекта технолошких својстава млека. У циљу производње млека намењеног преради (посебно преради млека у сиреве) пожељне су нпр. одређене фракције казеина и осталих протеина млека. У том циљу у овом раду вршено је утврђивање полиморфизма гена за к-казеин и  $\beta$ -лактоглобулин.

Циљ овог рада био је да се сагледају ефекти мера побољшања производног потенцијала говеда на једном подручју Републике Србије. У том циљу су вршена истраживања - сагледавање фенотипских разлика поређењем особина репродукције, производње и морфометрије грла (крава) која су увежена из Аустрије са домаћим грлима, гајеним на истом подручју у Србији. У складу са програмом и циљевима истраживања пошло се од претпоставки да ће испољеност особина плодности бити боља код крава домаће популације, док ће грла сименталске расе увежена из Аустрије имати боље испољене производне и морфометријске особине од грла домаћег порекла, гајених у истим условима. Такође је једна од претпоставки да начин држања (различити услови држања, неге и исхране), различито утичу на испољавање производних и репродуктивних особина код крава истог порекла.

**2.2. Преглед литературе** - Литературни извори коришћени у дисертацији, представљени су у четири потпоглавља.

У првом потпоглављу 2.1. цитирани су резултати претходних истраживања, а који се односе на репродуктивне особине крава. То је област која је често била предмет истраживања, али је истовремено и област у којој се јављају многи нерешени и до краја недефинисани проблеми. Као таква, репродукција је битан фактор интензивирања говедарске производње, јер решавање проблема из ове области може довести до веће производње млека и меса. Оцена ефикасности репродукције, као битног дела говедарства, врши се на основу вредности параметара као што су узраст при првом тељењу, трајање сервис периода, трајање међутелидбеног интервала и телесна маси телади на рођењу. Истраживање телесне масе телади при рођењу, обавља се из више разлога. Телад која се у оквиру једне расе рађају тежа имају већу предиспозицију за бржи и ефикаснији раст, међутим, велика порођајна маса телади један је од главних узрочника тешких тељења и угинућа телади непосредно након рођења.

Код тешких тељења чест узрок је диспропорција између величине телета и порођајних путева мајке, што је најчешћи случај код првотелки (*Martinez et al., 1983; Lombard et al., 2007*). Из тих разлога се мора посебна пажња обратити на узраст и телесну развијеност јуница при првој оплодњи. При интензивном одгоју у периоду пораста, долази до раније појаве полне и физиолошке зрелости јуница. То омогућава њихову ранију оплодњу и почетак коришћења у производњи, што је посебно значајно са економског аспекта, јер се ранијом оплодњом остварују уштеде у трошковима одгајивања, скраћује генерацијски интервал и повећава ефикасност селекције у јединици времена. Међутим, сувише рано увођење јуница у приплод, доводи до њиховог заостајања у порасту. Порођај код таквих грла је по правилу отежан. Услед тога, трајање сервис периода се продужава и дужег је трајања у поређењу сервис периодом код нормално формираних и правовремено припуштених јуница. Без обзира на производни потенцијал популације, количина млека у таквим случајевима је доста мала у току прве лактације. Од патолошких узрочника продуженог трајања сервис периода најчешћи су инфекције утеруса, ретенција плаценте, а повезано са тим и продужено трајање гравидитетног жутог тела (*Fourchon et al., 2000; Gröhn i Rajala-Schultz, 2000; Bell i Roberts, 2007; Станчић и сар., 2011*). Поједина истраживања указују да је каснија појава првог еструса после тељења условљена високом млечношћу (*Jamrozik et al., 2005*).

У потпоглављу 2. 2. (производне и морфометријске особине) изнети су резултати истраживања наведених особина код крава, а којима су се у претходним деценијама бавили *Germann (1996), Vikario (1996), Vetyška (1996), Gottschalk (1996), Петровић и сар. (1997), Странак и Странакска (1997), Burri i Schleppe (2000), Mee et al., (2000), Ђурђевић (2001), Singh et al., (2002), Кучевић и сар. (2005), Медић и сар. (2006)* и бројни други домаћи и страни истраживачи, а који су цитирани у овом потпоглављу. Акцент је стављен и на одгајивачке програме за сименталску расу код најзначајнијих европских земаља у којима се она гаји. Заједно са репродукцијом, производња млека представља материјалну основу одржања популације, у овом случају конкретне расе.

Основни циљ мерења домаћих животиња јесте утврђивање телесних димензија и међусобно поређење животиња исте или различитих раса, а са циљем праћења телесне развијености и хармоничности грађе тела. Мерење телесне развијености значајно је за утврђивање расних стандарда. На основу позитивног или негативног одступања од утврђеног расног просека или постављеног циља, животиње се оцењују и сврставају у одређене категорије или класе. Из тих разлога у дефинисању одгајивачких циљева за поједине популације говеда, поред производних, постављају се и циљеви, односно минимални захтеви у погледу телесне развијености (висина крста или гребена, дубина и ширина трупа, телесна маса одраслих грла, димензије карлице и други параметри).

Осим телесних мера (димензија) врши се и линеарна оцена телесне грађе, која омогућава препознавање млечних карактеристика крава, које су прелиминарни показатељи млечности и дуговечности (*Пантелић и сар., 2010*). Код плоткиња које се користе у производњи млека, посебан акценат се ставља на изглед и грађу вимена. Укључивање линеарне оцене типа у оцену приплодне вредности крава, доприноси поузданости оцене приплодне вредности, што се позитивно одражава на укупне ефекте селекције и успешност производње.

У потпоглављу 2.3. (утицај лактације по реду и сезоне тељења на особине млечности и плодности) указано је на значај познавања утицаја наведених фактора на особине млечности и плодности, што је од посебног значаја за тачност оцене приплодне

вредности бикова и крава. Фактори као што су година, фарма, лактација по реду, сезона тељења, зависно од нивоа производње, величине узорка и примењеног математичко статистичког модела могу узроковати и изнад 50% од укупних варирања у производњи млека (*Стојић и сар., 1996*). *Theron et al. (2002)* су закључили да су стадо и сезона тељења врло високо значајно ( $p \leq 0,001$ ) утицали на производњу млека и млечне масти у стандардној лактацији. Као најповољнију сезону тељења-почетка лактације наводе зимску сезону.

У потпоглављу 2.4. (Генетски полиморфизам  $\kappa$ -казеина и  $\beta$ -лактоглобулина) описана је учесталост полиморфизама у генима који кодирају наведене протеине. *Остојић (2007)* дефинише синтезу протеина млека као процес који је под контролом хормона и наслеђа, који почиње транскрипцијом, а завршава се транслацијом. Протеини млека деле се на две фракције: казеин који код крављег млека чини око 80% свих протеина и протеине млечног серума који представљају преосталих 20% (*Fox i McSweeney, 1998*). Казеин је најважнији протеин млека, који спада у сложене протеине јер садржи у свом молекулу фосфор везан у облику сложеног естра са аминокиселином серин (*Azevedo et al., 2008*).

Данас је познат полиморфизам  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\kappa$ -казеина,  $\beta$ -лактоглобулина и  $\alpha$ -лактоалбумина. Њихово деловање на количину и састав млека, последњих година, постало је предмет многобројних истраживања. Уз познавање учесталости одређених алела у популацији крава, те уз чињеницу да се ови гени везано наслеђују, најповољније генетичке варијанте је могуће искористити и у селекцији бикова који се користе за вештачко осемењавање.

Полиморфизам у генима који кодирају протеине  $\beta$ -лактоглобулина ( $\beta$ -Lg) и  $\kappa$ -казеина ( $\kappa$ -CN) уведен је у савремене одгајивачке програме говеда, кроз које се настоје функционално унапредити популације. Као главна беланчевина сурутке млека  $\beta$ -лактоглобулина је кодиран геном који је лоциран на 11. хромозому код говеда, *Caroli et al., (2009)* наводе да је  $\beta$ -лактоглобулина присутан у две доминантне варијанте (А и В) док су варијанте С, D, Е, F, G, H, I, J, W ређе заступљене.

$\kappa$ -казеин ( $\kappa$ -CN) као једну од четири казеинске беланчевине млека кодира ген позициониран на 6. хромозому код говеда. *Caroli et al., (2009)* наводе четрнаест варијанти  $\kappa$ -казеина (А, А1, В, В2, С, D, Е, F1, F2, G1, G2, H, I, J) од којих се два варијанте А и Б најчешће јављају. У већини истраживања уочен је позитиван учинак Б алелне варијанте  $\kappa$ -казеина на удео казеина и укупних беланчевина у млеку (*Mao et al., 1992; Ikonen et al., 1999a; Kučerova et al., 2006; Molina et al., 2006a; Comin et al., 2008; Sitkowska et al., 2008*). Млеко  $\kappa$ -казеина генотипа ББ изискује краће време сирења (*Lunden et al., 1997; Kubarsepp et al., 2005*), даје већи принос сира с већим уделом беланчевина (*Ikonen et al., 1999b; Braunschweig et al., 2000; Ng-Kwai-Hang et al., 2002a; Miceikiene et al., 2005; Molina et al., 2006b*).

Бројним истраживањима настојале су се утврдити везе између полиморфних алелних варијанти  $\beta$ -лактоглобулина и  $\kappa$ -казеина, те лактацијских одлика и прерадних карактеристика млека (*Antunac u сар., 1991*). Истраживањима је потврђен позитиван учинак АА генотипа  $\beta$ -лактоглобулина на млечност (*Mayer et al., 1990; Jakob i Puhan, 1992; Van der Berg et al., 1992; Hill, 1993; Ikonen et al., 1999b; Caroli et al., 2004*), а постоје и истраживања која предност дају АБ генотипу  $\beta$ -лактоглобулина (*Tsiaras et al., 2005; Karimi et al., 2009*).

### 2.3. Материјал и метод истраживања

Материјал и метод истраживања је приказан кроз два потпоглавља.

У потпоглављу 3.1. (Испитивање репродуктивних, производних и морфометријских особина) Утврђене су разлике у репродуктивним, производним и морфометријским особинама крава које су увежене (увоз из Аустрије) и налазе се на фарми „Лазар“ и код индивидуалних произвођача, затим разлике ових особина код увежених грла и грла домаћег порекла на фарми али и код индивидуалних одгајивача крава сименталске расе на истом подручју.

Краве које су гајене на индивидуалним газдинствима, држане су у шталама са везаним системом држања, на дугим и средње дугим лежиштима са употребом простирке и присутним сезонским варијацијама у саставу obroка. Исхрана се базирала на сену и силажи целе биљке кукуруза и углавном индустријским концентрованим смешама.

Грла која су гајена на фарми "Лазар" била су у слободном систему држања са лиге боксевима. Свака крава имала је електронски читач-транспондер, тако да су оброци били строго избалансирани, тј појединачно је вршено нормирање допунског дела концентроване смеше.

Укупан број грла (954) обухваћених истраживањем и њихових закључених лактација (3641), подељен је у четири групе на следећи начин: Група 1 : грла домаћег порекла гајена код индивидуалних произвођача (1526 лактација); Група 2: грла пореклом из увоза гајена код индивидуалних произвођача (234 лактација); Група 3: грла домаћег порекла гајена на фарми (1100 лактација); Група 4: грла пореклом из увоза гајена на фарми (781 лактација).

Сва тељења-почетак лактације, груписани су у четири сезоне и то: I - зимска (децембар, јануар, фебруар), II - пролећна (март, април, мај), III - летња (јун, јул, август), IV - јесења (септембар, октобар, новембар).

Лактације по реду су груписане у шест група: I лактација (954 лактације), II лактација (953 лактације), III лактација (828 лактација), IV лактација (601 лактација), V лактација (232 лактације), VI лактација и наредне (73 лактације). Краве чије су лактације анализиране, рођене су у периоду од 2005. до 2011. године.

Испитиване репродуктивне особине биле су: телесна маса телади при рођењу, узраст при првом тељењу, трајање међутелидбеног интервала, трајање сервис периода. Производне особине су обухватале: трајање лактације, принос млека у целој лактацији, принос млека у стандардној лактацији, садржај млечне масти у стандардној лактацији, принос млечне масти у стандардној лактацији, садржај протеина млека у стандардној лактацији, принос протеина млека у стандардној лактацији.

За анализу испољености и варирања репродуктивних и производних особина примењени су следећи модели анализе варијансе: модел са фиксним обједињеним утицајем начина држања и порекла грла; модел са фиксним утицајем начина држања и порекла и њихове интеракције; модел са фиксним обједињеним утицајем (начина држања и порекла) и тељења-лактације по реду; модел са фиксним утицајем сезоне тељења-почетка лактације и обједињеног утицаја начина држања и порекла; модел са фиксним утицајем сезоне и начина држања (модел коришћен код првотелки). За статистичку обраду података и примену наведених модела коришћен је програмски софтвер SPSS Statistics for Windows, Version 23.0

Морфометријске особине - особине телесне развијености (висина крста, дужина карлице, ширина карлице, дубина тела) испитиване су код првотелки. Мерење и њихово

линеарно оцењивање извршено је након првог тељења, тако да податке за морфометријске особине поседује 954 грла (група 1 – 436 грла, група 2 – 68 грла, група 3-282 грла, група 4-168 грла). Линеарне оцене утврђене су за следеће особине: угао карлице, мускулозност, положај задњих ногу, развијеност скочног зглоба, кичични зглобови, висина папака, дужина предњег вимена, дужина задњег вимена, висина задњег вимена, централни лигамент, дубина вимена, позиција сиса предњег вимена, положај сиса, дужина сиса, дебљина сиса. Морфометријске особине (линеарне оцене) испитиване су такође код првотелки. Испитиван је утицај начина држања (примењен  $\chi^2$  тест) и утицај порекла грла (примењен  $\chi^2$  тест) на фреквенцију линеарних оцена за сваку особину.

У потпоглављу (3.2.) Испитивање генетичког полиморфизма к-казеина и  $\beta$ -лактоглобулина: на подзорку популације, испитиван је полиморфизам гена који кодирају протеине млека к-казеин и  $\beta$ -лактоглобулин. Испитиван је и утицај различитих генотипова за наведене протеине на испољеност производних особина, код крава сименталске расе.

Овај део истраживања је обухватио 157 крава, које воде порекло од пет различитих бикова (број кћери по биковима био је 34, 32, 30, 31, 30). Укупан број лактација од 157 кћери био је 746 (број лактација кћери по биковима био је 176, 121, 191, 134, 124). Узорци крви и подаци о производним особинама узети су са фарме "Лазар" и са газдинстава индивидуалних пољопривредних произвођача, на којима су гајене кћери изабраних бикова.

Узорци крви за генетичка испитивања су узети у BD Vacutainer у количини од 6 ml из репне вене (v. caudalis), након чега су чувани на температури од 4°C све до изолације ДНК, која је урађена помоћу кита за изолацију ДНК из крви UltraClean® BloodSpin® DNA Isolation Kit (MO BIO Laboratories Inc., USA) према упутству произвођача.

Идентификација полиморфизма у генима за к-казеин и  $\beta$ -лактоглобулин је урађена коришћењем методе засноване на полиморфизму величине рестрикционих фрагмената (RFLP). Ова метода састоји се у идентификацији полиморфизма третирањем PCR продуката одговарајућим рестрикционим ензимом и поређењем величине трака на агарозном гелу. Продукти амплификације су пречишћени преципитацијом и обрађивани рестрикционим ензимом Hinf I (New England Biolabs Inc., USA) који специфично препознаје секвенцу 5'GANTC-3' која обухвата полиморфизам у гену за к-казеин и Hae III (New England Biolabs Inc., USA) који специфично препознаје секвенцу 5'GGCC-3' који обухвата полиморфизам у гену за  $\beta$ -лактоглобулин према упутству произвођача. Пре статистичке обраде података формирана је база са подацима о грлима код којих су рађене анализе о њиховим производним особинама. Применом  $\chi^2$  теста вршено је поређење добијених учесталости са учесталостима на основу Hardy-Weinbergovog закона о равнотежи популације, а са циљем потврђивања хипотезе о одсуству равнотеже у испитиваној популацији, с обзиром да је у популацији вршена претходна селекција.

Након утврђивања учесталости алела и одговарајућих генотипова, методом једнофакторске анализе варијансе (F тест), испитан је утицај одређеног генотипа на особине које се односе на производњу млека. Код особина које су испољиле статистички значајну зависност од генотипа вршен је тест најмање значајне разлике (LSD тест). Статистичка обрада вршена је у SPSS Statistics for Windows, Version 23.0.

**2.4. Резултати истраживања и дискусија** - Резултати истраживања и дискусија приказани су у четири потпоглавља.

У потпоглављу 4.1. (Репродуктивне особине) приказани су резултати за све краве укупно и посебно за првотелке. Приказани су параметри дескриптивне статистичке анализе за репродуктивне особине, као и резултати испитивања утицаја појединих фактора утврђени анализом варијансе, применом одговарајућих модела за поједине групе особина.

Најважнији резултати су: све репродуктивне особине врло високо значајно ( $p \leq 0,001$ ) су варирале под утицајем обједињеног фактора начина држања и порекла грла, осим узраста при првом тељењу чије варирање није било статистички значајно ( $p > 0,05$ ). Утицај лактације-тељења по реду и сезоне тељења био је статистички значајан на телесну масу телади на рођењу, али није био значајан ( $p > 0,05$ ) на трајања међутелидбеног интервала и сервис периода код испитиваних крава.

Грла домаћег порекла гајена на фарми (слободни систем држања) давала су телад најмање телесне масе (40,10 kg), док су грла на фарми пореклом из увоза давала телад највеће телесне масе (44,78 kg). Телад крава домаћег порекла одгајана код индивидуалних произвођача (везани систем) била су веће телесне масе (41,01 kg) од телади крава пореклом из увоза, гајених код индивидуалних произвођача (40,29 kg).

Узраст крава приликом првог тељења је био најмлађи код крава домаћег порекла, гајених код индивидуалних произвођача (773,73 дана), незнатно старији код крава домаћег порекла гајених на фарми (774,35 дана), а потом код крава гајених код индивидуалних произвођача пореклом из увоза (778,06 дана) и најстарији код крава пореклом из увоза гајених на фарми (790,72 дана).

Међутелидбени интервал крава из увоза гајених на фарми био је најдужи и износио је 405,13 дана, док је код увежених грла гајених код индивидуалних произвођача трајао 394,36 дана. Најкраћи интервал између два узастопна тељења имала су грла домаћег одгоја код индивидуалних произвођача (391,52 дана), док је за осам дана био дужи код грла домаћег порекла гајених на фарми (399,50 дана). Грла одгајана на фарми (увежена и домаћа) имала су дужи међутелидбени интервал за више од 3 дана у односу на грла одгајана код индивидуалних произвођача (увежена и домаћа). Грла из увоза (гајена на фарми и код индивидуалних произвођача) имала су за преко 16 дана дуже трајање међутелидбеног интервала од грла пореклом из домаћег одгоја (гајена на фарми и код индивидуалних произвођача).

Сервис период код грла из увоза трајао је 120,15 дана на фарми, односно 108,40 дана код индивидуалних одгајивача, док су грла домаћег одгоја код индивидуалних произвођача имала сервис период од 106,58 дана, а грла истог порекла гајена на фарми 114,58 дана.

Грла одгајана на фарми имала су дуже трајање сервис периода за 3,80 дана од грла гајених код индивидуалних произвођача, док су грла домаћег порекла имала знатно краћи сервис период (за 16,23 дана) од крава пореклом из увоза.

Потпоглавље 4.2. садржало је резултате за производне особине, а који су представљени за све краве укупно и посебно за првотелке.

Начин држања крава, имао је статистички врло високо значајан ( $p \leq 0,001$ ) утицај на све производне особине, осим на садржај млечне масти ( $p > 0,05$ ). Утицај порекла крава био је статистички врло високо значајан ( $p \leq 0,001$ ) за све особине млечности, док интеракција ова два фактора није испољила статистичку значајност ( $p > 0,05$ ) на принос млека у целој и

стандардној лактацији, као и на принос протеина, док је на остале производне особине испољила врло високу значајност ( $p \leq 0,001$ ).

Све производне особине нису статистички значајно вариране под утицајем сезоне тељења-почетка лактације, осим садржаја млечне масти који је варирао статистички значајно ( $p \leq 0,05$ ), док су под утицајем лактације по реду све особине испољиле статистички значајно варирање различите значајности, осим трајања лактације, које није статистички значајно ( $p \leq 0,05$ ) варирано.

Најкраће трајање лактације имале су краве домаћег порекла код индивидуалних произвођача, 304,12 дана. Краве идивидуалних произвођача пореклом из увоза имале су просечно трајање лактације од 313,67 дана, док је нешто дуже трајање лактације забележено код крава са фарме, и то домаћег порекла, 323,96 дана и незнатно дуже пореклом из увоза 314,13 дана.

Најнижу производњу у целој лактацији оствариле су краве домаћег одгоја гајене на индивидуалним газдинствима (4817,57 kg), затим краве пореклом из увоза гајене у истим условима (5028,50 kg), краве домаћег одгоја држане на фарми (6181,03 kg) и највећу производњу су оствариле краве из увоза гајене на фарми (6592,19 kg). Разлике између група за принос млека у целој лактацији на основу теста најмање значајне разлике (LSD), биле су статистички врло високо значајне ( $p \leq 0,001$ ) за све групе осим између крава које су гајене код индивидуалних произвођача домаћег порекла и крава која су гајене у истим условима пореклом из увоза, а које су биле статистички високо значајне ( $p \leq 0,01$ ). Краве гајене на фарми (домаће и увежене) оствариле су за 1614,34 kg већу производњу од крава гајених код индивидуалних произвођача (домаће и увежене), док су грла пореклом из увоза (гајена на фарми и код индивидуалних произвођача) остварила за 1261,50 kg већу производњу од грла пореклом из домаћег одгоја (гајена на фарми и код индивидуалних произвођача).

Највећи принос млека у стандардној лактацији оствариле су краве пореклом из увоза гајене на фарми 6473,63 kg, док су краве домаћег порекла у истим условима оствариле принос од 5872,75 kg. Најмањи принос оствариле су краве домаћег порекла код индивидуалних произвођача 4802,84 kg, док су краве из увоза у истим условима оствариле производњу од 4907,26 kg. Тестом најмање значајне разлике (LSD) установљене су статистички врло високо значајне ( $p \leq 0,001$ ) разлике између свих група за принос млека у стандардној лактацији, осим између крава домаћег порекла и увежених, гајених код индивидуалних произвођача где није установљена статистички значајна ( $p > 0,05$ ) разлика. Грла гајена на фарми (укупно домаћа и увежена) остварила су за 1503,46 kg већу производњу млека од грла гајених код индивидуалних произвођача (укупно домаћа и увежена), док су краве пореклом из увоза (гајене на фарми и индивидуалним газдинствима) оствариле за 1076,17 kg већу производњу од грла пореклом из домаћег одгоја (гајене на фарми и индивидуалним газдинствима).

Посматрајући по групама крава, највећи садржај млечне масти имала су грла на фарми домаћег одгоја од 3,94%, 3,92% садржаја млечне масти имала су грла пореклом из увоза гајена на фарми и код индивидуалних произвођача, док су најмањи садржај млечне масти имале краве домаћег одгоја гајене код индивидуалних произвођача (3,89%).

Највећи принос млечне масти оствариле су краве гајене на фарми пореклом из увоза (252,56 kg), затим краве на фарми домаћег порекла (231,11 kg), краве гајене код индивидуалних произвођача пореклом из увоза (192,46 kg), и најмањи принос су оствариле краве домаћег одгоја гајене код индивидуалних произвођача (187,22 kg).



Разлика између свих посматраних група за принос млечне масти била је статистички врло високо значајна ( $p \leq 0,001$ ), осим између група 1 и 2 где је била статистички значајна ( $p \leq 0,05$ ). Грла код индивидуалних произвођача имала су исти проценат протеина (3,15%) без обзира да ли су пореклом из домаћег одгоја или су увежена. Сличан проценат протеина имала су грла домаћег одгоја гајена на фарми (3,16%), док је незнатно већи проценат утврђен код грла пореклом из увоза, гајених на фарми (3,24%). Најмањи принос протеина оствариле су краве индивидуалних произвођача домаћег порекла 151,44 kg, што је за 3,26 kg мање од приноса крава пореклом из увоза гајених у истим условима. Грла на фарми домаћег одгоја остварила су принос протеина од 185,81 kg, док су у истим условима грла пореклом из увоза остварила принос од 208,57 kg.

Тестом најмање значајне разлике (LSD) за принос протеина установљене су статистички врло високо ( $p \leq 0,001$ ) значајне разлике између свих група, осим између групе 1 и 2, где није установљена статистичка значајност ( $p > 0,05$ ).

Потпоглавље 4.3. Морфометријске особине: Највећу висину крста су имала грла пореклом из увоза гајена на фарми (143,56 cm). Грла гајена на фарми имала су за 1,96 cm већу висину крста од грла код индивидуалних произвођача, док су првотелке пореклом из увоза имале за 1,82 cm већу висину крста од првотелки пореклом из домаћег одгоја.

Грла гајена код индивидуалних произвођача пореклом из увоза имала су незнатно дужу карлицу (53,72 cm) у односу на остале 3 посматране групе, које су имале приближно исту дужину карлице. Грла код индивидуалних произвођача пореклом из домаћег одгоја имала су просечну ширину карлице 50,05 cm, док су грла гајена у истим условима пореклом из увоза имала ширину карлице 52,69 cm. Грла домаћег порекла гајена на фарми имала су најмању ширину карлице 50,02 cm, а незнатно ширу карлицу имала су грла пореклом из увоза гајена на фарми (51,30 cm). Најмању дубину тела имале су краве домаћег порекла, гајене код индивидуалних произвођача (77,83 cm), затим краве истог порекла гајене на фарми (78,84 cm), незнатно већу дубину краве гајене на фарми пореклом из увоза (79,51 cm) и највећу краве гајене код индивидуалних произвођача пореклом из увоза (83,72 cm).

Посматрано према начину држања, већу фреквенцију пожељних оцена за све морфометријске особине исказане у оценама оствариле су краве са фарме, осим код особине угао карлице где су већу фреквенцију пожељних оцена имале краве одгајане код индивидуалних произвођача. Према пореклу крава, већу фреквенцију пожељних оцена за све морфометријске особине исказане у оценама оствариле су краве пореклом из увоза у односу на краве домаћег порекла. Утицај фактора начина држања и порекла грла испитивани  $\chi^2$  тестом на све испитиване линеарне оцене (фреквенцију оцена) био је статистички врло високо значајан ( $p \leq 0,001$ ).

Потпоглавље 4.4. Код испитивања полиморфизма у гену за к-казеин, на узорку од 157 крава које потичу од 5 бикова-очева, установљена су три генотипа: генотип АА са учесталošћу 33,80%, генотип АБ заступљен са 51,60% и генотип ББ са 14,60%. Учесталости алела износиле су 59,60% за алел А, док је алел Б имао учесталост 40,40%.

Код  $\beta$ -лактоглобулина установљена су такође три генотипа: АА, АБ и ББ са учесталостима 33,10%, 49,70% и 17,20%. Учесталост алела А и Б која произилази из учесталости генотипова, износила је 58,00% за алел А и 42,00% за алел Б.

Производња млека у целој лактацији високо значајно ( $p \leq 0,01$ ) је варијала по групама крава различитог генотипа за к-казеин, док су у стандардној лактацији утицаји генотипова били врло високо значајни ( $p \leq 0,001$ ). Приноси млечне масти и протеина у стандардној лактацији врло високо значајно ( $p \leq 0,001$ ) су варијали у зависности од

генотипова крава за к-казеин, док садржај компоненти млека није био под утицајем наведеног фактора.

На основу резултата Теста најмање значајне разлике (LSD) утврђено је да је разлика према приносу млека у целој лактацији значајна између генотипова АА и ББ на нивоу  $p \leq 0,01$  и генотипова АА и АБ на нивоу  $p \leq 0,05$ ; разлика према приносу млека у стандардној лактацији значајна је између генотипова АА и ББ и генотипова АА и АБ на нивоу  $p \leq 0,001$ ; разлика према приносу млечне масти значајна је између генотипова АА и ББ и генотипова АА и АБ на нивоу  $p \leq 0,001$ ; разлика према приносу протеина значајна је између генотипова АА и ББ и генотипова АА и АБ на нивоу  $p \leq 0,001$ .

Испитујући утицај генотипа за  $\beta$ -лактоглобулин на особине млечности установљена је статистички врло висока значајност ( $p \leq 0,001$ ) генотипа за ову фракцију протеина на производњу млека у целим и стандардним лактацијама. Генотип за  $\beta$ -лактоглобулин испољио је врло високу значајност на садржај и принос млечне масти у стандардној лактацији, док утицај различитих генотипова  $\beta$ -лактоглобулина није испољио статистичку значајност ( $p > 0,05$ ) на садржај, али јесте ( $p \leq 0,001$ ) на принос протеина у стандардној лактацији. На основу резултата Теста најмање значајне разлике (LSD), утврђено је следеће: разлика према приносу млека у целој лактацији значајна је између генотипова АБ и ББ на нивоу  $p \leq 0,001$  и генотипова АА и АБ на нивоу  $p \leq 0,001$ ; разлика према приносу млека у стандардној лактацији значајна је између генотипова АБ и ББ на нивоу  $p \leq 0,05$ , генотипова АА и АБ на нивоу  $p \leq 0,001$ , и генотипова АА и ББ на нивоу  $p \leq 0,001$ ; разлика према садржају млечне масти значајна је између генотипова АА и АБ и генотипова АБ и ББ на нивоу  $p \leq 0,001$ ; разлика према приносу млечне масти значајна је између генотипова АА и ББ и генотипова АА и АБ на нивоу  $p \leq 0,001$ ; разлика према приносу протеина значајна је између генотипова АА и ББ на нивоу  $p \leq 0,01$ , генотипова АА и АБ на нивоу  $p \leq 0,001$ , и између генотипова АБ и ББ на нивоу  $p \leq 0,05$ .

**2.5. Закључак** – У закључку кандидат је изнео већи број закључака у складу са структуром и садржајем поглавља Резултати и дискусија.

Све репродуктивне, производне и особине телесне развијености врло високо значајно ( $p \leq 0,001$ ) су варирале под утицајем обједињеног фактора начина држања и порекла грла, осим узраста при првом тељењу чије варирање није било статистички значајно ( $p > 0,05$ ). Утицај лактације-тељења по реду и сезоне тељења био је статистички значајан за телесну масу телади на рођењу, али није био значајан ( $p > 0,05$ ) на трајања међутелидбеног интервала и сервис периода код испитиваних крава.

Узраст крава код првог тељења био је најмлађи код крава домаћег порекла, гајених код индивидуалних произвођача (773,73 дана), а најстарији код крава пореклом из увоза гајених на фарми (790,72 дана). Међутелидбени интервал крава из увоза гајених на фарми био је најдужи и износио је 405,13 дана, а најкраћег трајања код грла домаћег одгоја гајених код индивидуалних произвођача (391,52 дана).

Начин држања крава, имао је статистички врло високо значајан ( $p \leq 0,001$ ) утицај на све производне особине, осим на садржај млечне масти ( $p > 0,05$ ). Утицај порекла крава био је статистички врло високо значајан ( $p \leq 0,001$ ) за све особине млечности, док интеракција ова два фактора није испољила статистичку значајност ( $p > 0,05$ ) на принос млека у целој и стандардној лактацији, као и на принос протеина, док је на остале производне особине испољила врло високу значајност ( $p \leq 0,001$ ).

Највећи принос млека у стандардној лактацији оствариле су краве пореклом из увоза гајене на фарми 6473,63 kg, док су краве домаћег порекла у истим условима

оствариле принос од 5872,75 kg. Најмањи принос оствариле су краве домаћег порекла код индивидуалних произвођача 4802,84 kg, док су краве из увоза у истим условима оствариле производњу од 4907,26 kg.

Из наведених резултата може се закључити да краве домаћег одгоја могу да остваре знатно већу производњу уколико им се обезбеде повољни услови гајења, као што су услови на испитиваној фарми. Такође се може закључити да грла из увоза знатно доприносе побољшању производње код индивидуалних произвођача, али уједно и да њихов потенцијал није у највећој мери искоришћен у таквим условима држања. Планским избором родитеља пожељних генотипова, може се доћи до бржег напретка популације и побољшања производње и састава млека.

Учесталост генотипова за к-казеин за установљена три генотипа била је: генотип АА 33,80%, генотип АБ 51,60% и генотип ББ 14,60%. Учесталост генотипова за  $\beta$ -лактоглобулин за установљена три генотипа била је: генотип АА, 33,10%, генотип АБ 49,70% и генотип ББ 17,20%. На основу резултата  $\chi^2$  теста утврђене учесталости генотипова за к-казеин статистички врло значајно су се разликовале ( $p < 0,01$ ) од фреквенција по Hardy-Weinbergovom закону, а код  $\beta$ -лактоглобулина значајно ( $p \leq 0,05$ ), чиме је потврђено одсуство равнотеже у испитиваној популацији због спроведене претходне селекције.

**2.6. Литература** - У дисертацији је укупно цитирано 204 литературна извора. Цитиране референце се односе на проблематику дисертације.

**2.7. Прилози** - Ово поглавље садржи укупно 193 прилога. Прилози се односе на прилоге анализе варијансе, прилоге Теста најмање значајне разлике (LSD), прилоге  $\chi^2$  теста и прилоге – слике рестрикционих фрагмената на агарозном гелу.

### 3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација Драгана Никшића дипл. инж. представља самостални научни рад у области говедарства (одгајивања и репродукције говеда). Истраживањима су испитивани фактори који утичу на варијабилност репродуктивних, производних и морфометријских особина. Тема докторске дисертације је актуелна и значајна са научног и стручног аспекта. Кандидат је на адекватан начин проучио резултате истраживања других аутора, дефинисао предмет и програм испитивања, поставио циљ, основне хипотезе, формирао узорак и сетове података, обавио испитивања, применио адекватне математичко– статистичке методе за анализу, дискутовао добијене резултате и донео правилне закључке. Резултати истраживања су потврдили хипотезе, од којих је кандидат пошао, а то је да ће испољеност особина плодности бити боља код крава домаће популације, док ће увежана грла сименталске расе имати боље испољене производне и морфометријске особине од грла домаћег порекла, гајених у истим условима. Такође је једна од претпоставки да начин држања (различити услови држања, неге и исхране) утичу на испољавање производних и репродуктивних особина код крава истог порекла.

Кандидат је овим радом у потпуности реализовао све што је предвиђено Пријавом докторске дисертације, односно позитивно оцењеним Извештајем о оцени пријаве за који је ДАТА САГЛАСНОСТ на предлог теме докторске дисертације (бр. 61206-1257/2-14 од 18.03.2014.) од стране Већа научних области биотехничких наука, Универзитета у Београду, а на захтев Пољопривредног факултета (бр. 277/5-4.2 од 25.12.2013.).

На основу свега изнетог, Комисија предлаже Наставно–научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да прихвати позитивну оцену докторске дисертације Драгана Никшића, дипл. инж., под насловом " РЕПРОДУКТИВНЕ И ПРОИЗВОДНЕ ОСОБИНЕ И ГЕНЕТСКИ ПОЛИМОРФИЗАМ  $\kappa$ -КАЗЕИНА И  $\beta$ -ЛАКТОГЛОБУЛИНА ДОМАЋЕ И УВЕЖЕНЕ ПОПУЛАЦИЈЕ КРАВА СИМЕНТАЛСКЕ РАСЕ" и одобри кандидату јавну одбрану.

Чланови Комисије:

Др Предраг Перишић, ванредни професор  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет  
УНО: Одгајивање и репродукција домаћих и гајених животиња

Др Владан Богдановић, редовни професор  
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет  
УНО: Опште сточарство и оплемењивање домаћих и гајених животиња

Др Влада Пантелић, виши научни сарадник  
Институт за сточарство, Београд Земун  
Ужа научна дисциплина: Говедарство)

Др Јелена Поповић, научни сарадник  
Универзитет у Београду, Институт за молекуларну  
генетику и генетичко инжењерство  
УНО: Молекуларна генетика

Др Денис Кучевић, ванредни професор  
Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет  
УНО: Сточарство

Прилог:

Maletić, M., Aleksić, N., Vejnović, B., **Nikšić, D.**, Kulić, M., Đukić, B., Ćirković, B. (2016): Polymorphism of  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin genes in Busha and Holstein Friesian dairy cows in Serbia, Mljekarstvo 66 (3), 198-205.