

# Stupanj uzgoja u srodstvu u populacijama izvornih pasmina svinja

---

Latin, Katarina

Master's thesis / Diplomski rad

2018

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:794350>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-06**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Katarina Latin

Diplomski studij Zootecnika

Smjer Specijalna zootecnika

**STUPANJ UZGOJA U SRODSTVU U POPULACIJAMA IZVORNIH**  
**PASMINA SVINJA**

Diplomski rad

Osijek, 2018

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

**Katarina Latin**

Diplomski studij Zootecnika

Smjer Specijalna zootecnika

**STUPANJ UZGOJA U SRODSTVU U POPULACIJAMA IZVORNIH**  
**PASMINA SVINJA**

Diplomski rad

Osijek, 2018

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

**Katarina Latin**

Diplomski studij Zootehnika

Smjer Specijalna zootehnika

**STUPANJ UZGOJA U SRODSTVU U POPULACIJAMA IZVORNIH  
PASMINA SVINJA**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. doc. dr. sc. Vladimir Margeta, predsjednik
2. doc. dr. sc. Nikola Raguž, mentor
3. doc. dr. sc. Boris Lukić, član

Osijek, 2018.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	2
2.1. Povijest crne slavonske svinje .....	2
2.2. Proizvodni i reprodukcijski parametri crne slavonske svinje.....	3
2.3. Populacijski parametri.....	6
2.4. Ciljevi istraživanja i hipoteze .....	9
3. MATERIJAL I METODE.....	10
3.1. Analiza pedigreea i parametri genetske varijabilnosti .....	11
3.2 Korišteni softveri.....	13
4. REZULTATI .....	13
4.1 Kompletnost pedigreea .....	13
4.2. Inbriding .....	14
4.2.1. Raspodjela životinja po godinama i stupnju uzgoja u srodstvu .....	14
4.2.2. Brojno stanje jedinki uzgojenih u srodstvu u analiziranom razdoblju .....	15
4.2.3 Koeficijent uzgoja u srodstvu.....	16
4.3. Efektivna veličina populacije .....	18
4.4 Struktura populacije .....	19
4.4.1. Starosna dob roditelja.....	19
4.4.2. Brojno stanje potomstva po generacijama .....	21
5.RASPRAVA .....	23
6. ZAKLJUČAK .....	23
7. POPIS LITERATURE .....	25
8. SAŽETAK.....	28
9. SUMMARY .....	29
10. POPIS TABLICA.....	30
11. POPIS GRAFIKONA .....	31

## 1. UVOD

Crna slavonska svinja poznata kao fajferica izvorna je pasmina svinja u Republici Hrvatskoj. Prema podacima iz HPA, početni razvoj i nastanak populacije crne slavonske svinje datira iz druge polovice 19.st., križanjem nazimica lasaste mangulice i nerastima pasmine berkšir. Daljnji selekcijski rad se temeljio na odabiru najboljih ženskih grla koja su križana sa pasminom poland kina kako bi se popravila svojstva poput mesnatosti, plodnosti i ranozrelosti. Današnja populacija Crna slavonska pasmine svinja razvila se iz 46 krmača i 6 nerasta od 1996. godine, dok je 2008. godine brojala 78 nerasta i 669 krmača, prema godišnjim izvješćima. Izvješće iz HPA (2014.) o brojnosti grla u svinjogojstvu pokazuje tendenciju stalnog rasta u populaciji crne slavonske svinje. Prema izvješću, ukupni broj krmača je 1930, dok je nerasta 242. Osječko – baranjska županija ima najveći broj jedinki, od kojih je 72 nerasta i 533 krmače. Dugogodišnjim selekcijsko – uzgojnim radom udruga uzgajivača crne slavonske svinje i financijskim poticajima pasmina se uspjela maknuti iz kategorije ugroženih pasmina. Crna slavonska svinja je izuzetno dobro prilagođena na držanje na otvorenom uz maksimalno iskorištavanje pašnjaka i šumskih ispaša uz manju prihranu žitaricama. Povećanjem broja stanovništva i potrebama za hranom, brojnost populacije se naglo smanjila drugom polovicom stoljeća korištenjem komercijalnih hibrida koji zadovoljavaju potrebe tržišta za svinjskim mesom. Današnji hibridi imaju znatno bolje proizvodne sposobnosti u odnosu na autohtone pasmine, dok su „fitness“ svojstva poput dugovječnosti, otpornosti i zdravlja osnovne karakteristike autohtonih i izvornih pasmina svinja. Proizvodna svojstva crne slavonske svinje su od temeljne važnosti za povećanje brojnosti populacije i populacijskih parametara. Ovim radom detaljno ćemo analizirati sadašnje stanje u populaciji, stupanj srodstva i pedigrea kako bismo utvrdili kako će se kretati navedeni parametri u pogledu brojnosti u budućnosti, tradicijsku i kulturnu baštinu te bitan segment bioraznolikosti našeg podneblja.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Povijest crne slavonske svinje

Crna slavonska svinja je izvorna pasmina svinja, poznatija pod nazivom „fajferica“. Njen razvoj seže iz doba druge polovice 19.stoljeća i usko je vezana za područje istočne Slavonije. Prvi zapisi (po Hrasnici, 1958.) govore o početnim fazama i selekcijskom radu na crnoj slavonskoj svinji koje je vršio tadašnji ugledni barun i vlastelin Pfeiffer. Planskim križanjem 10 krmača lasaste mangulice iz Buđanovaca s berkšir nerastima, cilj je bio popraviti kakvoću mesa mangulice i održavanja dobrih tvonih svojstava. (Uremović, 2004). Uz mangulicu i turopoljsku svinju, tadašnji uzgoj svinja bio je isključivo za mast i svinje su bile masnog tipa. Da bi jasnije utvrdili genetsku strukturu populacije crne slavonske svinje detaljnije ćemo opisati pasmine od kojih je nastala : lasasta mangulica, berkšir, poland kina i kornvol pasmina. Lasasta mangulica je nastala od šumadinke, a postoje dva soja. Svjetliji soj se u Mađarskoj navodi kao autohtona pasmina, dok se u Srbiji smatra da je nastala na njihovom području. Ona je kasnozrela pasmina, prasi 3 do 6 prasadi po leglu. Prasad se rađa sa tamnijim uzdužnim prugama koje nestaju nakon određenog vremenskog perioda. Lasasta mangulica u svom proizvodnom omjeru mesa i masti stvara oko 60 do 70% masti u odnosu na meso. Meso je grublje, manje kvalitete i manje ukusno. Upravo zbog toga se koristio berkšir koji je ranozrela pasmina, srednje plodnosti (leglo od 8 do 9 prasadi), ima dobru konverziju hrane i veći postotak intramuskularne masti. S obzirom da pripada pasminama kombiniranog tipa, povoljan je odabir za proizvodnju i mesa i masti. Poland kina je pasmina koja je po mnogim karakteristikama u proizvodnji slična berkširu, ali ima znatno veće tjelesne okvire. Kornvol je ranozrela pasmina, dobre plodnosti. Oprasi od 8 do 12 prasadi u leglu i zbog toga je korištena za križanje sa crnom slavonskom svinjom. Kako navodi Uremović (2004.), križanci koji su nastali od crne slavonske i kornvol pasmine su bolje iskorištavali hranu i bili su ranozreliji. Porastom broja stanovništva i većom potražnjom mesa, trendovi su se mijenjali prema stvaranju svinja mesnog tipa. Osnovni selekcijski rad Pfeifferra temeljio se na stvaranju naprednijih svinja sa dobrim proizvodnim sposobnostima. Iz tih razloga je odabran berkšir koji je poznat kao pasmina po izuzetno dobrim tovnim sposobnostima i dobroj kvaliteti mesa. Svakih 10 godina odabirani su ženski potomci koji su spareni sa nerastima poland kina. Iz navedenog uočavamo da je crna slavonska pasmina nastala kombinacijom križanja između

domaće autohtone lasaste mangulice sa uvezenim nerastima i tada plementim pasminama berkšira i poland kine (Uremović, 2004). Seleksijskim metodama i sustavnim uzgojem popravljena su svojstva poput : konverzije hrane, prirasta, kvalitete mesa te ostala svojstva vezana za tovnost. Crna slavonska svinja ima specifičan izgled po čemu se znatno razlikuje od ostalih pasmina. Glava je duga sa ulegnućem u profilnom djelu nosa. Trup nije dug, dok su prsa izuzetno duboka i široka. Noge su kratke i nisu mišićave. Koža je pepeljaste boje, obrasla crnim čekinjama. Crna slavonska pasmina svinja ima niske zahtjeve za smještaj i hranidbu te je pogodna za uzgoj u korist zaštite okoliša. Kada se koriste postojeći kapaciteti i resursi na obiteljskim gospodarstvima troškovi su nekoliko desetaka puta niži, a tehnologija proizvodnje jednostavnija te se smanjuje negativan učinak na okoliš. Na temelju toga je moguće ostvariti znatno veće financijske prihode na temelju potpora koji nisu ostvarivi u intenzivnom svinjogojstvu (Margeta i sur. 2013.).

## **2.2. Proizvodni i reprodukcijski parametri crne slavonske svinje**

Proizvodne osobine pasmine vezane za plodnost i reprodukciju često ovise o uvjetima držanja. Krmače prema zadnjim istraživanjima mogu oprasiti i do 12 prasadi, dok je broj othranjenih 6 do 9. (Lukić, 2018). Povećanje broja jedinki u leglu, broj odbijene i živooprasene prasadi ograničeno je genetskim kapacitetom, uvjetima držanja i stupnjem uzgoja u srodstvu. Rezultati dosadašnjih istraživanja vezana za heritabilitet i vrijednost genetske varijance za broj oprasene i odbite prasadi crne slavonske svinje su znatno niža od vrijednosti dobivenih u genetskim analizama plemenitih genotipova i kreću se od 0.10 do 0.15. (Fernandez i sur. 2008.). Krmače crne slavonske svinje imaju vrlo dobro izražen materinski instinkt te dovoljnu količinu kvalitetnog mlijeka za othranu prasadi. Odbiće prasadi se odvija između 6 i 8 tjedna nakon što dosegnu određenu tjelesnu masu, prosječnih 12 do 15 kilograma. Prema istraživanju Škorputa (2015.) koje je provedeno na crnim slavonskim svinjama s ciljem utvrđivanja mjere selekcije za povećanje legla utvrđeno je da je genetski trend nestalan. Kao razlog tome se navodi izostanak sustavne selekcije te struktura podataka.

Kada je riječ o tovu uočavaju se razlike u prirastima jedinki u ekstenzivnom i intenzivnom tovu. Tijekom ekstenzivnog tova prema Lukić i sur. (2018.), u ekstenzivnom načinu držanja jedinke u dobi od godine dana dostižu masu od 70 do 80 kg, dok u



intenzivnom tovu imaju masu od 100 kg u razdoblju od 8 mjeseci. Završna masa im iznosi od 180 do 220 kilograma. Kvaliteta mesa je neosporna, no također postoje varijacije s obzirom na kvalitetu hranidbe i način držanja životinja. Meso je visoke kvalitete, znatno tamnije boje i jače pigmentirano crveno. Njihovo najvažnije pasminsko svojstvo je visok sadržaj masti u mišiću. Kao takva, intramuskularna mast se taloži unutar i između mišićnih vlakana, zbog koje su suhomesnati proizvodi crne slavonske pasmine prepoznatljivi u cijeloj regiji. Intramuskularna mast utječe na sočnost, mekoću, aromu i vizualna svojstva mesa (Miller, 2002.). Smatra se da je optimalna količina intramuskularne masti kod svinja u rasponu od 2,5% do 3 % (Grebens, 2004.). Prema Kovačiću (2005.) jedan od najistaknutijih proizvoda koji se ujedno smatra i sastavnim dijelom prehrabene kulture i načina življenja je tradicionalni slavonski kulen.

Senčić (2010.) navodi kako postoji značajna razlika u konformaciji i sastavu trupova te kvaliteti mesa na jedinkama koje su držane na otvorenom i zatvorenom. Istraživanjem se utvrdilo da svinje iz zatvorenog sustava imaju statistički vrlo značajno veći apsolutni i relativni udio butova, manji udio trbušno – rebarnog dijela te veću mesnatost. Također, utvrđeno je da su komercijalno vrijedniji dijelovi imali više mišićnog tkiva u trupovima svinja i „outdoor“ sustava. Nije zabilježeno statistički značajna razlika u pH, sposobnosti vezanja vode i boji. Uremović i sur.(2007) utvrdili da u mesu crne slavonske svinje u području MLD-a koje su držane na otvorenom imaju prosječni udio zasićenih (SFA) 37,46%, mononezasićenih (MUFA) 56,88% i polinezasićenih (PUFA) 5,52% masnih kiselina. S obzirom da je pasmina izuzetno otporna na bolesti i ne zahtjeva ulaganja u objekte za uzgoj, napasivanjem svinja se znatno utječe na njihov masno- kiselinski sastav mesa. Razina linolenske kiseline te ostalih omega 3- masnih kiselina je povećana, osobito polinezasićenih (PUFA), dok je razina omega – 6 smanjena, što je posljedica visoke razine linolenske kiseline u travi. (Nilzen i sur. 2001.; Bee i sur. 2004.). Istraživanja koja govore u prilog otvorenom načinu držanja (Batron – Gade, 2008.) utvrdila su da životinje koje su uzgojene u otvorenom načinu držanja pokazuju manju agresivnost – borbenost nego svinje uzgojene u zatvorenom sustavu držanja prilikom izlaganja depou prije samog klanja. Samim tim trupovi su manje oštećeni, manje je stresa i raspadanja glikogena i pH nema varijacija. Rezultati istraživanja u kojima se u hranidbi crne slavonske pasmine svinja daje zelena lucerna kao proteinska komponenta obroka bilježi pozitivne pomake u pogledu reproduktivnih i klaoničkih svojstava zaklanih trupova te tehnološka svojstva mišićnog tkiva (Živković i sur., 2017.).Crna slavonska svinja predstavlja naše kulturno i povijesno nasljeđe, spomeničku baštinu i potencijal gena. Njeno očuvanje ima

višestruki značaj : kulturni, etički, turistički, zootehnički i gospodarski (Senčić, 2010.). S obzirom da do sada nije detaljno istraženo tržište i nema značajnih povratnih informacija vezano za proizvode crne slavonske svinje, potrošači u Hrvatskoj organske proizvode smatraju puno zdravijima, dobre kvalitete i ukusnijima (Radman, 2005.). Istraživanje vezano za kvalitetu mesa i trupova crne slavonske pasmine svinja koje su uzgajane u ekstenzivnom načinu držanja ispitivana su na 30 tovljenika u dobi od 550 dana, dok je raspon tjelesne mase bio 130 do 140 kg. Prema Baković i sur. (2017.), životinje su hranjene zelenom lucernom ili sijenom lucerne. Na toplim polovicama utvrđivalo se - masa polovica, dužina polovica, dužina i opseg buta, debljina ledne slanine i mišića. Svojstva kakvoće mesa koja su mjerena su : pH, sposobnost vezanja vode, tekstura mesa i EZ drip. Rezultati dobiveni istraživanjem s obzirom na uvjete držanja i hranidbu, potvrđuju da je meso crne slavonske pasmine odlična sirovina za proizvodnju tradicionalnih suhomesnatih proizvoda.

U Hrvatskoj postoji udruga uzgajivača crne slavonske svinje koja je ovlaštena od Ministarstva poljoprivrede provoditi Uzgojni program za crnu slavonsku svinju. Registriranih je 225 uzgajivača prema podacima iz registra u 2017. godini. Ciljevi provedbe uzgojnog programa su višestruki i prvenstveno se odnose na održavanje brojnosti populacije te smanjenje stupnja uzgoja u srodstvu. Također, provedba uzgojnog programa nalaže i očuvanje izvornog oblika pasmine sa svim fenotipskim i genotipskim obilježjima sukladno sa tradicijskim načinom držanja. Vrlo važno je istaknuti ciljeve poput unaprjeđenja tehnoloških postupaka vezanih za reprodukciju, tovnost i uzgoj za stvaranje podjednakih i što kvalitetnijih jedinki crne slavonske pasmine. Prema Uzgojnom programu iz 2017., uzgojne metode koje se koriste su : uzgoj u čistoj pasmini i križanje s drugim pasminama. Uzgoj u čistoj krvi se prema programu koji provode institucije Udruga Fajferica i Hrvatska Poljoprivredna Agencija u suradnji sa visokoškolskim institucijama (Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Agronomski fakultet u Zagrebu, Veterinarski fakultet u Zagrebu). Najvažniji segment pri odabiru muških i ženskih grla za sparivanje je voditi računa o stupnju srodstva i imati uvid u podatke iz matičnog knjigovodstva. Uzgoj u srodstvu u visokom stupnju homozigotnosti može biti štetan i imati negativan recesivan učinak na proizvodne i fiziološke sposobnosti grla. Dopušteni stupanj srodnosti između odabranih roditelja je 0,10 (10%). Prilikom sparivanja ili potražnjom sjemena iz centra za umjetno osjemenjivanje uzgajivači su dužni provjeriti navedene parametre srodnosti, inače potomci neće biti uzgojno valjani. Križanja crne slavonske pasmine s drugim pasminama su dozvoljena samo u komercijalne svrhe, radi popravljivanja karakteristika u tovu i na tržištu se deklariraju kao križanci. U druge svrhe nije

dozvoljeno križanje sa crnom slavonskom svinjom. Kroz uzgojni program se provodi individualno parenje, haremsko parenje i umjetno osjemenjivanje. Važne mjere koje se provode i olakšavaju selekciju su označavanje i identifikacija životinja te testiranje mladih nerastića i nazimica pod kontrolom HPA. Kao mjera kontrole uzgoja, a sukladno Zakonu o stočarstvu (NN 70/97, 36/98, 151/03, 132/06 i 14/14) u uzgoju svinja pasmine crna slavonska svinja provodi se obvezna ocjena nerastića prije uvođenja u rasplod (prije umatičenja). Svako mlado muško grlo koje se planira ostavljati za rasplod mora se prijaviti u HPA, kako bi se izvršila provjera podataka za svako grlo. Roditelji nerasta koji se planira ostaviti u rasplodu mora imati točno poznato podrijetlo i poznate proizvodne rezultate (broj prasadi). Ocjenjuju se u dobi od 10 mjeseci, a rezultati se unose u središnju bazu podataka i sastavni su dio matičnih knjiga. Osnovni uvjeti koje nerast mora ispunjavati je da potječe iz legla majke koja ima najmanje 5 ili 6 oprasene prasadi. Ocjene se vrše pomoću osnovnih fenotipskih obilježja životinje s karakterističnim pasminskim osobinama. Ocjene se daju od 1 do 5, a grlo koje se ostavlja u rasplodu mora imati zbirnu ocjenu veću od 3.5. niti jedan ocjenjeni segment ne smije imati ocjenu nižu od 3. Sva grla koja su slabije ocjenjena, imaju tjelesnu manu ili nezadovoljavaju osnovna pasminska svojstva se izlučuju iz izgoja. Ocjene daje educirani i ovlašteni HPA djelatnik, a ocjene se upisuju u rodovnik. Testiranje nazimica provodi se na isti način.

### **2.3. Populacijski parametri**

Veliki značaj crne slavonske pasmine je u očuvanju bioraznolikosti. Prilikom proučavanja strukture populacije pomoću mikrosatelitne analize (Uremović, Bradić, 2007.) uočena su odstupanja od Hardy – Weinbergovog zakona ravnoteže na tri lokusa. Zaključak dobiven istraživanjem je nedostatak heterozigotnih jedinki i smanjena bioraznolikost populacije crne slavonske svinje. Samim analizama populacijskih parametara pratimo stanje određene populacije i na osnovu rezultata prilagođavamo selekcijski rad te provodimo uzgoj. Kako je populacija crne slavonske pasmine, mala od velike je važnosti pratiti parametre kojima ćemo smanjiti rizik od povećanja uzgoja u srodstvu koji su u negativnoj korelaciji sa proizvodnim i funkcionalnim sposobnostima jedinke. Specifičnost populacijske genetike je što određeni trendovi koji se ponavljaju unutar populacije vrlo lako mogu varirati kroz samo nekoliko generacija neadekvatnim radom te nestručnim provođenjem selekcije. Populacija je s

gledišta biologije zajednica živih bića koja ima sposobnost reprodukcije, čime se osigurava njen kontinuitet, odnosno neprekidno postojanje u vremenskom pregledu. U stočarstvu, populacija je skupina životinja iste vrste ili iste pasmine unutar vrste koja u okviru zajedničkog okoliša imaju određenu nasljednu osnovu i reproduktivnu sposobnost te se po tome razlikuje od ostalih populacija (Jovanovac, 2005.). Populaciju u nasljednoj osnovi čine geni svih jedinki i oni omogućavaju nasljedni kontinuitet. Svaka populacija se razlikuje po frekvenciji gena i genotipova. Geni se prenose na potomstvo s generacije na generaciju i omogućavaju kontinuitet populacije. Genotipovi nastaju formiranjem različitih gena iz populacije i njihova kombinacija ne mora biti ista, ovisno o raspoloživim genima u populaciji (Jovanovac, 2005). Kada je riječ o manjim populacijama vrlo veliku ulogu ima određivanje efektivne veličine populacije. S obzirom da se u stočarstvu za rasplod ostavlja puno više ženskih grla nego muških, može doći do promjene u frekvenciji gena slučajnim parenjem ili fiksiranjem gena. Uzgoj u srodstvu je sparivanje jedinki koje su srodne. Mjeri se koeficijentom srodstva. Povećan stupanj uzgoja u srodstvu ima za posljedice štetan učinak na reproduktivna i fiziološka svojstva jedinke. Takav pojam se naziva inbriding depresija. Ona negativno utječe na reproduktivna svojstva, vigor i sposobnost za život. Najčešće su to svojstva povezana s niskim heritabilitetom (Jovanovac, 2005.). Posljednja istraživanja vezana za analizu genetske strukture populacije (Lukić, 2014.) crne slavonske pasmine obuhvaćala je 900 krmača i 221 nerasta. Vršila se analiza pedigreea radi procjene uzgojnih vrijednosti. Populacijski parametri koji su mjereni su - koeficijent srodnosti te efektivna veličina populacije. Mjerenje je vršeno pomoću softvera PEDIG. Procijenjeni stupanj srodnosti je bio 9,5 %, dok je efektivni broj muških i ženskih srodnika crne slavonske svinje bio 50,8 i 51,1. Efektivni broj predaka bio je niži od efektivnog broja osnivača, 35,8 za muške i 34,8 za ženske. Udio gena od važnih predaka koji su pridonijeli populaciji crne slavonske svinje je 7,1% i 9,1%. Povećanje homozigotnosti (Jovanovac, 2005.) karakteristično je za manje populacije, jer je manja udaljenost od zajedničkih predaka. Kada se pare jedinice koje su u srodstvu, posljedica je takva da potomci nose dva gena koji su identični. Stupanj srodnosti se izračunava i izražava koeficijentom inbridinga, koji je vrlo važna mjera koja pokazuje trenutno stanje populacije s obzirom na homozigotnost. Koeficijent inbridinga označava mjeru da je par alela (gametama jednake individue) na istom lokusu identičan po porijeklu (Falconer i Mackay, 1995.). Istraživanja koja su ispitivala genetsku povezanost unutar populacije crne slavonske svinje za plodnost na 8 različitih uzgojnih organizacija, prilikom kojeg je obrađeno 4 734 zapisa o prasenju i 657 krmača u razdoblju od 2000. - 2010. godine, utvrđen je visok stupanj srodstva između područnih ureda HPA. (Škroput, 2010.). Brojna

istraživanja koja su vršena za procjenu heritabiliteta za veličinu legla rezultirala su vrlo niskim vrijednostima. Prema Škroputu(2010), podaci za veličinu legla uzeti su od 1871 krmače za 5792 legla. Dobivene vrijednosti heritabiliteta za broj živooprasene prasadi iznosio je 0.08, dok je za odbijenu prasadi bio 0.04. Tovne sposobnosti su skromne uz niske dnevne priraste i visok udio masti u trupu. Pasma se odlikuje dobrom kakvoćom mesa uz posebno visok udio intramuskularne masti, 6 do 8 %. S obzirom na veliku količinu intramuskularne masti, meso crne slavonske svinje je pogodno za proizvodnju suhomesnatih proizvoda, ne otpušta vodu i nema pojave blijedog, mekog i vodnjikavog mesa. Navedene kvalitete ove pasmine imaju veliki značaj za daljnja istraživanja te detaljnije analiziranje i utvrđivanje trenutnog stanja populacijskih parametara i boljeg provođenja selekcijsko – uzgojnog rada. Praćenjem osnovnih populacijskih parametara doprinosi se utvrđivanju genetske varijabilnosti u populaciji što je od velikog značaja za sprečavanje pojave prevelikog stupnja homozigotnosti, odnosno inbridng depresije. Prema Bradić M. i sur., (2006.), da bi se utvrdila genetska raznolikost pasmine procijenjeni su populacijsko – genetski parametri na 42 jedinke na osam mikrosatelitnih lokusa. Tri promatrana lokusa pokazala su odstupanja od Hardy Weinbergova zakona  $P < 0.01$ , a jedan lokus  $P < 0.05$ . Odstupanja su povezana sa manjkom heterozigotnih jedinki. U rezultatima se uočava potpuno odstupanje cijele populacije od Hardy Weinbergovog zakona ravnoteže. Uporaba molekularno – genetskih metoda s ciljem poboljšavanja plodnosti crne slavonske svinje omogućila je izoliranje DNA iz folikula dlake kako bi se provela genotipizacija polimorfizama prolaktinskog receptora krmače crne slavonske pasmine svinja te tvrdivanje povezanosti sa reproduktivnim svojstvima testiranih na 15 jedinki (Brkić A., 2014.). Rezultati navedenog istraživanja nakon provedene izolacije DNA i umnažanja odsječaka RFLP te djelovanja restrikcijskog enzima Alul dobivena je jednaka raspodjela AA (40%) homozigota, BB (40%) homozigota, dok je AB heteozigot bio zastupljen u omjeru od 20%. Najveći broj oprasanih i živooprasanih odojaka imao je genotip krmača AB, dok je kod BB zabilježena veća varijabilnost u veličini legla. Napredak tehnologije i uporaba mikrosatelitnih početnica omogućio nam je preciznije utvrđivanje genetske strukture unutar populacija crne slavonske pasmine svinja kao i između populacija turopoljske svinje, mangulice i divlje svinje (Margeta, 2012.)

## **2.4. Ciljevi istraživanja i hipoteze**

Ciljevi ovog istraživanja su :

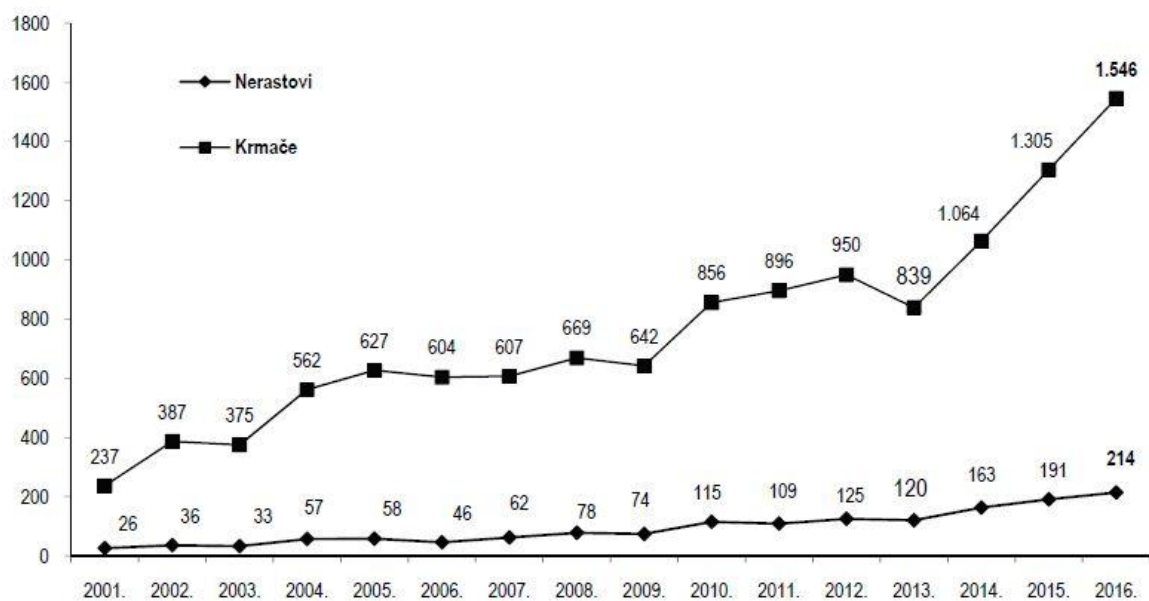
1. Analiza pedigrea crne slavonske svinje u Hrvatskoj
2. Izračun stupnja uzgoja u srodstvu crne slavonske svinje u Hrvatskoj
3. Izračun osnovnih populacijskih parametara poput : efektivne veličine populacije, koeficijenta srodnosti uz korištenje softvera Pedig i CFC

Osnovne hipoteze ovog istraživanja su:

1. Utvrđivanjem stupnja uzgoja u srodstvu odrediti mogućnosti i metode daljnje provedbe selekcije kako bi populacijski parametri napredovali u populaciji crne slavonske svinje
2. Uvid u genetsku strukturu populacije i frekvenciju gena s obzirom na veličinu populacije

### 3. MATERIJAL I METODE

Referentna populacija obuhvaćala je sve svinje koje su rođene između 1995. i 2014. godine. Cijeli pedigree crne slavonske svinje sastojao se od ukupno 3.478 životinja, a ustupljen je od strane Hrvatske poljoprivredne agencije. Trenutna populacija crne slavonske svinje sastoji se od 1.546 aktivnih krmača i registriranih 214 nerasta što je vidljivo na grafikonu 1. (HPA, 2017.).



**Grafikon 1.:** Broj svinja crne slavonske pasmine od 2001. do 2016. godine (HPA, 2017.)

Ukupna populacija se nalazi u okviru uzgoja 218 uzgajivača, a pregled po pojedinim organizacijama se može vidjeti u tablici 1.

Tablica 1: Broj uzgajivača crne slavonske pasmine na dan 31.12.2016. (Hpa, 2017.)

Organizacija / Organization	Uzgajivači / Breeders
Ured HPA - Darda	9
Ured HPA - Donji Miholjac	54
Ured HPA - Požega	20
Ured HPA - Vinkovci	48
Ured HPA - Velika Gorica	7
Ured HPA - Slavonski Brod	22
Ured HPA - Sisak	11
Ured HPA - Karlovac	6
Ured HPA - Virovitica	17
Ured HPA - Varaždin	1
Ured HPA - Koprivnica	1
Ured HPA - Križevci	1
Ured HPA - Krapina	1
Ured HPA - Vrbovec	2
Ured HPA - Gospić	2
Ured HPA – Sveti Ivan Zelina	2
Ured HPA - Daruvar	8
Ured HPA - Split	2
Ured HPA - Bjelovar	4
<b>UKUPNO / Total</b>	<b>218</b>

### 3.1. Analiza pedigrea i parametri genetske varijabilnosti

Jedinke koje su imale oba nepoznata roditelja smatrane su tzv. utemeljiteljima ili osnivačima (*eng. founders*), dok je u slučaju jedinki s jednim poznatim roditeljem drugi nepoznati roditelj smatran utemeljiteljem. Kvaliteta pedigrea ocijenjena je sljedećim parametrima: postotak poznatih predaka - izražen kao postotak poznatih predaka od očekivanog broja u generaciji; maksimalan broj generacija praćen unatrag - izražen praćenjem rodovnice za svaku pojedinu jedinku i prosječnu cjelovitost/potpunost pedigrea po godini. Prva mjera izračunavanja genetske varijabilnosti bila je efektivni broj utemeljitelja  $f_e$  (Lacy, 1989.). Druga, efektivni broj predaka  $f_a$  izračunata je kao minimalni broj predaka opisana od strane Boichard i sur. (1997.). Koeficijent inbreedinga (F) izračunat za svaku jedinku korišten je za prikaz vjerojatnosti da dvije jedinke imaju identične gene po porijeklu i izračunate su prema Wrightu (1931.). Također je analizirana prosječna srodnost jedinki iz analizirane rodovnice. Nadalje, efektivna veličina populacije ( $N_e$ ) po godini izračunata je prema Wrightovoj metodi (1931.).



Kompletnost pedigrea utvrđena je prema formulama MacCluer (1983.) i Sorneson (2005.). gdje se brojčano prikazuje mogućnost pojave inbreedinga u pedigreu :

$$I_{dk} = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^d a_i \quad k = pat, mat$$

$I_{dk}$ - označava očinsku ili majčinsku liniju

$a_i$ - poznati preci u generaciji

d – broj generacija koji se uzima u obzir prilikom izračunavanja kompletnosti pedigrea

Prilikom izračuna efektivne veličine populacije koristila se formula koja uzima u obzir brojno stanje roditelja (Falconer i Mackay, 1996), heritabilitet i generacijski interval (Nomura, 2002). Formula glasi :

$$Ne = 1/2\Delta F.$$

gdje se  $\Delta F$  izračunava formulom:

$$\Delta F = \frac{F_t - F_{t-1}}{1 - F_{t-1}}$$

$F_t$ -prosječni koeficijent inbridinga potomstva

$F_{t-1}$  - prosječni koeficijent inbridinga roditelja

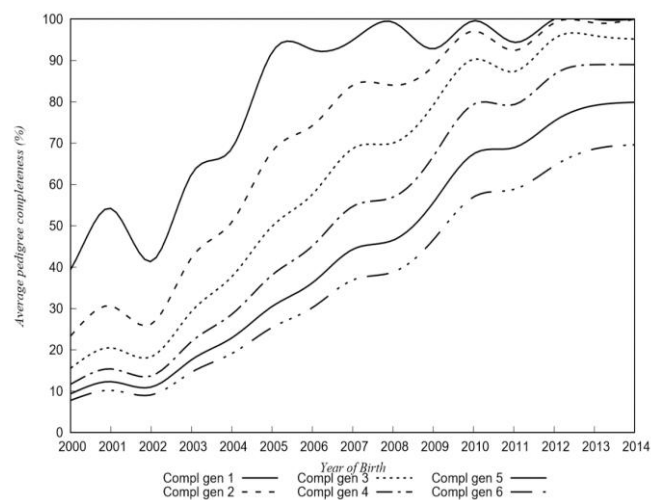
### 3.2 Korišteni softveri

Priprema datoteka s podacima o pedigreu i statističke analize provedene su pomoću SAS softvera (SAS/ STAT™, 1999). Analize pedigrea provedene su primjenom programskih paketa CFC (Sargolzaei et al., 2006), PopRep 1.0 (Groeneveld et al., 2009) i PEDIG (Boichard et al., 1997).

## 4. REZULTATI

### 4.1 Kompletnost pedigrea

Analiza kompletnosti pedigrea populacije crne slavonske pasmine rađena je na jedinkama koje su rođene u razdoblju od 2000. do 2014. godine. Kompletnost pedigrea u tom razdoblju prikazana je na grafikon 2., gdje se uočava smanjenje broja poznatih predaka udaljavanjem od prve generacije. Grafikon 2. prikazuje kompletnost poznatih predaka od prve do šeste generacije prema godini rođenja u navedenom razdoblju. Rezultati su dobiveni prema formulama za broičano prikazivanje cjelovitosti pedigrea prema MacCluer iz 1983., izraženi u postotcima. Prva generacija ima popunjenost poznatih predaka 96,1%, druga generacija 87,3%, treća generacija 77,1 %, četvrta 66,1 %, peta 55,9 % i šesta generacija 47,3 %.



**Grafikon 2.** Kompletnost pedigrea prema godini rođenja u razdoblju od 2000. do 2014. godine

## 4.2. Inbriding

### 4.2.1. Raspodjela životinja po godinama i stupnju uzgoja u srodstvu

Zbog važnosti utvrđivanja stupnja uzgoja u srodstvu u populaciji crne slavonske pasmine svinje u obzir se prilikom mjerenja uzelo razdoblje od 1995. do 2014. godine. Formirano je 11 razreda u kojem svaki od njih označava određeni stupanj srodstva za vremensko razdoblje u kojem je mjerenje izvršeno. Prvi razred označava srodstvo od 0 do 5%, dok zadnji razred uzima u obzir stupanj srodstva iznad 50%. Najveći broj jedinki nalazi se u prvom razredu gdje je srodstvo od 0 do 5%, dok se u 2013. godini pojavljuje jedinka u devetom razredu čiji stupanj srodstva iznosi od 41 do 45%. Tablica 2. prikazuje raspodjelu životinja u mjerenom vremenskom razdoblju po stupnju srodstva.

**Tablica 2.** Raspodjela jedinki s određenim stupnjem srodstva u mjerenom razdoblju

#### Razredi po stupnju srodstva

Godine	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1995	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	41	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	58	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
2002	120	3	1	-	2	-	2	-	-	-	-
2003	247	-	3	-	3	-	2	1	-	-	-
2004	178	7	11	-	5	-	-	-	-	-	-
2005	200	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	285	25	11	-	4	-	-	-	-	-	-
2007	155	37	34	1	5	2	-	-	-	-	-
2008	219	18	24	8	7	9	-	-	-	-	-
2009	227	32	18	9	-	20	-	-	-	-	-
2010	187	31	8	13	7	9	3	-	-	-	-
2011	192	33	10	29	10	11	1	-	-	-	-
2012	141	18	11	21	4	2	-	-	-	-	-
2013	184	49	11	16	8	17	6	-	1	-	-
2014	12	2	-	4	-	-	-	-	-	-	-

#### 4.2.2. Brojno stanje jedinki uzgojenih u srodstvu u analiziranom razdoblju

Analizirani podaci za utvrđivanje broja jedinki uzgojenih u srodstvu i stupnja uzgoja u srodstvu su iz razdoblja od 1995. do 2014. godine. Tablica 3. osim navedenih podataka, prikazuje podatke o brojnom stanju muških i ženskih roditelja te njihovu brojnost vezanu za uzgoj u srodstvu i koeficijent inbridinga. Rezultati prikazuju da se povećanjem brojnosti populacije povećava koeficijent inbridinga, što se može pripisati maloj efektivnoj veličini populacije. Tablica 3. daje detaljni prikaz roditeljskog stanja populacije u navedenom vremenskom razdoblju gdje se uočava da muški roditelji imaju najviši koeficijent uzgoja u srodstvu u rasponu od 0,072, dok je kod ženskih roditelja najviši koeficijent 0.0654 iste godine. Bilježi se konstantan rast koeficijenta inbridinga u mjerenom razdoblju, kao i sa strane roditeljskih očeva i majki.

**Tablica 3.** Stanje populacije s obzirom na brojnost inbreeding jedinki

Year	Animals			Sires			Dams		
	Tot No	Inbred No	Avg <i>F</i>	Tot No	Inbred No	Avg <i>F</i>	Tot No	Inbred No	Avg <i>F</i>
1995	2	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	7	-	-	2	-	-	-	-	-
1997	14	-	-	1	-	-	-	-	-
1998	12	-	-	3	-	-	2	-	-
1999	16	-	-	5	-	-	5	-	-
2000	43	2	0.0058	8	-	-	15	-	-
2001	59	2	0.0048	12	-	-	27	-	-
2002	128	13	0.0120	24	1	0.0026	48	3	0.0104
2003	256	26	0.0098	35	3	0.0058	91	3	0.0055
2004	201	35	0.0159	38	3	0.0016	76	4	0.0101
2005	213	40	0.0091	37	6	0.0087	94	6	0.0052
2006	325	124	0.0163	46	7	0.0104	118	22	0.0051
2007	234	123	0.0421	42	5	0.0057	92	35	0.0167
2008	285	119	0.0384	54	13	0.0160	121	39	0.0165
2009	306	226	0.0500	51	18	0.0171	125	68	0.0359
2010	258	225	0.0557	45	25	0.0397	118	70	0.0411
2011	286	261	0.0592	47	33	0.0509	121	85	0.0390
2012	197	186	0.0464	38	32	0.0720	92	75	0.0654
2013	292	282	0.0621	44	35	0.0588	122	99	0.0493
2014	18	15	0.0466	6	5	0.0412	9	6	0.0495

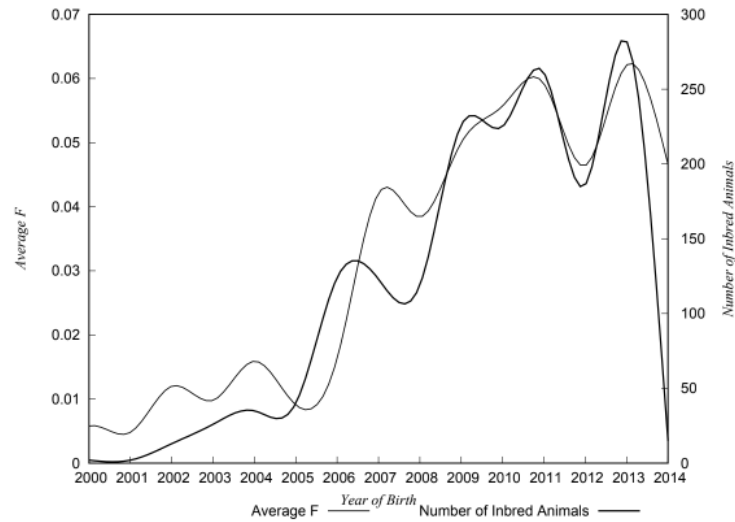
#### 4.2.3 Koeficijent uzgoja u srodstvu

Koeficijent uzgoja u srodstvu je jedan od najvažnijih statističkih parametara i njegov raspon prikazujemo u tablici 4. Stupanj uzgoja u srodstvu utječe na genetsko stanje populacije te frekvenciju gena i genotipova, te se njegova povećana vrijednost očituje u smanjenim fiziološkim i reproduktivnim sposobnostima jedinke. Rezultati uzimaju u obzir sve jedinke uzgojene u srodstvu iz populacije u razdoblju od 2000. do 2014. godine te se prikazuje najniži, najviši i prosječan stupanj uzgoja u srodstvu te standardno odstupanje. Najveći broj jedinki uzgojen u srodstvu rođen je u 2013. godini i iznosi 282. Najniži stupanj uzgoja u srodstvu zabilježen je 2011.godine i iznosi 0.0006. Najviši stupanj uzgoja u srodstvu zabilježen je u razdoblju 2013.godine i iznosi 0.4075. Najveći broj jedinki uzgojenih u srodstvu u analiziranom razdoblju zabilježen je 2013.godine u kojem je prosječni koeficijent uzgoja u srodstvu iznosio 0.0643. Zadnja analizirana godina evidentira manji broj jedinki uzgojenih u srodstvu s obzirom na prijašnje godine, te se bilježi smanjenje prosječnog koeficijenta uzgoja u srodstvu.

**Tablica 4.** Koeficijent inbridinga za sve jedinke uzgojene u srodstvu po godinama

Year	No of Animals	F			
		Min	Max	Avg	Std
1995	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1996	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1997	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1998	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1999	16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2000	43	0.0000	0.1250	0.0058	0.0266
2001	59	0.0000	0.2500	0.0048	0.0327
2002	128	0.0000	0.3125	0.0120	0.0511
2003	256	0.0000	0.3750	0.0098	0.0467
2004	201	0.0000	0.2500	0.0159	0.0481
2005	213	0.0000	0.1250	0.0091	0.0290
2006	325	0.0000	0.2500	0.0163	0.0382
2007	234	0.0000	0.2578	0.0421	0.0594
2008	285	0.0000	0.2813	0.0384	0.0703
2009	306	0.0000	0.2988	0.0500	0.0718
2010	258	0.0000	0.3203	0.0557	0.0722
2011	286	0.0000	0.3150	0.0592	0.0737
2012	197	0.0000	0.2739	0.0464	0.0622
2013	292	0.0000	0.4075	0.0621	0.0830
2014	18	0.0000	0.1534	0.0466	0.0619

Iz navedenih rezultata uočava se kako je s porastom broja jedinki koje su uzgojene u srodstvu veći i koeficijent uzgoja u srodstvu u mjenom vremenskom razdoblju, što prikazuje grafikon 3.



**Grafikon 3.** Usporedba između prosječnog koeficijenta inbridinga i broja jedinki uzgojenih u srodstvu po godini

### 4.3. Efektivna veličina populacije

Tablično su prikazani rezultati koji uzimaju u obzir broj jedinki rođenih unutar generacijskog intervala za određenu godinu, roditeljske majke i očeve te efektivnu veličinu populacije. Mjera efektivne veličine populacije je obrnuto proporcionalna visini koeficijenta inbridinga. Rezultati prikazuju očeve i majke koje su izraženi kao roditelji budućim generacijama. Primjećuje se da porastom brojnosti roditeljskih očeva i majki raste i efektivna veličina populacije. Rezultati prikazuju da je broj očeva manji u odnosu na majke, što je u pravilu često. S porastom brojnosti životinja uočava se porast efektivne veličine populacije, no posljednja godina uzeta u obzir prilikom analize utvrđuje njezin pad u odnosu na ranije godine.

**Tablica 5.** Efektivna veličina populacije koja uključuje podatke o brojnosti roditelja po godinama

Godine	Životinje	Očevi	Majke	Roditelji	Ne
1995	2	1	1	2	1
1996	9	3	1	4	2
1997	23	3	1	4	2
1998	33	6	3	9	6
1999	42	10	8	18	12
2000	71	16	22	38	26
2001	118	21	43	64	40
2002	230	33	83	116	66
2003	443	53	147	200	109
2004	585	69	184	253	141
2005	670	76	223	299	159
2006	739	89	253	342	184
2007	772	93	265	358	193
2008	844	106	283	389	216
2009	825	102	271	373	208
2010	849	101	296	397	211
2011	850	102	308	410	215
2012	741	92	281	373	194
2013	775	83	285	368	180
2014	507	62	197	259	132

## 4.4 Struktura populacije

### 4.4.1. Starosna dob roditelja

Genetska struktura populacije ovisi o broju muških i ženskih jedinki koji se ostavljaju za rasplod kao budući roditelji. Uz podatke o broju budućih roditeljskih jedinki utvrđen je i broj novorođenih grla u mjerenom razdoblju od 1996. do 2014. godine. Utvrđuje se da je u navedenom razdoblju rođeno 3152 grla, nastalih odabirom 194 roditeljska oca i 463 roditeljske majke. Rezultati analize starosne dobi roditeljskih očeva prilikom rođenja potomstva prikazani su u tablici 6. Uočava se da je najveći broj jedinki koje dobivaju potomstvo u prvoj i drugoj godini života. Daljnja analiza potvrđuje da se s odmicanjem starosne dobi smanjuje i broj roditeljskih očeva.

**Tablica 6.** Broj potomstva po navedenoj starosnoj dobi očeva po godinama

Year	age of males in year											Avg
	<1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1996	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.0
1997	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.0
1998	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.0
1999	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.0
2000	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.7
2001	–	2	2	1	–	1	–	–	–	–	–	2.3
2002	1	4	4	–	1	1	1	–	–	–	–	2.3
2003	1	8	4	4	2	–	–	1	–	–	–	2.2
2004	–	8	9	5	2	–	–	–	1	–	–	2.3
2005	2	3	8	9	1	2	–	–	–	1	–	2.7
2006	1	10	8	7	5	3	–	2	–	–	–	2.7
2007	–	6	5	9	6	1	1	–	–	–	–	2.8
2008	3	12	12	7	4	2	2	1	–	–	–	2.4
2009	6	8	10	6	2	7	2	2	2	–	–	2.9
2010	3	15	7	8	2	4	3	–	–	1	–	2.5
2011	3	16	13	6	3	–	1	1	–	–	1	2.2
2012	3	6	18	5	1	3	2	–	–	–	–	2.3
2013	–	5	14	9	9	3	–	2	–	–	–	3.0
2014	–	–	–	3	1	1	–	–	1	–	–	4.3
Total	26	108	114	79	39	28	12	9	4	2	1	3.5



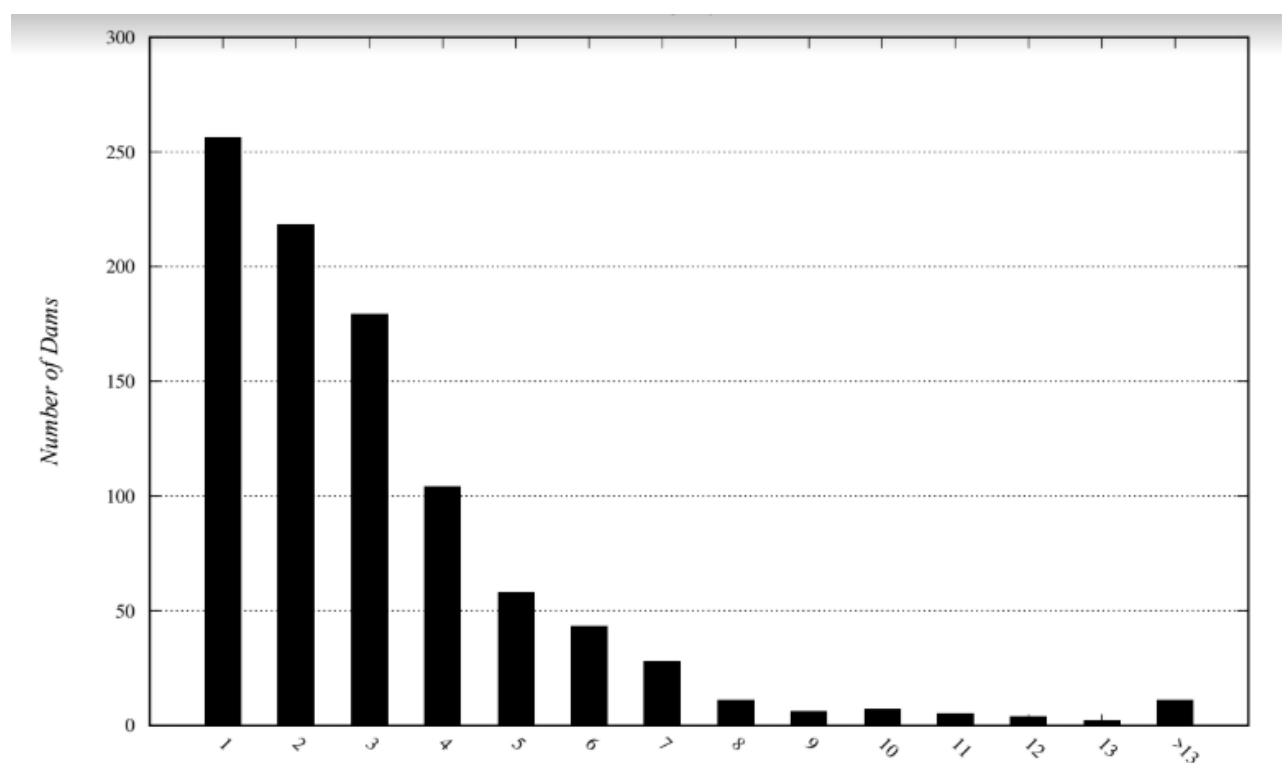
Analizom starosne dobi roditeljskih majki prilikom rođenja potomstva utvrđeno je da najveći broj jedinki koje postaju majke u prvoj godini života. Sa starenjem jedinki smanjuje se broj roditeljskih majki što se uočava na tablici 7. Rezultati analizirane starosne dobi roditeljskih majki prikazani su u tablici 7.

**Tablica 7.** Starosna dob roditeljskih majki pri rođenju potomstva po godinama

Year	age of females in year										
	<1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Avg
1998	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2.0
1999	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1.3
2000	1	1	2	3	1	-	-	-	-	-	2.3
2001	1	7	3	2	1	-	-	-	-	-	1.6
2002	3	10	6	2	1	-	-	-	-	-	1.5
2003	3	14	8	4	-	2	-	1	-	-	1.8
2004	2	19	6	11	-	-	1	-	-	-	1.8
2005	2	6	17	10	9	-	-	-	-	-	2.4
2006	7	20	14	9	10	5	1	-	-	-	2.2
2007	4	30	17	15	8	4	2	-	-	-	2.2
2008	4	47	26	15	5	13	-	-	-	-	2.1
2009	14	43	20	20	8	4	5	1	2	-	2.1
2010	16	41	29	14	9	2	1	3	1	-	1.9
2011	29	43	20	5	12	5	5	2	-	-	1.8
2012	4	37	22	12	4	7	4	1	-	-	2.2
2013	9	41	32	19	8	4	5	1	-	3	2.3
2014	-	-	1	1	-	3	-	3	-	1	5.6
Total	99	361	225	142	76	49	24	12	3	4	3.9

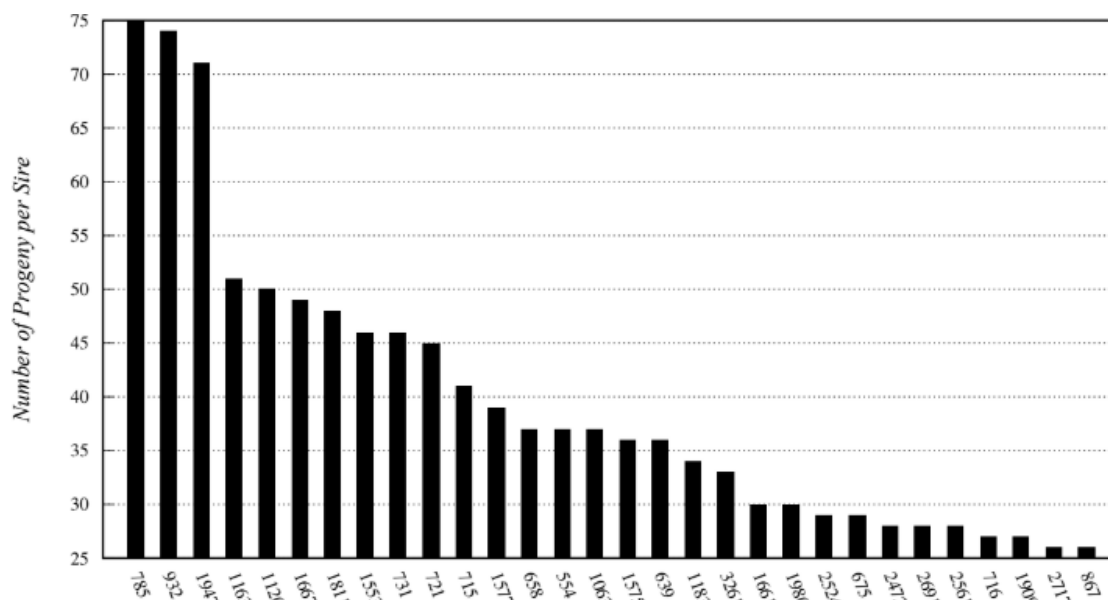
#### 4.4.2. Brojno stanje potomstva po generacijama

Prilikom analize u obzir su se uzimali podaci o ukupnom broju potomaka po generaciji, odnosno maksimalni i prosječni broj potomaka očinske i majčinske strane po generacijama u razdoblju od 1996. do 2011. godine. Završna analiza podataka je utvrdila da je najveći broj potomaka s očeve strane bio 75, a prosječni broj potomaka je iznosio 12.1. S majčinske strane utvrđuje se da je maksimalni broj potomaka bio 20, dok je prosječni broj potomaka iznosio 3.2. Na grafikonu 4. su prikazani rezultati brojnog stanja roditeljskih majki te brojnog stanje njihovog potomstva. Uočava se da mali broj jedinki ima više od 13 potomaka, dok je čak 250 roditeljskih majki sa samo jednim potomkom. Najveći dio tog dijela populacije nalazi se u rasponu od 4 do 5 potomaka po majci.



**Grafikon 4.** Brojnost roditeljskih majki s obzirom na brojnost potomaka

Brojno stanje roditeljski očeva prikazano je na grafikonu 5. Utvrđuje se da je od 30 jedinki sa najvećim brojem potomaka koji su analizirani jedan roditeljski otac imao više od 75 potomaka, da su u rasponu između 70 do 75 potomaka dva roditelja te da najveći dio analiziranih roditeljskih očeva ima do 50 potomaka.



**Grafikon 5.** Brojnost roditeljskih očeva s obzirom na brojnost potomaka

## 5. RASPRAVA

Praćenje genetske strukture populacije crne slavonske pasmine svinja vrlo je važan segment održavanja populacijskih parametara u okvirima koji su poželjni s obzirom na broj jedinki. Dosadašnja istraživanja koja su uvrštavala bitne populacijske parametre izvršena su pomoću rodovnice / pedigrea. Kompletnost i kvaliteta pedigrea su glavno ograničenje analize genetske strukture u populaciji crne slavonske pasmine svinja.

Prema Lukić i sur. (2014.) analiza pedigrea je vrlo bitna kod izračuna uzgojnih vrijednosti, kao i kod utvrđivanja trenutnih stanja populacijskih parametara. Praćenjem osnovnih populacijskih parametara doprinosi se utvrđivanju genetske varijabilnosti u populaciji što je od velikog značaja za sprečavanje pojave prevelikog stupnja homozigotnosti, odnosno inbriding depresije. Posljednja istraživanja uzimala su u obzir 2126 svinja rođenih od 1994. do 2012. te su za opis varijabilnosti u populaciji uvršteni parametri poput koeficijenta srodnosti, efektivna veličina populacije, efektivan broj osnivača i prednika za muške i ženske jedinke. Utvrđen je prosječni stupanj srodnosti 9,5% s maksimalnom vrijednošću od 31,3%, sa 454 jedinke koje su u srodstvu. Efektivni broj osnivača za muške jedinke iznosio je 50,8, dok je za ženske jedinke bio 51,1. Utvrđeno je da je efektivni broj prednika bio niži od efektivnog broja osnivača, za muške jedinke je iznosio 35,8 te 34,8 za ženske jedinke. Udio bitnih gena koji je omogućio stvaranje muške i ženske populacije crne slavonske svinje je 7,1% i 9,1%. Prilikom usporedbe istraživanja iz 2015. godine kad se populacija sastojala od 1064 krmače i 163 nerasta te je kompletost pedigrea ocjenjena sa 35,16% poznatih predaka uočava se da se sadašnje stanje populacije popravlja s obzirom na brojnost i cjelovitost pedigrea.

S obzirom na tadašnju kvalitetu pedigrea i poznate podatke o precima utvrđeni su parametri poput efektivne veličine populacije, efektivni broj osnivača za muška i ženska grla te stupanj uzgoja u srodstvu. Lukić i sur. (2015.) navode kako je prosječni stupanj srodnosti iznosio 3,2% sa vidljivim rastom. Prosječna efektivna veličina populacije za navedeno razdoblje iznosila je 189,2. Prilikom usporedbe prijašnjih istraživanja i sadašnje analize pedigrea te statističke obrade podataka populacije crne slavonske pasmine svinja uočava se porast brojnosti populacije, pozitivni pomaci u pogledu kompletosti pedigrea te povećanje stupnja uzgoja u srodstvu.

## 6. ZAKLJUČAK

Programskom analizom podataka cilj je bio utvrditi stupanj uzgoja u srodstvu, analizirati pedigree te izraziti strukturu populacije u pogledu brojnosti jedinki u mjerenom razdoblju.

Nakon provedene analize i izraženih rezultata možemo utvrditi nekoliko zaključaka dobivenih prema polaznim hipotezama rada :

1. Kompletnost pedigreea se tijekom posljednjih godina analiziranih podataka povećava u odnosu na početne godine analiziranog razdoblja
2. Posljednje godine analiziranog razdoblja bilježe povećan broj jedinki uzgojenih u srodstvu i time je povećan prosječni koeficijent inbreedinga
3. Strukturna analiza populacije bilježi pozitivne pomake u pogledu brojnosti potomstva po roditeljskim očevima i majkama te se utvrđuje da se u budućnosti provedbom uzgojnih programa mora voditi računa o stupnju uzgoja u srodstvu

## 7. POPIS LITERATURE

1. Baković M., Gvozdanović K., Margeta V., Galović D., Radišić Ž. (2017.): Analiza svojstava kvalitete mesa i klaoničkih svojstava tovljenika crne slavonske svinje držanih u ekstenzivnom uzgoju. *Krmiva : časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme*, Vol.58 No.1: 3- 8
2. Bradarić M., Uremović M., Uremović Z., Mioč B., Konjačić M., Luković Z., Safner T. (2006.): Microsatellite analysis of the genetic diversity in the Black Slavonian Pig. *Acta Veterinaria; Beograd*, Vol.57, No. 2-3 : 209-215
3. Brkić A. (2014.): Primjena molekularno genetskih metoda u poboljšanju plodnosti crne slavonske pasmine svinja
4. Budimir K., Kralik G., Margeta P., Margeta V. (2013.): Primjena molekularne genetike u poboljšanju uzgoja crne slavonske svinje
5. Falconer D. S., Mackay Trudy F. C. (1996.): *Introductions of qauntitaitve genetics*, United Kingdom
6. Jovanovac S. (2005.): *Populacijska genetika domaćih životinja*, Poljoprivredni fakultet Osijek
7. Karolyi D., Kovačić D. (2008.): Organoleptic evolutione of Slavonian home – made kulen from Black Slavonian or white pigs. *Meso: prvi hrvatski časopis o mesu*, Vol.10 No.5.: 380-383
8. Karolyi D., Lukić B., Mahnet Ž., Menčik S., Raguž N. (2018.): Uzgojni program crne slavonske pasmine svinja
9. Karolyi D., Luković Z., Salajpal K. (2007.): Productione traits of Black Slavonian Pigs. *Book of Abstracts of the 6th International Symposiumon the Maditerranean Pig, 2007*, 65-65
10. Karolyi D., Salajpal K. (2005.): Klaonička svojstva, kvaliteta mesa i namjenska iskoristivost svinja za proizvodnju Slavanskog kulena. *Meso : prvi hrvatski časopis o mesu*, Vol.8 No.1 : 29-33
11. Lukić B., Raguž N., Karolyi D., Kranjac D., Luković Z., Mahnet Ž., Steiner Z. (2018.): *Uzgoj Crne slavonske svinje – priručnik za uzgajivače i studente*
12. Lukić B., Smetenko A., Mahnet Ž., Raguž N., Kušec G., Klišanić V. (2015.): Population genetic structure of autochthonous Black Slavonian Pig. *Poljoprivreda*, Vol.21 No.1: 28 - 32

13. Lukić B., Smetko A., Mahnet Ž., Raguž N., Kušec G., Klišanić V. (2014. ): Preliminarni rezultati analize genetske strukture autohtone crne slavonske pasmine svinja. 49th Croatian & 9th International Symposium on Agriculture, Osijek, 181-182
14. Margeta V. ( 2013.): Perspektiva uzgoja crne slavonske svinje u Hrvatskoj u kontekstu pristupanja Europskoj uniji. 48th Croatian & 8th International Symposium on Agriculture, Dubrovnik, 22-28
15. Margeta V. (2012.): Genetska analiza crne slavonske svinje. Poljoprivreda, Vol.18 No. 2 : 69-70
16. Margeta V., Budimir K., Kralik G., Margeta P. ( 2013.): Uzgoj crne slavonske svinje u funkciji zaštite okoliša. Agriculture in nature and environment protectione, 42-48
17. Senčić Đ. (2015) : Crna slavonska svinja – potencijalni baštinjeni resurs Slavonije
18. Senčić Đ., (2013.): Uzgoj svinja za proizvodnju tradicionalnih mesnih proizvoda, Osijek
19. Senčić Đ., Antunović Z., Andabaka Z. (2001.): Reproductivna svojstva crne slavonske svinje – ugrožene pasmine. Izvorni znanstveni članak, Poljoprivreda (Osijek), 2: 39-41,
20. Senčić Đ., Antunović Z., Butko D. (2007.): Kvaliteta trupa i mesa svinja iz zatvorenog i otvorenog sustava držanja. 42nd Croatian & 2nd International Symposium on Agriculture, Zagreb, 515 - 517
21. Senčić Đ., Antunović Z., Butko D. (2008.): Evaluacija crne slavonske svinje u odnosu na sustav držanja i križanje. Stočarstvo, Vol. 62 No.1 : 69-73
22. Senčić Đ., Antunović Z., Samac D (2011.): Utjecaj proizvodnog sustava na fizikalno - kemijska i senzorska svojstva mesa crnih slavonskih svinja. Meso, Vol.10 No.5 : 356 - 360
23. Senčić Đ., Antunović Z., Steiner Z., Rastija T., Špreanda M. (2001): Fenotipske značajke mesnatosti crne slavonske svinje. Stočarstvo – časopis za unaprjeđenje stočarstva, Vol.55 No.6 : 419-425
24. Senčić Đ., Samac D. (2017.): Očuvanje biorazličitosti crnih slavonskih svinja kroz proizvodnju i vrednovanje tradicionalnih i mesnih proizvoda. Poljoprivreda, Vol. 23 No.2 : 53-58
25. Senčić Đ., Samac D., Antunović Z. (2013.): Svježa svinjetina od crne slavonske svinje. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, priručnik.
26. Škorput D., Morić V., Đikić M., Luković Z. (2011.): Heritabilitet za veličinu legla crne slavonske svinje. Zbornik radova sa 46.hrvatskog i 6.međunarodnog simpozija agronoma, Zagreb, 890 - 893

27. Škorput D., Smetenko A., Klišanić V., Špehar M., Mahnet Ž., Luković Z. (2016.):  
Mogućnost selekcije na veličinu legla crne slavonske svinje. Croatian and 6th  
International Symposium on Agriculture, Opatija, 890 - 893
28. Uremović M. (1995.) : Crna slavonska svinja ulazi u fazu iščezavanja, Agronomski  
glasnik 57 4/5 309 – 316
29. Uremović M. (2004.): Crna slavonska pasmina svinja: hrvatska izvorna pasmina, Vukovar
30. Uremović M., Uremović Z., Luković Z. (2001.): Stanje u autohtonoj crnoj slavonskoj  
pasmini svinja
31. Živković I., Glavić D., Margeta V., Gvozdanić K., Steiner Z. (2017.): Lucerna kao  
bjelančevinasti dodatak u hranidbi crne slavonske svinje – fajferice. Zbornik radova  
52.hrvatskog i 12 međunarodnog simpozija agronoma, Osijek, 589 – 593



## 8. SAŽETAK

Crna slavonska pasmina svinja je autohtona pasmina u Republici Hrvatskoj čija je populacija mala, ali se bilježi tendencija rasta populacije. Do 2016. godine populacija crne slavonske svinje sastojala se od 1.546 registriranih krmača i 214 nerasta. Radi detaljnije analize stanje populacije u obzir se uzimao pedigre od ukupno 3.478 životinja u razdoblju do 2014. godine koji je pripremljen i statistički analiziran programskim softverom SAS. Analiza pedigrea izvršena je pomoću programskih paketa CFC, PopRep i PEDIG. Cilj rada je bio utvrditi osnovne populacijske parametre poput efektivne veličine populacije, stupnja uzgoja u srodstvu te analiza pedigrea. Utvrđeno je da se stupanj uzgoja u srodstvu povećava i da se s porastom brojnosti životinja uočava porast efektivne veličine populacije, no posljednja godina uzeta u obzir prilikom analize utvrđuje njezin pad u odnosu na ranije godine. Analizirana je struktura populacije u pogledu broja potomaka po roditeljskim očevima i majkama te starosna dob majke prilikom dobivanja potomstva.

**Ključne riječi:** crna slavonska svinja, populacija, stupanj uzgoj u srodstvu, srodstvo, pedigre, efektivna veličina populacije

## 9. SUMMARY

Black Slavonian pig is autochthonous breed of pig in Republic of Croatia, which population is small but there is a tendency of growth in numbers. Till the end of 2016. population of black Slavonian pig consisted from 1546 active sows and 214 registered boars. To elaborate more in detail, the state of population, only pedigree of 3478 animals in period till 2014. was taken into consideration which was prepared and statistically analysed with SAS program software. Pedigree analysis was performed with program packages CFC, PopRep and PEDIG. Goal of this paper was to determine basic population parameters, such as effective size of population, degree of breeding in kinship and pedigree analysis. It was determined that rate of breeding in kinship is reducing, and with increase of animals abundance there is also increase in effective size of population. But last year of period which was taken into consideration for analysis, showed decrease compared to year before. Population structure has been analysed in regard of number of offspring by parental fathers and mothers, and age of mother while delivering offspring.

**Key words:** Black Slavonian pig, population, inbreeding, pedigree, effective population size, kinship

## 10. POPIS TABLICA

<b>Broj tablice</b>	<b>Naziv tablice</b>	<b>Str.</b>
<b>Tablica 1.</b>	Broj uzgajivača crne slavonske pasmine na dan 31.12.2016. (Hpa, 2017.)	11
<b>Tablica 2.</b>	Raspodjela jedinki s određenim stupnjem srodnosti u mjerenom razdoblju	15
<b>Tablica 3.</b>	Stanje populacije s obzirom na brojnost inbreeding jedinki	16
<b>Tablica 4.</b>	Koeficijent inbridinga za sve jedinke uzgojene u srodstvu po godinama	17
<b>Tablica 5.</b>	Efektivna veličina populacije koja uključuje podatke o brojnosti roditelja po godinama	19
<b>Tablica 6.</b>	Broj potomstva po navedenoj starosnoj dobi očeva po godinama	20
<b>Tablica 7.</b>	Starosna dob roditeljskih majki pri rođenju potomstva po godinama	21

## 11. POPIS GRAFIKONA

<b>Broj grafikona</b>	<b>Naziv grafikona</b>	<b>Str.</b>
<b>Grafikon 1.</b>	Broj svinja crne slavonske pasmine od 2001. do 2016. godine (HPA, 2017.)	10
<b>Grafikon 2.</b>	Kompletnost pedigreea prema godini rođenja u razdoblju od 2000. do 2014. godine	14
<b>Grafikon 3.</b>	Usporedba između prosječnog koeficijenta inbridinga i broja jedinki uzgojenih u srodstvu po godini	18
<b>Grafikon 4.</b>	Brojnost roditeljskih majki s obzirom na brojnost potomaka	22
<b>Grafikon 5.</b>	Brojnost roditeljskih očeva s obzirom na brojnost potomaka	23

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehnički znanosti Osijek  
Sveučilišni diplomski studij Zootehnika, smjer Specijalna zootehnika

Diplomski rad

Stupanj uzgoja u srodstvu u populacijama izvornih pasmina svinja

Katarina Latin

**Sažetak:** Crna slavonska pasmina svinja je autohtona pasmina u Republici Hrvatskoj čija je populacija mala, ali se bilježe tendencije rasta brojnosti. Do 2016. godine populacija crne slavonske svinje sastojala se od 1.546 aktivnih krmača i registriranih 214 nerasta. Kako bi što detaljnije obradili stanje populacije u obzir se uzimao pedigree od ukupno 3.478 životinja u razdoblju do 2014. godine koji je pripremljen i statistički analiziran programskim softverom SAS. Analiza pedigreea izvršena je pomoću programskih paketa CFC, PopRep i PEDIG. Cilj rada je bio utvrditi osnovne populacijske parametre poput efektivne veličine populacije, stupnja uzgoja u srodstvu te analiza pedigreea. Utvrđeno je da se smanjuje stupanj uzgoja u srodstvu i da se s porastom brojnosti životinja uočava porast efektivne veličine populacije, no posljednja godina uzeta u obzir prilikom analize utvrđuje njezin pad u odnosu na ranije godine. Analizirana je struktura populacije u pogledu broja potomaka po roditeljskim očevima i majkama te starosna dob majke prilikom dobivanja potomstva.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** doc. dr. sc. Nikola Raguž

**Broj stranica:** 32

**Broj grafikona i slika:** 5

**Broj tablica:** 7

**Broj literaturnih navoda:** 31

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** crna slavonska svinja, populacija, uzgoj u srodstvu, pedigree

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. doc. dr. sc. Vladmir Margeta, predsjednik
2. doc. dr. sc. Nikola Raguž, mentor
3. doc. dr. sc. Boris Lukić, član

**Rad je pohranjen:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
University Graduate Studies, Animal Science

Graduate thesis

The level of inbreeding in local pig breeds populations in Croatia

Katarina Latin

**Abstract:** Black Slavonian pig is autochthonous breed of pig in Republic of Croatia, which population is small but there is a tendency of growth in numbers. Till the end of 2016. population of black Slavonian pig consisted from 1546 active sows and 214 registered boars. To elaborate more in detail, the state of population, only pedigree of 3478 animals in period till 2014. was taken into consideration which was prepared and statistically analysed with SAS program software. Pedigree analysis was performed with program packages CFC, PopRep and PEDIG. Goal of this paper was to determine basic population parameters, such as effective size of population, degree of breeding in kinship and pedigree analysis. It was determined that rate of breeding in kinship is reducing, and with increase of animals abundance there is also increase in effective size of population. But last year of period which was taken into consideration for analysis, showed decrease compared to year before. Population structure has been analysed in regard of number of offspring by parental fathers and mothers, and age of mother while delivering offspring.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** doc. dr. sc. Nikola Raguž

**Number of pages:** 32

**Number of figures:** 5

**Number of tables:** 7

**Number of references:** 31

**Number of appendices:** -

**Original in:** Croatian

**Key words:** Black Slavonian pig, population, inbreeding , pedigree, effective population size, kinship

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. doc.dr. sc. Vladimir Margeta, chairman

2.doc. dr. sc. Nikola Raguž, mentor

3.doc. dr. sc. Boris Lukić , member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek.