

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

Датум: 06.10.2016.

Предмет: Извештај Комисије за оцену урађене докторске дисертације
Младена Поповца, дипл. инж.

Одлуком Наставно-научног већа Факултета од 26.09.2016. године (Одлука број 33/11-4.4.), именовани смо у Комисију за оцену урађене докторске дисертације под насловом: "**ФЕНОТИПСКА И ГЕНЕТСКА ВАРИЈАБИЛНОСТ ПРОИЗВОДНИХ И ОСОБИНА ДУГОВЕЧНОСТИ КРМАЧА**", кандидата Младена Поповца, дипл. инж., па после прегледа завршене докторске дисертације, подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Докторска дисертација Младена Поповца, написана је на укупно 178 страна (проред 1,5) у оквиру којих је приказано 44 табеле и 2 графикона. Поред овога, она садржи 21 прилог приказан у посебном поглављу по појединачним особинама и припадајућим моделима коришћеним за њихову анализу. У овој дисертацији цитирано је укупно 117 литературних извора.

Докторска дисертација садржи: Насловну страну на српском и енглеском језику; Информације о ментору и члановима комисије; Резиме на српском и енглеском језику; Садржај; Текст по поглављима; Литературу; Прилоге; Биографију и Изјаве. Текст дисертације садржи следећа поглавља: Увод (1-2. стр.), Преглед литературе (3-59. стр.), Материјал и метод истраживања (60-75. стр.), Резултати истраживања и дискусија (76-144. стр.) и Закључак (145-153. стр.). После текста по поглављима следе : Литература (154-164. стр.), Прилози (165-173. стр.), Биографија (174. стр.), Изјава о ауторству (175. стр.), Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације (176. стр.) и Изјава о коришћењу (177-178. стр.).

2. ПРИКАЗ И АНАЛИЗА ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Увод - У овом поглављу истакнуто је у којој мери производња у свињарству зависи од свих група економски важних особина ове врсте домаћих животиња. Наглашено је да је последњих неколико деценија у популацијама свиња у Републици Србији учињено значајано унапређење особина пораста, искоришћавања хране и квалитета трупа свиња, док су особине величине легла углавном стагнирале или имале негативан тренд, а особине дуговечности крмача уопште нису биле у фокусу одгајивача, нити се на основу њих спроводила селекција.

Један од основних предуслова за генетско унапређење производних особина свиња је што прецизнија оцена наследности, односно рашчлањивање генетских и негенетски

утицаја на њихову испољеност и варијабилност, што пружа могућност да се неком од референтних метода (BLUP (AM) - Best Linear Unbiased Prediction (Animal Model), метод селекцијских индекса) процени генетски потенцијал животиња за одређени правац производње. Разлике у погледу наследности производних особина свиња су један од разлога за неједнак успех селекције који је реализован у претходном периоду код појединих група особина, а утицале су и на избор методолошког поступка за оцену компоненти варијансе и тачност оцене наследности. Као "метод избора" у овом смислу за производне особине које карактерише нормална дистрибуција (особине пораста, квалитета трупа, величине легла и сл.) данас се најчешће примењује метод ограничене највеће вероватноће - REML (Restricted Maximum Likelihood), док се код особина које немају нормалну расподелу (особине дуговечности) осим овог користе и други, по неким ауторима погоднији методи, попут метода анализе преживљавања (Survival Analysis). Он омогућава прецизнију оцену компоненти варијансе, јер може сагледати и неке утицаје као што су временски зависне варијабле, које линеарни методи не могу као такве уважити, што може да допринесе прецизнијој оцени компоненти варијансе и потом успешнијем генетском напретку код ових особина.

На крају поглавља истакнут је циљ истраживања који је произашао из потребе да се што тачније оцене компоненте варијансе за особине пораста и квалитета трупа назимица, особине величине легла и особине дуговечности крмача како би се проценили услови за потенцијалну процену приплодне вредности назимица и крмача у популацији свиња у којој је изведено истраживање.

2.2. Преглед литературе - Кандидат је у овом поглављу дао приказ резултата истраживања других аутора која су у блиској вези са циљем и предметом његове дисертације, при чему је користио 117 литературних извора.

Расположиви извори литературе су груписани и приказани у оквиру четири потпоглавља и то: 2.1. *Варијабилност и наследност особина пораста и квалитета трупа перформанс тестираних назимица*; 2.2. *Варијабилност и наследност броја живорођене прасади у леглу крмача*; 2.3. *Варијабилност и наследност особина дуговечности крмача*; 2.4. *Генетска и фенотипска повезаност особина пораста и квалитета трупа, броја живорођене прасади и особина дуговечности крмача* и више потпоглавља у оквиру њих.

Кандидат је у првом потпоглављу посебну пажњу посветио фенотипској и генетској варијабилности особина које се прате у перформанс тесту назимица. Оне се по својој суштини и карактеру могу поделити у две групе. Прву групу чине особине пораста и ту спадају просечан дневни прираст (животни или остварен у тесту), узраст на крају теста (трајање това) и конверзија хране, док другу групу производних особина назимица представљају особине квалитета трупа, које показују удео и однос појединих ткива у трупу, а то су пре свега дебљина леђне сланине (измерена на различитим местима на телу), затим дубина MLD - а (*m. longissimus dorsi* – а) и проценат меса у трупу. Ово потпоглавље је подељено у неколико потпоглавља у којима су анализирани литературни подаци за сваку од особина из ове групе које су биле предмет истраживања у дисертацији (од 2.1.1. до 2.1.5.). У утицаје околине који доводе до варирања животног дневног прираста назимица убрајају се: година и сезона или комбинација године и сезоне рођења или краја теста назимице, регресијски утицај масе на крају теста, фарма на којој су назимице гајене и утицај легла у коме су назимице рођене/гајене. Са друге стране, генетске утицаје представљају: генотип назимице, утицај родитеља и директни адитивни генетски утицај назимице (приплодна вредност назимице). Кандидат је приказао да су у

истраживањима различитих аутора поменути утицаји на различите начине, у погледу статистичке значајности и карактера утицаја, доводили до варирања ове особине. Наследност дневног прираста назимица у приказаним литературним изворима се кретала од 0,11 до 0,46, док је утицајем легла у коме су назимице рођене/гајене било објашњено од 8 до 33 % укупне фенотипске варијабилности ове особине. На варирање трајања това (узраста на крају теста) утичу практично исти генетски и фактори околине као и на дневни прираст, што проистиче из функционалне зависности ових особина, на шта указују приказани резултати истраживања различитих аутора. Коефицијенти херитабилитета за трајање това код назимица су се кретали у интервалу од 0,00 до 0,60 у зависности од истраживања. Особине квалитета трупа варирају под истим утицајима као и особине пораста назимица, што се објашњава чињеницом да се њихов фенотип реализује у исто време и да је остварени дневни прираст резултат раста ткива која одређују квалитет трупа (првенствено мишићног и масног). Удео адитивне генетске у укупној фенотипској варијанси дебљине сланине у приказаним изворима литературе био је од 0,01 до 0,78 док је удео варијансе проузрокован утицајем легла у коме су назимице рођене/гајене износио од 1 до 19 %. Коефицијенти наследности за дубину MLD - а износили су од 0,05 до 0,51, а за проценат меса у трупу од 0,1 до 0,75 у анализираним истраживањима приказаним у одговарајућим потпоглављима.

У другом потпоглављу (2.2.) приказани су резултати већег броја аутора који су испитивали варијабилност броја живорођене прасади у леглу крмача. Особине величине легла спадају у групу нисконаследних особина, а детерминација утицаја околине је доста отежана. Из ових разлога је код ове групе особина постигнут најмањи генетски напредак у претходном периоду. Број живорођене прасади у леглу може да варира под утицајем бројних фактора, које је неопходно сагледати и укључити у моделе како би се што прецизније оценила генетска компонента варијансе, односно наследност ове особине. Фактори варијабилности ове особине могу бити: редослед прашења, година и сезона успешног припуста или прашења, генотип крмаче и легла, старост крмаче при прашењу, отац легла, отац крмаче, трајање претходне лактације, трајање периода од залучења претходног легла до успешне оплодње, легло у коме је крмача рођена/гајена, перманентни утицај крмаче, адитивни утицај крмаче и други. Истраживања бројних аутора показују различит карактер и интензитет набројаних утицаја на варијабилност ове особине. Коефицијенти херитабилитета су се кретали у интервалу од 0,04 до 0,22, удео перманентног утицаја крмаче у укупној фенотипској варијанси био је од 3 до 12 %, док је случајним утицајем легла у коме су крмаче рођене/гајене било појашњено од 0 до 5 % укупне варијабилности броја живорођене прасади, како говоре приказани резултати истраживања различитих аутора.

Треће потпоглавље (2.3.) садржи приказ радова већег броја истраживача који се односе на варијабилност и наследност особина дуговечности крмача. Ова група особина крмача још увек није довољно заступљене у одгајивачко – селекцијским програмима, упркос њиховом значају. Поседовање дуговечних женских приплодних грла са високом животном производњом данас представља тежњу комерцијалних произвођача свиња, јер повећање дужине искоришћавања крмача у једном запату смањује инвестиције у производњу преко смањења процента замене матичног дела запата. Поред тога, запати са нижим процентом излучених крмача, имају већу годишњу продуктивност због мањег удела првопраскиња за које се зна да имају мању плодност у поређењу са старијим крмачама. Особине дуговечности крмача које су биле предмет ове дисертације биле су

дужина продуктивног живота крмача, укубан број прашења у току продуктивног живота и укупан број живорођене прасади у току продуктивног живота, а варијабилност и наследност ових особина била је приказана у посебним потпоглављима (2.3.1. до 2.3.3.).

У четвртом потпоглављу (2.4.) приказани су резултати истраживања већег броја аутора који су се односили на генетску и фенотипску повезаност испитиваних група особина. Она је била различите јачине и смера у различитим литературним изворима у зависности од тога између којих особина је утврђивана.

2.3. Материјал и метод истраживања - Ово поглавље кандидат је детаљно приказао кроз два потпоглавља и то: 3.1. *Линеарни метод* и 3.2. *Анализа преживљавања*.

Према постављеном циљу истраживања су спроведена на фарми свиња компаније "ИМЕС" у Падинској Скели у Републици Србији. Почетни сет података садржао је производне податке за 16833 крмача различитих генотипова које су гајене на овој фарми у периоду од 25 година. После субселекције података, на основу релевантних критеријума, дошло се до коначног сета података који је садржао потпуне податке за 4768 крмача које су рођене и производиле у периоду од 17 година. Од укупног броја крмача чије су особине анализиране, 2876 грла било је расе шведски ландрас (ŠL), а 1892 грла биле су крмаче мелези F1 генерације и то комбинације укрштања где су мајке биле расе ŠL, а очеви расе велики јоркшир (VJ).

Анализиране су три групе особина: особине пораста и квалитета трупа (животни дневни прираст - ŽDP, узраст на крају теста - UKT, дебљина сланине - DS, дубина MLD - а - DM, проценат меса у трупу - PM), особине величине легла (број живорођене прасади - VŽP) и особине дуговечности (дужина продуктивног живота - DPŽ, укупан број прашења - UBP, укупан број живорођене прасади - UBŽP).

План истраживања захтевао је формирање педигре фајла, неопходног за испитивање адитивног утицаја животиње у оцени генетских параметара применом REML методе и анализе преживљавања. Провера података у педигре фајлу и утврђивање укупног броја животиња у њему обављени су применом програмског пакета "Pedigree Viewer 6.5" (Kinghorn, 1994). Укупан број животиња у педигре фајлу износио је 5666, број животиња са производним подацима износио је 4768, број предака био је 898, док је број тзв. базних животиња износио 287 што је 5,07 % од укупног броја животиња обухваћених подацима о пореклу.

3.1. *Линеарни метод* - Испитивање варијабилности особина линеарним методама изведено је по принципу "корак по корак" (*step by step*), који је подразумевао прво развој и анализу тзв. систематског дела модела кога чине фиксни и регресијски утицаји. Методом најмањих квадрата и применом процедуре општег линеарног модела - GLM (Generalized Linear Model) уз употребу програмског пакета "SAS/STAT" (SAS Inst. Inc., 2010), испитани су систематски утицаји и на основу тога је извршен избор оних који су статистички значајно доводили до варирања особина и који су на основу тога укључени у коначне (мешовите) моделе на основу којих су оцењене вредности генетских параметара испитиваних особина.

За анализу фенотипске варијабилности особина пораста и квалитета трупа назимица (ŽDP, DS, DM, PM) конструисан је модел који је обухватио следеће систематске утицаје: генотип, сезона краја теста дефинисана интеракцијом године и месеца и линеарни регресијски утицај масе на крају теста. Систематски део модела за оцену варијабилности узраста на крају теста (UKT) није обухватио утицај завршне масе јер је претходно спроведена корекција на стандардну масу у тову од 100 kg. Број живорођене прасади у

леглу (BŽP) анализиран је систематским делом модела који је омогућио истовремену анализу варијабилности у леглима првопраскиња и старијих крмача, што је захтевало посебну припрему података за анализу која је произашла из чињенице да неки од утицаја нису могли, из биолошких разлога, да буду испољени код првопраскиња. Конструисаним моделом били су обухваћени следећи систематски утицаји: прашење по реду, сезона успешног припуста (као интеракција године и месеца), генотип, отац легла, квадратни регресијски утицај старости при прашењу угњежђен у оквиру прашења по реду, класа трајања претходног периода од залучења до оплодње (само код старијих крмача) и линеарни регресијски утицај трајања претходне лактације (само код старијих крмача). Особине дуговечности крмача (DPŽ, UBP, UBŽP) анализиране су систематским делом модела у кога су били укључени генотип легла, сезона првог успешног припуста (као интеракција године и месеца), број живорођене прасади у првом леглу и линеарни регресијски утицаји коригованог узраста на крају перформанс теста, кориговане дебљине сланине на крају перформанс теста и старости при првом прашењу.

За оцену генетских и фенотипских варијанси и коваријанси посматраних особина коришћен је REML метод применом већег броја једноособинских (ST – Single Trait) или вишеособинских модела (MT – Multiple Trait) у програмском пакету "VCE – 6" (Groeneveld *et al.*, 2010), док је припрема података за анализу у претходно наведеном софтверу, која је подразумевала тзв. кодирање података, спроведена уз помоћ програмског пакета "PEST" (Groeneveld *et al.*, 1990). Коришћен је низ комбинација вишеособинских модела уз уважавање селекцијских принципа, како би се утврдиле вредности коефицијената херитабилитета и корелација у зависности од врсте и броја особина које су биле укључене у модел. Мешовити модели коришћени за анализу особина пораста и квалитета трупа (ŽDP, DS, DM, PM) и особина дуговечности (DPŽ, UBP, UBŽP) су, поред систематских утицаја који су статистички значајно доводили до њиховог варирања, садржали и случајан утицај легла у коме су назимице рођене/гајене, као и директан адитивни генетски утицај животиње, док је мешовити модел коришћен при анализи броја живорођене прасади у леглу садржао и перманентни утицај крмаче, као случајан.

3.2. *Анализа преживљавања* - Анализа преживљавања послужила је да се испита ниво ризика за искључење крмача из репродукције под утицајем појединих фактора који проузрокују варијабилност особина дуговечности крмача (DPŽ, UBP, UBŽP), како би се установљени ризик по појединим факторима укључио у оцену варијанси, у циљу добијања што тачније оцене коефицијента херитабилитета за особине из ове групе.

Структура и обим података који су анализирани методологијом анализе преживљавања били су исти као и код линеарних метода анализе, са том разликом што су подаци по форми прилагођени за обраду у програмском пакету "Survival kit v6. 0." (Ducrocq *i sar.*, 2010), у оквиру кога је коришћен Вејбул регресиони модел (Weibull Regression Model) који уважава и случајне генетске и негенетске утицаје, тзв. "*Frailty model*".

Сам процес анализе спроведен је по принципу процедуре "корак по корак", тако што је прво установљен ниво ризика по фиксним и регресијским утицајима, а потом је конструисан мешовити модел који је садржао поред фиксних и регресијских утицаја за које је утврђено да носе статистички значајан ризик и случајне утицаје. При конструкцији систематског дела модела укључени су сви они утицаји који су били укључени и у линеарним моделима анализе ове групе особина, али и неки други за које се претпоставило да могу испољити утицај на особине дуговечности, а није постојала

могућност њиховог укључивања у линеарне методе анализе. Тако су они утицаји који се понављају и мењају у току живота у процес анализе преживљавања укључени као временски зависне варијабле, што овај методолошки поступак омогућује. Систематски део мешовитих модела којима је оцењена генетска компонента варијансе за UBP и DPŽ анализом преживљавања садржао је временски независан утицај генотипа, временски зависан утицај сезоне успешног припуста (као интеракција године и месеца), временски зависан утицај броја живорођене прасади у леглу, временски зависан утицај класе трајања периода залучење - оплодња, временски независан утицај кориговане дебљине сланине, линеарни регресијски независан утицај коригованог узраста на крају перформанс теста, линеарни регресијски независан утицај старости при првом прашењу и линеарни регресијски временски зависан утицај трајања претходне лактације (овај утицај био је изостављен при анализи DPŽ), док је случајан део модела при анализи свих особина дуговечности био представљен директним адитивним временски независним утицајем животиње.

2.4. Резултати истраживања и дискусија - Резултати истраживања и дискусија приказани су у десет потпоглавља систематизованих према групама особина, нивоу анализе и примењеним методским поступцима. Табеларни прикази резултата су прегледни, док је текстуални део јасан и концизан.

У првом потпоглављу (4.1.) приказани су резултати анализе систематског дела модела за особине пораста (ŽDP, UKT) и квалитета трупа (DS, DM, PM). Просечна испољеност ових особина у анализираној популацији износила је: ŽDP - 525,51 g/дан, UKT - 189,53 дана, DS - 14,50 mm, DM - 47,43 mm и PM - 56,44 %. Све посматране особине варирале су статистички врло високо значајно под утицајем генотипа (осим DM, $P > 0,05$), сезоне краја теста и масе на крају теста (осим UKT, овај утицај није испитиван). Разлике између просечних вредности особина пораста између назимица различитог генотипа (ŠL и F1) су биле релативно мале (ŽDP - 523,40 према 528,71 g/дан; UKT - 190,31 према 188,33 дана) али указују на то да су назимице мелези оствариле нешто интензивнији пораст у тесту. Са друге стране разлике у просечним вредностима особина квалитета трупа говоре да се ово повећање интензитета пораста негативно одразило на њихову меснатост (DS - 13,95 према 15,32 mm; PM - 56,96 према 55,65 %). Утврђени линеарни регресиони коефицијенти показују да су се вредности ŽDP, DS и DM повећавале са повећањем завршне масе у тесту од 1 kg за 3,77 g, 0,08 mm и 0,09 mm, док се PM смањивао за 0,06 %.

Просечан број живорођене прасади у леглу (потпоглавље 4.2.) износио је 10,31. Статистички врло високо значајан ($P < 0,001$) утицај на варирање ове особине испољили су прашење по реду, генотип, отац легла, старост при прашењу и трајање претходне лактације, док је утицај сезоне успешног припуста био статистички високо значајан ($P < 0,01$). Величина легла код плоткиња се повећавала по узастопним паритетима тако да је у првом, другом и каснијим прашењима просечно износила 9,36, 10,04 и 10,66 живорођене прасади. Просечна испољеност ове особине се разликовала и у леглима плоткиња различитог генотипа (ŠL и F1) и износила је 10,08 према 10,64 прасади. Утицај класе дужине трајања интервала залучење - оплодња показао је да су највећи број живорођене прасади у леглу имале плоткиње које су успешно оплођене четвртог дана по залучењу (10,87) и плоткиње које су регуларно поваћале и код којих је трајање овог интервала било од 24 до 32 дана (10,88).

У трећем потпоглављу (4.3.) приказани су резултати анализе систематског дела модела за особине дуговечности крмача применом линеарног метода. Просечна испољеност DPŽ, UBP и UBŽP износила је 739,92 дана, 5,14 прашења и 52,85 живорођене прасади. Сви детерминисани утицаји у моделу су статистички врло високо значајано ($P < 0,001$) доводили до варирања ових особина. Разлике у просечној испољености особина дуговечности између плоткиња два генотипа (ŠL и F1) су биле знатне и износиле су: DPŽ - 696,88 према 804,52 дана, UBP - 4,88 према 5,52 прашења и UBŽP - 49,02 према 58,61 живорођене прасади. Најдужи продуктивни живот (838,94 дана) су имале крмаче које су имале 14 живорођене прасади у првом леглу, док су најмање дуговечне (379,00 дана) биле крмаче са једним живорођеним прасетом у првом прашењу. Повећање узраста назимица за 1 дан при телесној маси од 100 кг доводило је до повећања DPŽ, UBP и UBŽP у просеку за 2,22 дана, 0,02 прашења и 0,14 прасади. Уколико се дебљина сланине на крају теста повећавала за 1 mm то је доводило до повећања DPŽ, UBP и UBŽP за 20,05 дана, 0,13 прашења и 1,41 прасади просечно. За разлику од претходна два утицаја повећање старости при првом прашењу за 1 дан доводило је до смањења просечне испољености посматраних особина дуговечности за 0,88 дана, 0,01 прашења и 0,05 прасади, према претходно наведеном редоследу особина.

Резултати анализе систематског дела модела за особине дуговечности применом анализе преживљавања приказани су у четвртном потпоглављу (4.4.). Ризик од излучења крмача из репродукције за све особине дуговечности (DPŽ, UBP, UBŽP) је био статистички врло високо значајан ($P < 0,001$) по свим утицајима укљученим у модел за анализу, осим за ДПЖ под утицајем трајања претходне лактације.

Утврђени Вејбул регресиони параметри показали су да су крмаче расе ŠL у односу на крмаче мелезе имале за 11 % већи ризик за краће трајање DPŽ и по 14 % већи ризик за мањи UBP и UBŽP.

Вредности овог параметра за особине дуговечности крмача, када је реч о њиховој зависности од броја живорођене прасади у леглу, показују да највећи ризик излучења (5,80) за краћи DPŽ имају крмаче које нису имале живорођене прасади у леглу, док најмањи ризик (0,56) за искључење, односно трајање DPŽ, имају крмаче са 13 живорођене прасади у леглу. Најмањи ризик излучења (0,59) за UBP су имале крмаче када су у леглу имале 18 живорођене прасади, а највећи ризик излучења (4,54) за UBP имале су крмаче са 0 живорођене прасади у леглу. Када је у питању ризик од искључења за UBŽP он је био најмањи (0,44) код крмача које су у леглу имале 15 живорођених прасади, а највећи ризик (4,35) су имале крмаче са 4 живорођена прасета.

Најмањи ниво ризика излучења (0,89) за DPŽ у зависности од дужине трајања интервала залучење – оплодња, имале су крмаче када је овај интервал трајао 4 дана (класа 2), док су највећи ризик излучења (1,12) за DPŽ имале крмаче када је овај интервал трајао више од 32 дана (класа 10). Дужина трајања интервала од залучења легла до наредне успешне оплодње крмаче утицала је тако, да су крмаче које су успешно оплођене у прва четири дана по залучењу легла имале најмањи ризик излучења (0,87) за UBP, док су највећи ризик излучења (1,64) за UBP имале крмаче када су биле оплођене после 32 дана по залучењу претходног легла. Најмањи ризик излучења (0,79) који је установљен на основу вредности UBŽP имале су крмаче код којих је интервал залучење – оплодња трајао 4 дана (класа 2), док су највећи ризик излучења (1,18) за UBŽP имале крмаче када им је овај интервал био у оквиру класе 10 (>32 дана).

Просечна дебљина сланине на крају перформанс теста утицала је на вредност Вејбул регресионих коефицијената на тај начин да су најмањи ризик излучења (0,88) за DPŽ имале крмаче које су имале просечну дебљину сланине од 19 mm, док су највећи ризик излучења (1,10) за DPŽ имале крмаче које су као назимице имале просечну дебљину сланине од 8 mm. Најмањи ризик излучења (0,52) за UBP имале су назимице код којих је дебљина сланине при маси од 100 kg била 24 mm, док су највећи ризик излучења (1,34) за UBP имале назимице са дебљином сланине од 8 mm.

Резултати анализе компоненти варијансе посматраних особина до којих се дошло REML методом применом модела са једном особином приказани су у петом потпоглављу (5.5.). Коефицијенти херитабилитета особина пораста (ŽDP, UKT) износили су 0,06 и 0,24, док је утицајем легла у коме су назимице биле рођене/гајене било појашњено 45 и 13% укупне варијабилности ових особина. Особине квалитета трупа (DS, DM, PM) варирале су под утицајем адитивне генетске компоненте у износу од 52, 6 и 51 %, док је удео укупне варијабилности ових особина објашњен утицајем легла износио 0,06, 0,06 и 0,07. Удео наследне компоненте, утицаја легла и перманентног утицаја крмаче у укупној фенотипској варијабилности ВŽР износио је 0,07, 0,03 и 0,07. Коефицијенти наследности особина дуговечности крмача (DPŽ, UBP, UBŽР) утврђени линеарним методом износили су 0,10, 0,10 и 0,11. Утицајем легла појашњено је 1, 1 и 2 % укупне варијабилности ових особина.

У шестом потпоглављу (5.6.) приказани су коефицијенти херитабилитета за особине дуговечности утврђени анализом преживљавања применом модела са једном особином. Наследност DPŽ, UBP и UBŽР утврђена овим методским поступком износила је 0,08, 0,07 и 0,15.

За анализу случајног дела модела REML методом применом модела са две особине у седмом потпоглављу (5.7.), на основу релевантних селекцијских критеријума, извршен је избор по једне особине пораста (UKT) и квалитета трупа (PM). Коефицијенти херитабилитета износили су 0,25 и 0,51, док је утицајем легла било појашњено 13 и 7 % укупне варијабилности ових особина.

У модел за анализу случајног дела модела REML методом применом модела са три особине (потпоглавље 5.8.) поред UKT и PM укључен је и ВŽР. Удео адитивне генетске компоненте варијансе у укупној код ових особина утврђен применом овог модела износио је 0,25, 0,51 и 0,07. Утицајем легла у коме су плеткиње рођене/гајене објашњено је 13, 7 и 2 % укупне варијабилности ових особина. Удео перманентног утицаја крмаче у укупној варијанси код ВŽР износио је 0,07.

Модел са четири особине за анализу случајног дела модела REML методом садржао је UKT, PM, ВŽР и DPŽ (потпоглавље 5.9.). Херитабилитети посматраних особина утврђени применом овог модела били су 0,25, 0,51, 0,13 и 0,25, удео утицаја легла у фенотипској варијанси износио је 0,13, 0,07, 0,04 и 0,08, док је удео перманентног утицаја крмаче код ВŽР износио 0,03.

У десетом потпоглављу (5.10.) приказана је генетска и фенотипска повезаност особина пораста (ŽDP, UKT) и квалитета трупа (DS, DM, PM), броја живорођене прасади (ВŽР) и особина дуговечности (DPŽ, UBP, UBŽР). Повезаност између ŽDP и UKT на генетском и фенотипском нивоу ($r_g = -1,00$ и $r_p = -0,99$) је била потпуна, негативна и статистички високо значајна ($P < 0,01$). Генетска повезаност UKT са особинама квалитета трупа била је статистички високо значајна ($P < 0,01$) и у категорији јако слабе, али различитог предзнака (DS: $r_g = 0,11$, DM: $r_g = -0,16$, PM: $r_g = -0,11$), док на фенотипском нивоу није постојала, а предзнаци утврђених корелационих коефицијената су били

различити (DS: $r_p = -0,06$, DM: $r_p = 0,02$, PM: $r_p = 0,07$), док је у поглед у статистичке значајности била значајна ($P < 0,01$; DS и PM) или не ($P > 0,05$; DM).

Међусобна повезаност особина квалитета трупа на генетском нивоу је била статистички високо значајна ($P < 0,01$), различитог смера и јачине. Генетска корелација PM са DS је била потпуна негативна ($r_g = -1,00$), а са DM позитивна и јака ($r_g = 0,46$). На фенотипском нивоу повезаност између ових особина истим редоследом је износила $r_p = -0,97$ и $r_p = 0,35$ и исте статистичке значајности ($P < 0,01$).

Генетска корелација ВŽР и особина дуговечности је била статистички високо значајна ($P < 0,01$) и кретала се од врло јаке позитивне (DPŽ: $r_g = 0,88$, UBP: $r_g = 0,87$) до потпуне (UBŽР: $r_g = 0,95$). На фенотипском нивоу повезаност је била слаба (DPŽ: $r_p = 0,29$, UBP: $r_p = 0,28$, UBŽР: $r_p = 0,38$) и статистички високо значајна ($P < 0,01$).

Међусобна повезаност особина дуговечности била је позитивна, потпуна и статистички високо значајна ($P < 0,01$) и на генетском и на фенотипском нивоу. Генетска је између свих особина износила 0,98, а фенотипска се кретала од 0,96 (DPŽ:UBŽР) до 0,97 (UBP:UBŽР).

2.5. Закључак - Кандидат је на основу добијених резултата извео закључке које је приказао према групама спроведених анализа.

Просечна испољеност особина пораста и квалитета трупа назимица (ŽDP, UKT, DS, DM, PM) редоследом како су особине наведене била је следећа: 525,51 g/дан; 189,53 дана; 14,5 mm; 47,43 mm; 56,44 %. Генотип назимица је статистички значајно утицао на варијабилност ŽDP, UKT, DS, и PM, али није испољио значајан утицај на варијабилност DM. Крмаче чисте расе у односу на крмаче F1 мелезе имале су мање вредности ŽDP и DS, а веће вредности UKT и PM. Сезона краја перформанс теста назимица дефинисана интеракцијом године и месеца, испољила је статистички значајно деловање на варијабилност свих анализираних особина утврђених на крају перформанс теста (ŽDP, UKT, DS, DM, PM). Линеарни регресијски утицај телесне масе на крају перформанс теста је статистички значајно доводио до варирања ŽDP, DS, DM и PM, тако што су се вредности ŽDP, DS и DM повећавале са повећањем телесне масе, а вредност PM се смањивала.

Просечан број живорођена прасади у леглу код испитиваних крмача износио је 10,31. Редни број прашења (треће и остала прашења обједињена у једну класу) је статистички значајно утицао на варијабилност ВŽР код испитиваних крмача, тако што се вредност ове особине повећавала са повећањем редоследа прашења. Варијабилност ВŽР била је статистички значајно условљена и сезоном успешног припуста дефинисаном као интеракција године и месеца припуста. Генотип крмаче је испољио статистички значајно деловање на варијабилност ВŽР, при чему су крмаче F1 мелези имале боље резултате плодности мерене ВŽР у односу на крмаче чисте расе. Класа интервала залучење оплодна испољила је статистички значајно деловање на ВŽР у наредном леглу крмача (осим првопраскиња), где су највише живорођене прасади у леглу имале плоткиње код којих је овај интервал трајао 4 или између 24 и 32 дана.

Просечне вредности особина дуговечности код испитиваних крмача биле су: DPŽ – 739,92 дана, UBP – 5,14 легала и UBŽР – 52,85 живорођене прасади. Генотип крмаче је испољио статистички значајно деловање на варијабилност свих испитиваних особина дуговечности (DPŽ, UBP, UBŽР), при чему су крмаче мелези биле дуговечније у односу на крмаче чисте расе, без обзира на начин на који је дуговечност била дефинисана. Број живорођене прасади у првом леглу утицао је статистички значајно на остварену

дуговечност (DPŽ, UBP, UBŽP) код испитиваних крмача. Крмаче са 14 живорођене прасади у првом леглу оствариле су најбоље резултате дуговечности приказане кроз све три анализиране особине, при чему је постојала тенденција повећања дуговечности са повећањем ВŽР у првом леглу. Линеарни регресијски утицај узраста назимица при маси од 100 кг био је статистички значајан за варијабилност све три особине дуговечности (DPŽ, UBP, UBŽP), указујући на тенденцију повећања дуговечности крмача са повећањем узраста при наведеној телесној маси. Старост при првом прашењу дефинисана као линеарна регресија утицала је статистички значајно на варијабилност DPŽ, UBP и UBŽP, при чему је утврђено да су млађе првопраскиње биле дуговечније у односу на оне старије.

Генотип крмача је статистички значајно утицао на ризик излучења за све особине дуговечности (DPŽ, UBP, UBŽP), тако што су крмаче мелези имале мањи ризик за све три анализиране особине дуговечности. Сезона успешног припуста укључена као временски зависан утицај испољила је статистички значајно деловање на ризик излучења за све анализиране особине дуговечности крмача (DPŽ, UBP, UBŽP). Број живорођене прасади у леглу анализираних крмача је такође статистички значајно утицао на ниво ризика излучења код DPŽ, UBP и UBŽP крмача, са тенденцијом његовог смањења са повећањем броја живорођене прасади у леглу. Класа трајања интервала залучење – оплодна утицала је статистички значајно на ризик излучења за све испитиване особине дуговечности, тако што је дуже трајање овог интервала повећавало ризик за искључење крмача. Просечна дебљина сланине назимица при маси од 100 кг је такође била статистички значајан фактор ризика излучења за анализиране особине дуговечности крмача (DPŽ, UBP, UBŽP), при чему су крмаче са тањом сланином у просеку имале већи ризик искључења у односу на крмаче са дебљом сланином. Узраст назимица коригован на масу од 100 кг испољио је статистички значајан утицај на ризик излучења за DPŽ, UBP и UBŽP, тако да се са повећањем узраста при наведеној маси смањивао ризик за излучење код све три наведене особине дуговечности крмача. Старост при првом прашењу је испољила статистички значајно деловање на ризик излучења за DPŽ, UBP и UBŽP, тако што су старије првопраскиње имале мањи ризик за искључење, односно већу дуговечност изражену кроз све три анализиране особине. Трајање лактације није значајно утицало на ризик излучења за DPŽ, али је значајан фактор ризика излучења било за UBP и UBŽP. Ризик за искључење код UBP крмача се повећавао са продужењем трајања лактације, док се ризик за UBŽP смањивао код дужих лактација.

Директним адитивним утицајем животиње објашњено је 6 % укупне варијабилности ŽDP, док је легло у коме су назимице рођене/гајене утицало са 45 % на укупну варијабилност ове особине. У укупној фенотипској варијанси UKT директни адитивни утицај животиње учествовао је са 24 %, а легло у коме су назимице рођене/гајене са 13 %. Варијабилност DS била је условљена са 52 % директним адитивним утицајем, док је легло рођења/гајења назимица условљавало 6 % укупне варијабилности ове особине. Наследна компонента варијансе и легло у коме су назимице рођене/гајене за DM учествовали су са по 6 % у укупној варијанси ове особине. Директним адитивним утицајем објашњено је 51 %, а леглом у коме су назимице рођене/гајене, 7 % укупне варијансе PM. Варијабилност ВŽР била је условљена 7 % са директним адитивним утицајем, са 3 % леглом у коме су крмаче рођене/гајене и са 7 % перманентним утицајем крмаче. У варијабилности дуговечности крмача исказане као DPŽ наследни фактор учествовао је са 10 %, а легло у коме су крмаче рођене/гајене, са 1 %. У укупној варијанси UBP крмача директни адитивни утицај је узроковао 10 %, а легло у коме су крмаче рођене/гајене 1 % укупне

варијабилности ове особине. Варијабилност UBŽP била је условљена са 11 % директним адитивним утицајем, а са 2 %, леглом у коме су крмаче рођене гајене.

Користећи методологију анализе преживљавања утврђени херитабилитет за DPŽ износио је 8 %, што је нешто нижа вредност у односу на вредност која је оцењена REML методом. Херитабилитет за UBP износио је 7 %, што је такође нешто нижа вредност херитабилитета у односу на вредност која је за ову особину оцењена REML методом. Наследни фактор у испољавању UBŽP учествовао је са 15 %, што је за око 4 % већа вредност у односу на вредност оцењену REML методологијом.

На основу модела са две особине утврђено је да је директни адитивни ефекат учествовао са 25 %, а легло у коме су назимице рођене/гајене са 13 % у укупној варијабилности UKT. Варијабилност PM код перформанс тестираних назимица била је условљена 51 % са директним адитивним утицајем, а 7 % са леглом у коме су назимице рођене/гајене. Оцењене вредности компоненти варијансе за UKT и PM у моделу са две особине биле су готово идентичне као и вредности које су оцењене на основу модела који су садржали само по једну особину, што је један од показатеља доброг одабира (комбинације) особина на основу којих би се вршила потенцијална селекција назимица.

На основу анализе случајног дела модела који је садржао три особине (UKT, PM, VŽP), утврђено је да је укупна варијабилност UKT код назимица условљена са 25 % директним адитивним утицајем, а са 13 % леглом у коме су назимице рођене/гајене. Директним адитивним утицајем у моделу са три особине објашњен је 51 %, а леглом рођењагајења назимица, 7 % укупне варијабилности PM. На варијабилност VŽP са 7 % утицала је наследна основа крмаче, са 2 % легло у коме је крмача рођена гајена и са 7% перманентни утицај крмаче.

У моделу у који су биле укључене четири особине (UKT, PM, VŽP, DPŽ) оцењено је да је генетска компонента варијансе у укупној варијанси UKT учествовала са 25 %, а легло у коме су назимице рођене/гајене са 13 %. Директним адитивним утицајем оцењено је 51 %, а леглом рођења/гајења 7 % укупне фенотипске варијабилности PM перформанс тестираних назимица. Наследност VŽP утицала је са 13 %, легло рођења/гајења са 4 % и перманентни утицај крмаче са 3 % на варијабилност ове особине. У укупној варијабилности DPŽ директним адитивним утицајем објашњено је 25 %, а леглом рођења/гајења назимица 8 % укупне фенотипске варијансе ове особине.

Генетска повезаност између особина из исте групе кретала се у интервалу од средње ($r_g = -0,40$) између DS и DM до потпуне позитивне ($r_g = 1,00$) између DPŽ и UBP, односно потпуне негативне ($r_g = -1,00$) између ŽDP и UKT, DS и PM. Фенотипска повезаност између особина из исте групе кретала се у интервалу од јако слабе негативне ($r_p = -0,15$) између DS и DM, до потпуне негативне ($r_p = -0,99$) између ŽDP и UKT и потпуне позитивне ($r_p = 0,99$) између DPŽ и UBP. Повезаност између особина пораста (ŽDP, UKT) и особина квалитета трупа (DS, DM, PM) на генетском нивоу била је у категорији јако слабе са коефицијентима корелације од $r_g = -0,11$ (ŽDP и PM, UKT и DS) до $r_g = 0,18$ (UKT и DM). Фенотипска повезаност између особина пораста (ŽDP, UKT) и особина квалитета трупа (DS, DM, PM) била је у категорији непостојеће са коефицијентима корелације од $r_p = -0,02$ (ŽDP и DM) до $r_p = 0,07$ (UKT и DS). Генетска повезаност између особина пораста и квалитета трупа и БЖП није постојала на шта указују корелациони коефицијенти који су се налазили у интервалу од $r_g = -0,03$ (UKT и VŽP) до $r_g = 0,05$ (DS и VŽP). Такође ни на фенотипском нивоу није постојала повезаност између особина пораста и квалитета трупа и VŽP, где су се коефицијенти корелације

налазили у интервалу од $r_p = -0,01$ до $r_p = 0,01$. Повезаност између особина пораста и квалитета трупа назимица и особина дуговечности крмача на гентском нивоу није постојала, што показују корелациони коефицијенти чије су вредности биле од $r_g = -0,06$ између РМ и DPŽ до $r_g = 0,06$ између DS и DPŽ. Фенотипска повезаност између особина пораста и квалитета трупа назимица и особина дуговечности крмача била је у категорији непостојеће са коефицијентима корелације од од $r_p = -0,02$ између РМ и DPŽ до $r_p = 0,03$ између DM и UBP. Између VŽP и особина дуговечности утврђена је позитивна врло јака, односно потпуна повезаност, са коефицијентима корелације од $r_g = 0,87$ између VŽP и UBP, до $r_g = 0,95$ између VŽP и UBŽP. Повезаност између VŽP и особина дуговечности крмача на фенотипском нивоу била је слабије јачине у односу на генетску, у категорији слабе, али и даље позитивне, где су се вредности корелационих коефицијената налазиле у интервалу од $r_p = 0,28$ између VŽP и UBP, до $r_p = 0,38$ између VŽP и UBŽP.

2.6. Литература - У дисертацији је цитирано укупно 117 литературних извора. Цитиране референце одговарају проучаваној проблематици и у великој већини су новијег датума.

2.7. Прилози - Ово поглавље садржи укупно 21 прилог у којима су приказани пратећи резултати статистичке обраде података, односно анализе варијансе и компоненте варијансе и коваријансе особина које су биле предмет истраживања у овој дисертацији.

3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација Младена Поповца представља самостални научни рад у области селекције и оплемењивања свиња. Актуелност и значај теме докторске дисертације за научну и стручну јавност огледа се у чињеници да је кандидат истраживао фенотипску и генетску варијабилност особина пораста и квалитета трупа, величине легла и дуговечности крмача. Истраживањем су обухваћена два генотипа свиња који су најзаступљенији на индустријским фармама свиња код нас. Кандидат је систематски проучио резултате истраживања других аутора, правилно дефинисао предмет и програм истраживања, одредио циљ, поставио основне хипотезе, припремио податке, применио одговарајуће математичко - статистичке методе за анализу и оценио добијене резултате.

При изради дисертације кандидат је применио различите методске поступке у оквиру којих је користио више модела како би детерминисао утицаје који доводе до варирања посматраних група особина крмача у циљу што прецизније процене компоненти варијансе и стварања предуслова за тачнију и потпунију процену приплодне вредности свиња. Резултати истраживања су показали да између различитих група особина свиња постоји повезаност различите јачине и смера, што пружа могућност истовремене процене приплодне вредности уз правилан избор особина које би биле укључене у селекцијске програме. Такође, је утврђено да је генетска повезаност особина дуговечности и особина величине легла потпуна и позитивна (од $r_g = 0,87$ до $r_g = 0,95$) и да је на тај начин могуће унапређење дуговечности крмача селекцијом на већу плодност. Примењени различити методолошки поступци за процену генетске варијабилности особина дуговечности су показали да се применом уобичајених линеарних метода (REML), уз коришћење матрице сродства, добијају довољно поуздани резултати што отвара могућност укључивања ове групе особина у поступак селекције свиња на фармама, упркос томе што се сматра да анализа преживљавања даје поузданије резултате, иако је њена примена у селекцијске

сврхе знатно компликованија посебно уколико се спроводи истовремена селекција и на особине из других група.

Добијени резултати у погледу оцене компоненти варијансе свих група особина свиња говоре да је адитивна генетска компонета процентуално најзаступљенија у укупној варијабилности и да је генетско унапређење могуће применом одговарајућих методских поступака за процену приплодне вредности и спровођењем избора приплодних животиња на основу прецизније процењених приплодних вредности. Детерминација утицаја укључених у коришћене моделе за анализу посматраних особина у овој дисертацији даје значајан допринос у том смислу и потребно је инсистирати да се на нашим фармама интензивира примена савременијих методских поступака попут BLUP - AM за процену приплодне вредности уз истовремено стварање услова за њихову примену.

Програм истраживања у овој докторској дисертацији је спроведен у сагласности са планом и програмом који је предложен у Пријави.

На основу свега изнетог, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију **Младена Поповца, дипл. инж.** под насловом: **"ФЕНОТИПСКА И ГЕНЕТСКА ВАРИЈАБИЛНОСТ ПРОИЗВОДНИХ И ОСОВИНА ДУГОВЕЧНОСТИ КРМАЧА"** и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да прихвати позитивну оцену и омогући кандидату јавну одбрану.

Чланови Комисије:

Др Драган Радојковић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет
УНО: Опште сточарство и оплемењивање домаћих и гајених животиња

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

Др Иван Радовић, ванредни професор
Универзитет у Новом Саду - Пољопривредни факултет
УНО: Сточарство

Др Радомир Савић, доцент
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет
УНО: Одгајивање и репродукција домаћих и гајених животиња

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

Прилог:

Рад кандидата Младена Поповца, дипл. инж., објављен у часопису са SCI листе

Popovac M., Petrović M., Radojković D., Stanojević D., Miletić A., Perišić P. (2014): The assessment of genetic potential in performance tested gilts by means of selection indexes method. *Genetika*, 46, (1), 95-104. (M23)