

Utjecaj veličine legla, porodne mase i spola na preživljavanje i svojstva rasta prasadi visokoplodnih krmača

Dujmović, Zrinko

Doctoral thesis / Disertacija

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:425750>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu
AGRONOMSKI FAKULTET

Zrinko Dujmović

**UTJECAJ VELIČINE LEGLA, PORODNE
MASE I SPOLA NA PREŽIVLJAVANJE I
SVOJSTVA RASTA PRASADI
VISOKOPLODNIH KRMAČA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2020



University of Zagreb
FACULTY OF AGRICULTURE

Zrinko Dujmović

**EFFECT OF LITTER SIZE, BIRTH WEIGHT
AND SEX ON SURVIVAL AND GROWTH
TRAITS OF PIGLETS IN HIGHLY
PROLIFIC SOWS**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2020



Sveučilište u Zagrebu
AGRONOMSKI FAKULTET

Zrinko Dujmović

**UTJECAJ VELIČINE LEGLA, PORODNE
MASE I SPOLA NA PREŽIVLJAVANJE I
SVOJSTVA RASTA PRASADI
VISOKOPLODNIH KRMAČA**

DOKTORSKI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Zoran Luković

Zagreb, 2020



University of Zagreb
FACULTY OF AGRICULTURE

Zrinko Dujmović

**EFFECT OF LITTER SIZE, BIRTH WEIGHT
AND SEX ON SURVIVAL AND GROWTH
TRAITS OF PIGLETS IN HIGHLY
PROLIFIC SOWS**

DOCTORAL THESIS

Supervisor: Zoran Luković, PhD, Full professor

Zagreb, 2020

Bibliografska stranica

Bibliografski podaci:

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Poljoprivreda (agronomija)

Znanstvena grana: Stočarstvo

Institucija: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za specijalno stočarstvo

Voditelj doktorskog rada: prof. dr. sc. Zoran Luković

Broj stranica: 99

Broj slika: 0

Broj tablica: 23

Broj grafikona: 10

Broj literaturnih referenci: 127

Datum obrane doktorskog rada:

Sastav povjerenstva za obranu doktorskog rada:

1. prof. dr. sc. Danijel Karolyi

2. prof. dr. sc. Krešimir Salajpal

3. doc. dr. sc. Sven Menčik

Rad je pohranjen u:

Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Ulica Hrvatske bratske zajednice 4.
p.p.550, 10 000 Zagreb

Knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, Svetošimunska cesta 25,
10 000 Zagreb

Tema rada prihvaćena je na sjednici Fakultetskog vijeća Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 05.09.2017. godine, te odobrena na sjednici Senata Sveučilišta u Zagrebu, održanoj na svojoj 3. sjednici u 349. akademskoj godini (2017/2018) dana 14.11.2017. godine (Kl.643-03/17-08/25; Ur.br.380-130/042-17-2).

Sveučilište u Zagrebu
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja, **Zrinko Dujmović**, izjavljujem da sam samostalno izradio doktorski rad pod naslovom:

**UTJECAJ VELIČINE LEGLA, PORODNE MASE I SPOLA NA
PREŽIVLJAVANJE I SVOJSTVA RASTA PRASADI VISOKOPLODNIH
KRMAČA**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovog dokorskog rada;
- da je doktorski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni;
- da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

Zagreb, ____ ____ _____ godine

Potpis doktoranda

Ocjena doktorskog rada

Doktorski rad je obranjen na Sveučilištu u Zagrebu, Agronomskom fakultetu

_____ 2020. godine pred povjerenstvom u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Danijel Karolyi _____

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

2. Prof. dr. sc. Krešimir Salajpal _____

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

3. Doc. dr. sc. Sven Menčik _____

Sveučilište u Zagrebu Veterinarski fakultet

Zahvala

Najiskrenije poštovanje i zahvalu dugujem svom mentoru prof. dr. sc. Zoranu Lukoviću koji je uložio mnogo truda i vremena, te svojim znanjem i savjetima pomogao da izradim ovaj doktorski rad.

Također se zahvaljujem svim članovima povjerenstva koji su mi pomogli svojim prijedlozima na određene korekcije i bili uvijek na dispoziciji.

Zahvaljujem se obitelji Jančo što su mi omogućili da na njihovoj farmi dođem do velikog broja podataka potrebnih za izradu disertacije.

Posebnu zahvalu upućujem svojoj obitelji na potpori i strpljenju kroz sve vrijeme trajanja izrade ovog doktorskog rada.

Informacije o mentoru

Zoran Luković rođen je 31. svibnja 1972. godine u Sisku. Na Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisuje se 1994. godine na smjer Stočarstvo, gdje je diplomirao 1999. godine. Po završetku studija zapošljava na Zavodu za specijalno stočarstvo Agronomskog fakulteta u suradničkom zvanju mlađeg asistenta na predmetu „Svinjogojstvo“ te iste godine upisuje poslijediplomski magistarski studij. Dana 19. prosinca 2001. godine obranio je magistarski rad pod nazivom „Utjecaj kombinacije križanja i Hal gena na proizvodna svojstva križanaca“ te stekao akademski stupanj magistra znanosti iz područja biotehničkih znanosti, znanstveno polje agronomija/stočarstvo. U rujnu 2002. upisao se na poslijediplomski doktorski studij iz područja zootehnike na Biotehniškoj fakulteti Univerze u Ljubljani gdje je 10. srpnja 2006. godine obranio disertaciju pod nazivom „Covariance functions for litter size in pigs using a random regression model“ te stekao znanstveni stupanj doktora znanosti. U znanstveno-nastavno zvanje docenta izabran je 21. svibnja 2008. godine., a u znanstveno-nastavno zvanje izvanrednog profesora 23. siječnja 2013. godine. U znanstveno-nastavno zvanje redovitog profesora izabran je 17.04.2018. godine.

Zoran Luković aktivno je uključen u rad tijela Agronomskog fakulteta. Od 2009. do 2015. godine pristupnik je bio član Odbora za nastavu i izbor nastavnika. Od akademske godine 2012./2013. član je Fakultetskog vijeća. Nadalje, stalni je član Povjerenstva za računalni sustav, koordinator sustava za e-učenje Merlin, predsjednik Povjerenstva za e-učenje Agronomskog fakulteta. Voditelj studija „Proizvodnja i prerada mesa“ je od 2015. godine. Znanstvena djelatnost dr. sc. Zorana Lukovića odvija se u okvirima znanstvenog područja Biotehničke znanosti (4.0) i znanstvenog polja Poljoprivreda (4.01) vezanim uglavnom za granu stočarstva – svinjogojstvo. Kao autor ili koautor objavio više od 50 znanstvenih radova.

Bio je suradnik na dva nacionalna znanstvena projekta MZOŠ: „Genotipovi svinja za proizvodnju trajnih proizvoda“ i „Očuvanje i evaluacija crne slavonske pasmine svinja“ te suradnik na bilateralnom projektu (Hrvatska – Slovenija) MZOŠ RH „Procjena uzgojnih vrijednosti svinja u Hrvatskoj“ (2003-2004, šifra projekta 178141, voditeljice prof.dr.sc. Marija Uremović i prof.dr.sc. Milena Kovač). U razdoblju od 2005. do 2007. je sudjelovao na međunarodnom projektu „Training and mentoring early career scientists from candidate, associated and Mediterranean countries in a whole food chain approach to quality and safety“. U razdoblju od 2015. do 2019. sudjelovao je na međunarodnom znanstvenom projektu „Diversity of local pig breeds and production systems for high quality traditional products and sustainable pork chains“ (Grant agreement no. 634476). Tijekom svoje dosadašnje znanstvene karijere obavio više od 40 recenzija članaka objavljenih u znanstvenim časopisima i zbornicima s međunarodnih znanstvenih skupova.

Koordinator je modula "Uzgoj i korištenje svinja" i "Etika korištenja životinja" na preddiplomskim studijima Agronomskog fakulteta u Zagrebu, te modula "Uzgoj svinja i sustavi proizvodnje svinjskog mesa" i "Ponašanje i dobrobit životinja za proizvodnju mesa".na diplomskom studiju Proizvodnja i prerada mesa. Na poslijediplomskom doktorskom studiju Poljoprivredne znanosti koordinator je modula "Biotehnologije u svinjogojstvu". Ukupno je u nastavi sudjelovao više od 22 godine te je tijekom tog razdoblja bio voditelj više od 30 diplomskih i završnih radova. U koautorstvu sa studentima objavio je 5 znanstvenih radova.

Stručna djelatnost mentora ogleda se kroz sudjelovanje na stručnim skupovima vezanim za svinjogojsku proizvodnju. Popularizirao je struku kroz stručne radove i tekstove, održana stručna predavanja u Hrvatskoj i inozemstvu. Bio je voditelj pet tehnologijsko-stručnih VIP projekata, a aktivan je u stručnim tijelima koja se bave uzgojnim programima su svinjogojstvu i praćenjem stanja u svinjogojstvu i proizvodnji svinjskog mesa.

SAŽETAK

Selekcija svinja na veličinu legla u zadnjih dvadesetak godina pokazala se kao jedan od najvažnijih ekonomskih ciljeva u intenzivnoj svinjogojskoj proizvodnji. To je dovelo do stvaranja linija visokoplodnih krmača. Sa nastankom krmača visoke plodnosti javio se problem nemogućnosti tih istih krmača da othrane svu oprasenu prasadi. Najčešći razlozi proizlaze iz toga što u velikim leglima dolazi do smanjenja porodne mase prasadi, kao i do veće varijabilnosti u porodnim masama, a broj funkcionalnih sisa je često manji od broja oprasene prasadi. Prasadi manje porodne mase ima sporiji rast i veći postotak uginuća u zadnjoj fazi trudnoće i tijekom laktacije. Cilj ovog istraživanja je bio utvrditi značajnost utjecaja veličine legla, porodne mase i spola na svojstva rasta i preživljavanja prasadi visokoplodnih krmača, odnosno utvrditi da li u velikim leglima sa prasadi manje porodne mase uz određeni utjecaj spola dolazi do negativnog utjecaja na svojstva rasta i preživljavanja te iste prasadi. Podaci su dobiveni na svinjogojskoj farmi OPG Jančo čiji se uzgoj temelji na visokoplodnoj liniji krmača Pen Ar Lan. U prasilištu je slučajnim odabirom odabrana prasadi iz pedeset legala. Prasadi je nakon prasnja jedinstveno označena radi praćenja tijekom istraživanja, pojedinačno je izvagana je, određen je spol svakom prasetu, te zabilježeni podaci o rednom broju legla, kao i podaci o ukupno oprasenoj prasadi te o broju mrtvooprasene prasadi. Tijekom laktacije i uzgoja svako prase je vagano pet puta. U fazi laktacije prasadi je vagana digitalnom vagom Libela, dok je u fazi uzgoja vagana malom stočnom vagom. Na temelju raspodjele i rezultata osnovne statistike svaki sistematski utjecaj je definiran kao utjecaj s nivoima. Za svojstva veličine legla testirani su utjecaji broj ukupno oprasene prasadi, broj živooprasene prasadi te broj mrtvooprasene prasadi. Utjecaj porodne mase definiran je kao utjecaj s pet nivoa, a spol prasadi kao utjecaj s dva osnovna nivoa: muški i ženski, te kao utjecaj legla s obzirom na odnos muških i ženskih jedinki (pretežno muška, mješovita legla, i pretežno ženska legla). Preživljavanje prasadi praćeno je preko svojstava broj mrtvooprasene prasadi i broj prasadi uginule tijekom laktacije. Svojstva rasta prasadi praćena su preko tjelesnih masa prasadi i dnevnih prirasta u nekoliko razdoblja od prasnja do završetka uzgoja prasadi. Osnovna statistika izračunata je primjenom procedura MEANS i UNIVARIATE. Analiza varijance i testiranje sistematskih utjecaja izvršeno je pomoću PROC GLM statističkog paketa SAS, a razlike između nivoa određene su Tukey i F-testom.

Istraživanjem je utvrđen značajan utjecaj svojstava veličine legla i porodne mase na preživljavanje i svojstva rasta prasadi, dok nije utvrđen utjecaj spola na preživljavanje i svojstva rasta prasadi visokoplodnih krmača. Najmanje mrtvooprasene i prasadi uginule tijekom laktacije utvrđeno je u leglima u kojima je zabilježeno manje od 17 ukupno oprasene prasadi. U leglima s manje od 14 živooprasene prasadi utvrđen je najveći broj mrtvooprasene prasadi, ali i najmanji broj prasadi uginule tijekom laktacije. Najmanja porodna masa utvrđena je u leglima s više od 16 živooprasene prasadi. Najveći dnevni prirasti utvrđeni su u leglima s manje od 17 ukupno oprasene prasadi i u leglima s 14 -16 živooprasene prasadi. Nakon odbića prasadi veličina legla nije utjecala na dnevni prirast. Iako postoji trend smanjivanja uginuća s rastom porodne mase, razlike u broju mrtvooprasene prasadi i broju prasadi uginule tijekom laktacije nisu značajne. Prasadi manje porodne mase ima manju masu pri odbiću i manju masu na kraju faze uzgoja. Prasadi manje porodne mase ima manje dnevne priraste u svim razdobljima do kraja uzgoja. Nije utvrđen utjecaj spola na preživljavanje te masu i dnevne priraste prasadi ($P>0,05$). Primjena suvremenih načina upravljanja proizvodnjom omogućava preživljavanje prasadi niže porodne mase i bolje iskorištenje visokoplodnih krmača.

Ključne riječi: svinje, prasadi, visokoplodne krmače, veličina legla, porodna masa, spol, preživljavanje, rast, laktacija, uzgoj

EXTENDED ABSTRACT

EFFECT OF LITTER SIZE, BIRTH WEIGHT, AND SEX ON SURVIVAL AND GROWTH TRAITS OF PIGLETS IN HIGHLY PROLIFIC SOWS

Litter size and birth weight are important traits in pig production. Selection for improved litter size has increased the number of piglets born alive, and the creation of highly prolific sow lines. However, improvement at birth is not completely realized at weaning due to higher postnatal mortality. The number of piglets weaned per sow is a trait of major economic importance in pig production. At least partly, mortality during lactation is related to the decrease in average piglet birth weight. Birth weight is the result of the intrauterine growth of piglets and is considered to be one of the most important factors influencing pig survival. But a whole litter of the sow, the distribution of the birth weight within the litter (mean birth weight and variability within the litter) is of importance for the overall productivity of the sow. Litters with high levels of birth weight variation are claimed to have reduced survival because direct competition excludes light littermates from access to functional and productive teats. As birth weight decreased pigs were more likely to suffer mortality before weaning and during the nursery phase. Not only the survival rate but also postnatal growth performance can be compromised by low birth weight. Piglet birth weight and uniformity of litter are also affected by parity, and sex of piglets.

The aim of this study was to determine the effect of litter size, birth weight, and sex on survival and growth traits of piglet in highly prolific sows. Additionally, the variability of birth weight and growth of piglets in the hyper-prolific sow line in one of the top commercial pig farms in Croatia.

The experimental herd consisted of 50 Pen Ar Lan Naima sows farrowed between December 2014 and January 2015. Gestating sows were moved to the farrowing rooms one week before the expected parturition day. Sows were treated with d-cloprostenol on day 112 of the gestation period. Each pen was equipped with a commercial crate. One infrared heat lamp was placed in each farrowing crate to provide additional heat to piglets. On average, piglets were weaned at 28 days. From the 5th day after farrowing until weaning, sows were fed *ad libitum*. Within the first 18 hours of life, piglets were individually weighted, teeth clipped, and tail docked, as well as individuals identified and determined by sex. The third day after farrowing, piglets were injected with iron. Litter size was equalized by cross-fostering within two days after farrowing by moving piglets of smaller birth weight. Male piglets were castrated on the third day of life. During the survey, 720 piglets (Naima sows x P76 Pen Ar Lan hybrid boars) from 50 litters were weighted five times: the 1st day after farrowing (BW), 14th day of life (W2), at weaning on 28th day (W3), 30th day of nursery period (W4), and at the end of nursery period when piglets were old 83 days (W5). The normality of birth weight (BW) was tested using PROC UNIVARIATE (SAS, 2013). Standard deviation (SD) and range were measures of the variability of the birth weight (BW) and other weight measures. The coefficient of variation (CV) related the variability to the mean. Minimal and maximal birth weight showed the extremes in the distribution. Analysis of variance and testing of main effects in the model for live weight at

weaning (W3) was performed using PROC GLM (SAS, 2013). The statistical model included effects with levels: litter size, birth weight, and sex of piglets. The effect of litter size is analyzed through the number of piglets total, a number of piglets born alive, and the number of stillborn piglets. Each trait I defined as a trait with levels determined previously by basic statistical analysis using PROC MEANS and PROC UNIVARIATE. Litter size presented as a number of piglets born total is categorized into three groups: <17, 17 – 19, and >19 piglets. Litter size presented as a number of piglets born alive is categorized into three groups: <14, 14 – 16, and >16 piglets. Litter size presented as a number of stillborn piglets is categorized into three groups: 0 -1, 2 -3, and >3 piglets. The effect of the sex of the piglets was analyzed in two ways: firstly, in the usual way as the effect of male or female piglet, and secondly as the ration between piglets in litter according to sex as mainly male litters, mixed litters, and mainly female litters. For analysis purposes, BW was categorized into five classes: $\leq 1,000$ kg, 1,001 – 1,200 kg, 1,201 – 1,400 kg, 1,401 – 1,600 kg, and >1,600 kg.

Number of piglets born total influenced piglets survival presented as the number of stillborn piglets, number of piglets dead at weaning, and number of total dead piglets ($P < 0,0001$). The number of piglets born alive influenced also all survival traits at the level of significance $P < 0,01$. The number of stillborn piglets influenced the number of piglets weaned. The highest level of the mortality rate was observed in litters with 2 or 3 stillborn piglets. There was no difference between birth weight from different classes of the number of piglets born total ($P > 0,05$), but there is evidence that birth weight is smaller in litters of more than 16 piglets born alive ($P < 0,05$). Bodyweight of piglets at weaning generally decreased as litter size increased. The largest body weight at the end of the nursery period was observed in the smallest litters, with a tendency of no difference between different classes of the number of piglets born alive. The effect of litter size presented as the number of piglets born total on the growth rate of piglets showed that piglets in smaller litters had faster growth presented as daily gain in different periods from farrowing to the end of the nursery period. Further, daily gains of piglets were the highest in the litters of 14 to 16 piglets born alive in the period until weaning. After weaning there is no difference in daily gains according to different litter size classes of the number of piglets born alive.

Pre-weaning mortality averaged 17.2% of piglets born alive. In BW class below 1.000 kg, almost 44% of piglets died during the lactation period, mainly between the first (BW) and the second weighing (W2). Except for the crushing of piglets by the sow, early life mortality is most likely attributable to insufficient colostrum consumption and less milk consumption. Variability of birth weights (BW) was the largest in piglets with BW less than 1.000 kg. The highest number of piglets belongs to the BW class between 1.201 and 1.400 kg. The effect of birth weight on piglet survival is not so obvious, because there is a tendency of decreasing of a number of stillborn piglets with increasing birth weight, but these differences were not significant among birth weight classes. Similar conclusions could be drawn for the number of piglets weaned ($P > 0.05$). The birth weight of piglets had a significant influence on pre-weaning mortality and subsequent growth performances.

Pearson correlation coefficients among body weight traits ranged between 0.48 and 0.93. The lowest value of correlation coefficients was observed between birth weight and weight of piglets at weaning. The highest values of correlation coefficients were noticed between weight measurements in the nursery phase. The birth weight significantly influenced the bodyweight of piglets at weaning, as well as body weight at the end of the nursery period.

Piglets with BW less than 1.200 kg do not achieve critical live weights of a minimum of 7 kg at weaning, which means they need a prolonged lactation period. The difference in the final live weight at the end of the nursery period between the lightest and the heaviest piglets was more than 10 kg. In all observed periods, there is a significant effect of birth weight on daily gains determined ($P < 0.05$). Piglets with larger birth weight had larger daily gains. The difference in average daily gain between piglets with birth weight less than 1.000 kg and piglets with birth weight more than 1.600 kg was around 110 grams.

From all sources of variation included in the statistical model for traits, birth weight had the most important effect ($P < 0.0001$). Litter size showed a moderate level of significance, but the effect of sex on weaning weight was not determined in this study, although male piglets in our study had higher birth weight than female piglets.

In large litters produced by highly prolific sows, a variability of birth weight of piglets, together with an increased number of lighter piglets, become a new challenge for pig producers. Advantages in litter size of highly prolific sows could be only useful if the mortality of piglets reduced and if appropriate growth performance in piglets will be assured.

Keywords: pigs, piglets, hyperprolific sows, litter size, birth weight, sex, survival, growth, lactation, nursing

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Hipoteze i ciljevi istraživanja	3
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA	4
2.1. Utjecaj veličine legla na preživljavanje i svojstva rasta prasadi	4
2.1.1. Veličina legla	4
2.1.2. Veličina legla i preživljavanje prasadi	7
2.1.3. Veličina legla i rast prasadi	10
2.2. Utjecaj porodne mase na preživljavanje i svojstva rasta prasadi	13
2.2.1. Porodna masa prasadi	13
2.2.2. Porodna masa i preživljavanje prasadi	15
2.2.3. Porodna masa i rast prasadi	18
2.3. Utjecaj spola na preživljavanje i svojstva rasta prasadi	23
2.3.1. Spol i preživljavanje prasadi	23
2.3.2. Spol i rast prasadi	24
3. MATERIJAL I METODE	27
3.1. Opći podaci i ustroj farme	27
3.2. Tehnologija reprodukcije i prasenja na farmi	27
3.3. Postupak uzgoja, preventive i hranidbe prasadi na farmi	29
3.4. Ujednačavanje legala („Crossfostering“)	30
3.5. Prikupljanje podataka o tjelesnim masama	31
3.6. Mjerenje i statistička obrada podataka	36
4. REZULTATI	46
4.1. Utjecaj veličine legla na preživljavanje i svojstva rasta prasadi	46
4.1.1. Utjecaj veličine legla na broj mrtvooprasene prasadi i na broj prasadi uginule tijekom laktacije	46
4.1.2. Utjecaj veličine legla na masu prasadi	50
4.1.3. Utjecaj veličine legla na dnevni prirast prasadi	52
4.2. Utjecaj porodne mase na preživljavanje i svojstva rasta prasadi	56
4.2.1. Utjecaj porodne mase na preživljavanje prasadi	56
4.2.2. Utjecaj porodne mase na masu prasadi pri odbiću i na kraju uzgoja	57
4.2.3. Utjecaj porodne mase na dnevni prirast prasadi	59
4.3. Utjecaj spola na preživljavanje i svojstva rasta prasadi	61

4.3.1. Utjecaj spola na preživljavanje prasadi	61
4.3.2. Utjecaj spola na masu prasadi.....	61
4.3.3. Utjecaj spola na dnevni prirast prasadi.....	62
5. RASPRAVA	64
5.1. Utjecaj veličine legla na preživljavanje i svojstva rasta prasadi	64
5.1.1. Utjecaj veličine legla na preživljavanje prasadi	64
5.1.2. Utjecaj veličine legla na masu i dnevne priraste prasadi.....	67
5.2. Utjecaj porodne mase na preživljavanje i svojstva rasta prasadi	69
5.2.1. Utjecaj porodne mase na preživljavanje prasadi	69
5.2.2. Utjecaj porodne mase na rast prasadi	72
5.3. Utjecaj spola na preživljavanje i svojstva rasta prasadi	78
5.3.1. Utjecaj spola na preživljavanje prasadi	78
5.3.2. Utjecaj spola na rast prasadi	79
6. ZAKLJUČCI	83
7. POPIS LITERATURE	85
ŽIVOTOPIS	99

Popis grafikona

Grafikon 1. Čimbenici postnatalnog uginuća prasadi i njihova interakcija (modificirano prema Edwards (2002)).....	16
Grafikon 2. Raspodjela broja ukupno oprasene prasadi	33
Grafikon 3. Raspodjela broja živooprasene prasadi.....	34
Grafikon 4. Raspodjela broja mrtvooprasene prasadi	34
Grafikon 5. Raspodjela broja odbijene prasadi	35
Grafikon 6. Prikaz ovisnosti tjelesne mase prasadi o porodnoj masi.....	38
Grafikon 7. Raspodjela porodne mase prasadi	40
Grafikon 8. Raspodjela mase prasadi u dobi od 14 dana.....	41
Grafikon 9. Raspodjela mase prasadi pri odbiću.....	42
Grafikon 10. Raspodjela mase prasadi na kraju faze uzgoja	42

Popis tablica

Tablica 1. Broj mrtvooprasene i mumificirane prasadi u % po genotipu krmača na velikim farmama u Hrvatskoj 2018. godine	8
Tablica 2. Gubici prasadi tijekom laktacije u % u odnosu na broj velikih farmi 2018. godine	9
Tablica 3. Osnovna statistika za svojstva veličine legla (n=50)	32
Tablica 4. Varijabilnost tjelesne mase u ovisnosti o porodnoj masi prasadi	37
Tablica 5. Osnovna statistika za svojstvo mase prasadi	39
Tablica 6. Osnovna statistika (broj životinja, srednja vrijednost $\pm$ standardna devijacija) za porodnu masu (tm1) i masu prasadi pri odbiću (tm3) prema spolu prasadi.....	43
Tablica 7. Koeficijenti korelacije po Pearsonu između svojstava veličine legla	46
Tablica 8. Utjecaj broja ukupno oprasene prasadi na broj mrtvooprasene prasadi, broj prasadi uginule tijekom laktacije te na broj ukupno uginule prasadi (LSMean $\pm$ standardna greška)	47
Tablica 9. Utjecaj broja živooprasene prasadi na broj mrtvooprasene prasadi, broj prasadi uginule tijekom laktacije te na broj ukupno uginule prasadi (LSMean $\pm$ standardna greška)	48
Tablica 10. Utjecaj broja mrtvo oprasene prasadi na broj prasadi uginule u laktaciji (LSMean $\pm$ standardna greška)	49
Tablica 11. Utjecaj broja ukupno oprasene prasadi na porodnu masu, masu prasadi pri odbiću i na masu prasadi na kraju uzgoja (LSMean $\pm$ standardna greška)	50
Tablica 12. Utjecaj broja živooprasene prasadi na porodnu masu, masu prasadi pri odbiću i na masu prasadi na kraju uzgoja (LSMean $\pm$ standardna greška)	51
Tablica 13. Utjecaj broja ukupno oprasene prasadi na dnevni prirast u različitim razdobljima od prasenja do kraja uzgoja (LSMean $\pm$ standardna greška)	53
Tablica 14. Utjecaj broja živooprasene prasadi na dnevni prirast u različitim razdobljima od prasenja do kraja uzgoja (LSMean $\pm$ standardna greška)	55

Tablica 15. Utjecaj porodne mase na preživljavanje prasadi u laktaciji	56
Tablica 16. Utjecaj porodne mase na broj mrtvooprasene prasadi i na broj prasadi uginule u laktaciji (LSMean $\pm$ standardna greška).....	57
Tablica 17. Koeficijenti korelacija po Pearsonu između svojstava tjelesnih masa prasadi	58
Tablica 18. Utjecaj porodne mase na masu prasadi pri odbiću i na masu prasadi na kraju faze uzgoja prasadi (LSMean $\pm$ standardna greška).....	58
Tablica 19. Utjecaj porodne mase na dnevne priraste u različitim razdobljima od prasenja do kraja faze uzgoja prasadi (LSMean $\pm$ standardna greška)	59
Tablica 20. Utjecaj spola na broj mrtvooprasene prasadi i na broj prasadi uginule u laktaciji (LSMean $\pm$ standardna greška).....	61
Tablica 21. Utjecaj spola na porodnu masu prasadi, masu prasadi pri odbiću i masu prasadi na kraju uzgoja (LSMean $\pm$ standardna greška).....	61
Tablica 22. Utjecaj spola na dnevni prirast prasadi u različitim razdobljima od prasenja do kraja faze uzgoja (LSMean $\pm$ standardna greška).....	62
Tablica 23. Utjecaj legla prema omjeru jedinki po spolu na dnevni prirast prasadi u različitim razdobljima od prasenja do kraja faze uzgoja (LSMean $\pm$ standardna greška). 63	

1. UVOD

Današnja intenzivna svinjogojaska proizvodnja, odnosno proizvodnja prasadi temelji se na visokoplodnim linijama krmača. Veličina farmi na kojima se proizvodi prasad kreće se od nekoliko desetaka do nekoliko tisuća krmača. Svi proizvođači prasadi za cilj imaju proizvodnju što većeg broja prasadi. Tom cilju za ostvarenjem što veće proizvodnje u broju prasadi počelo se težiti unazad dvadesetak godina (Martineau i Badouard, 2009).

Zbog toga se selekcija svinja na svojstvo veličine legla pokazala kao jedan od najvažnijih ekonomskih ciljeva u intenzivnoj svinjogojaskoj proizvodnji. O broju proizvedene prasadi ovisi učinkovitost cjelokupne proizvodnje (Avalos i Smith, 1987; Luković i Škorput, 2015) što je dovelo do stvaranja linija visokoplodnih krmača koje se danas sve više koriste u intenzivnoj svinjogojaskoj proizvodnji (Wolf i sur., 2008). Pojam veličine legla može se protumačiti na različite načine, stoga se može promatrati kao: broj ukupno oprasene prasadi, broj živooprasene prasadi, broj odbijene prasadi, broj prasadi petog dana po prasenju, itd. U selekciji na veličinu legla najčešće se koristi broj živooprasene prasadi, dok je ekonomski gledano najvažniji broj odbijene prasadi po krmači. Međutim, zbog primjene nekih suvremenih tehnoloških procesa, kao što je premještanje prasadi pod druge krmače, selekciju na svojstvo broja odbijene prasadi po krmači nije moguće raditi. Selekcija krmača i genetski napredak na svojstvo veličine legla doveli su do toga da kod krmača visoke plodnosti nastaje puno više ovuliranih jajnih stanica i puno više njih biva oplođeno. To rezultira puno većim brojem zametaka, odnosno plodova, ali bez da se povećao kapacitet uterusa (Bérard i sur., 2010). Osim toga selekcija na svojstvo veličine legla dovela je do smanjenja porodnih masa prasadi, do veće varijabilnosti među porodnim masama u samom leglu i do sve većeg broja prasadi manje porodne mase (Akdağ i sur., 2009; Beaulieu i sur., 2010). Zbog te negativne genetske korelacije između veličine legla i porodne mase prasadi, kod pojave mnogobrojne prasadi u leglu, legla rezultiraju s prasadi manjih porodnih masa (Lund i sur., 2002; Bergstrom i sur., 2009).

Krmače visoke plodnosti prase veliki broj prasadi koji je vrlo često veći od broja funkcionalnih sisa. Iz tog razloga se pribjegava primjeni suvremenih tehnoloških postupaka kao što je ujednačavanje legala, odnosno premještanje suvišne prasadi pod krmače dojilje (ne biološke majke) kako bi se omogućilo ujednačenje preživljavanje što većeg broja oprasene prasadi. Pri tom postupku se svakako vodi računa da se prije svega zbrinjava prasad ispodprosječnih porodnih masa i da se ujedno izvrši ujednačavanje legala (standardizacija) prema tjelesnoj masi prasadi. Sve ovo ima za cilj smanjenje varijabilnosti

među porodnim masama prasadi što dovodi do smanjene smrtnosti prasadi tijekom laktacije (Bee, 2007). Postupak ujednačavanja legla je važno napraviti neposredno nakon završetka prasenja (Heim i sur., 2012) čime se postiže ujednačenost i osigurava odgovarajuća hranidba prasadi malih porodnih masa već u ranoj fazi laktacije. Veća varijabilnost porodnih masa na samom početku laktacije rezultira većim mortalitetom prasadi tijekom laktacije (Lund i sur., 2002; Bee, 2007; Akdag i sur., 2009). Zbog toga mnoga istraživanja potvrđuju da se ujednačavanje legala treba provoditi isključivo u cilju zbrinjavanja prasadi male porodne mase, jer je takva prasad glavni problem današnje proizvodnje prasadi u intenzivnoj svinjogojskoj proizvodnji. Također, takva prasad predstavlja kritično mjesto u proizvodnji u fazi rane laktacije, ali i daljnjih faza uzgoja i tova po pitanju svojstava preživljavanja i rasta.

Manje porodne mase rezultiraju većim mortalitetom tijekom laktacije, ali isto tako rezultat su i sporijeg rasta (Quiniou i sur., 2002). Također, o porodnim masama prasadi ovisi i preživljavanje te brzina rasta u kasnijem uzgoju (Wolter i sur., 2002; Deen i Bilkei, 2004; Vaclavkova i sur., 2012). Danas se smatra da je normalna porodna masa prasadi 1,3 do 1,5 kg s prosjekom 1,4 kg. Prasad porodne mase 1 kg ili manjom smatra se sitnom ili avitalnom. Najvažniji čimbenici porodne mase su: genotip svinja, veličina legla, dob oprasenih krmača te hranidba tijekom graviditeta (Uremović i Uremović, 1997). Za prasad veće porodne mase je karakteristično da ima bolju sposobnost uspostavljanja termoregulacije, ima bolju sposobnost sisanja i ishrane predstarterom te veću masu prilikom odbića (pozitivna genetska korelacija). Prasad male porodne mase isto tako gubi puno više tjelesne energije u obliku topline, sklona je bržem pothlađivanju, a samim time ima i manju sposobnost preživljavanja. Declerck i sur. (2016) navode da energetske dodaci neonatalnoj prasadi, osobito onoj male porodne mase, mogu smanjiti mortalitet osiguravajući izravnu energiju što predstavlja puno učinkovitiji postupak nego pokušavati poboljšati konzumaciju kolostruma.

Prasad male porodne mase ima veće gubitke tijekom uzgoja i manje dnevne priraste (Gondret i sur., 2005) te zaostaje u rastu tijekom svih faza uzgoja (Fix i sur., 2010a). Ukupni dnevni prirast od rođenja do kraja tova je kod prasadi sa manjom porodnom masom 5-8% manji u odnosu na prasad većih porodnih masa. Prasad manjih porodnih masa pri odbiću zaostaje u rastu tijekom cijele faze uzgoja i tova (Fix i sur., 2010b). Prilikom klanja prasad koja je imala porodnu masu od 0,8 do 1,1 kg postiže završnu klaoničku masu dvanaest dana kasnije u odnosu na prasad čija se porodna masa kretala od 1,75 do 2,05 kg (Gondret i sur., 2005).

Utjecaj spola na preživljavanje i svojstva rasta prasadi je slabije istražen i u dosadašnjim istraživanjima često kontroverzan. Iako je u kasnijoj dobi pri većim tjelesnim masama očita prednost muških jedinki u donosu na ženske u pogledu brzine rasta, u ranijoj dobi utjecaj spola još nije potpuno objašnjen i često je prikriven s drugim utjecajima. Utjecaj spola prasadi su proučavali Bocian i sur. (2012) te su zaključili da ženska prasadi ima veće porodne mase u odnosu na mušku. Jedno od objašnjenja što ženska prasadi ima bolje rezultate rasta u odnosu na mušku prasadi je bolje podnošenje stresa posebno u fazi odbića (Dunshea, 2001).

1.1. Hipoteze i ciljevi istraživanja

Hipoteze:

1. Veličina legla negativno utječe na preživljavanje i svojstva rasta prasadi visokoplodnih krmača.
2. Veća porodna masa pozitivno utječe na preživljavanje i svojstva rasta prasadi visokoplodnih krmača.
3. Spol utječe na preživljavanje i svojstva rasta prasadi visokoplodnih krmača.

Ciljevi:

1. Utvrditi utjecaj veličine legla na preživljavanje i svojstva rasta prasadi visokoplodnih krmača.
2. Utvrditi utjecaj porodne mase na preživljavanje i svojstva rasta prasadi visokoplodnih krmača.
3. Utvrditi utjecaj spola na preživljavanje i svojstva rasta prasadi visokoplodnih krmača.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

2.1. Utjecaj veličine legla na preživljavanje i svojstva rasta prasadi

2.1.1. Veličina legla

Selekcija u svinjogojstvu je godinama imala za cilj poboljšati rast svinja i iskorištavanje hrane, mesnatost te reproduktivnu učinkovitost krmača (Luković, 2006). Nakon uspješnog poboljšanja svojstava rasta i mesnatosti većina komercijalnih uzgojnih programa postavila je za cilj povećanje plodnosti svinja majčinskih pasmina i linija. Mnoga istraživanja (Ollivier, 1982; Haley i sur., 1988; Bolet i sur., 2001) su potvrdila da se genetski napredak u reproduktivnoj učinkovitosti svinja može postići najučinkovitije selekcijom na veličinu legla. Veličina legla u svinja je svojstvo koje se relativno lako mjeri, a zbog izuzetne ekonomske važnosti uključivanje ovog svojstva u uzgojne programe u svinjogojstvu je postalo zajamčeno.

Veličina legla je jedno od ekonomski najvažnijih svojstava o kojem ovisi učinkovitost cjelokupne svinjogojске proizvodnje (Avalos i Smith, 1987; Noguera i sur., 2002; Luković i Škorput, 2015). Dugo se smatralo da je selekcija na veličinu legla neučinkovita zbog vrlo sporog genetskog napretka koji se ostvarivao tradicionalnim selekcijskim metodama (neovisna razina odabiranja, selekcijski indeksi). Kao najvažniji razlozi neuspjeha u povećanju veličine legla navode se niski heritabilitet, ograničena veličina nukleus populacija, izraženost svojstva samo u ženskih životinja te dosta kasno mjerenje veličine legla. Primjena suvremenih metoda selekcije koje se temelje na metodologiji mješovitog modela i velikom broju informacija koje se koriste za procjenu uzgojnih vrijednosti svinja dovela je do stvaranja genotipova krmača visoke plodnosti (*eng. hyperprolific sow lines*).

Selekcija na veličinu legla prema BLUP-u (*eng. Best Linear Unbiased Prediction*) od sredine 90-tih prošlog stoljeća dovela je do značajnog genetskog napretka u svojstvima plodnosti svinja u mnogim populacijama. Selekcija na veličinu legla temelji se na procjeni uzgojnih vrijednosti te odabiru u velikoj populaciji ženskih rasplodnih životinja koje se procjenjuju kombinacijom genetske evaluacije, koja koristi podatke o plodnosti i podrijetlo životinja, i visokog intenziteta selekcije (Avalos i Smith, 1987; Noguera i sur., 2002). Nadalje, dodatno uključivanje analiza očinskih linija prilikom procjene uzgojnih vrijednosti plotkinja na svojstva veličine legla dovelo je do još bržeg ostvarenja genetskog napretka (Hamann i sur., 2004). Noguera i sur. (2002) također predlažu kao optimalnu kombinaciju u provedbi selekcije oba

pristupa, koristeći sve dostupne informacije o životinjama, o njihovim srođnicima zajedno s visokom razinom intenziteta selekcije što je na kraju omogućilo povećanje veličine legla majčinskih linija (Noguera i sur., 2002).

U zadnjih desetak godina veličina legla svinja se u prosjeku povećala za dva do tri praseta po leglu. Prema podacima Ministarstva poljoprivrede u Godišnjem izvješću za svinjogojstvo navodi se da je prosječan broj živooprasene prasadi na velikim farmama u 2018. godini bio 13,96, što je čak više od tri praseta u odnosu na 2009. godinu za koju je zabilježeno 10,66 živooprasene prasadi u leglu (Ministarstvo poljoprivrede, 2019). Veličina legla prikazana kao broj odbijene prasadi po krmači godišnje ekonomski je još važniji pokazatelj proizvodnje koji uračunava gubitke tijekom laktacije. Prema izvješću Agriculture and Horticulture Development Board iz 2018. godine prosječni broj odbijene prasadi u Europskoj Uniji iznosio je skoro 28, dok je Danska postigla rezultat od čak 33 odbijene prasadi po krmači godišnje (AHDB, 2018).

Veličina legla je kompleksno svojstvo koje je prenatalno određeno brojem ovuliranih jajnih stanica, preživljavanjem embrija i kapacitetom maternice (Johnson i sur., 1999). Postnatalno veličinu legla može se prikazati kao broj ukupno oprasene prasadi, broj živooprasene prasadi te broj odbijene prasadi. Iako je broj odbijene prasadi možda i važnije svojstvo od broja živooprasene prasadi s gledišta ekonomske važnosti, selekcija na broj odbijene prasadi nije moguća zbog ujednačavanja legala koje u proizvodnji prasadi na farmama krmača visoke plodnosti postaje rutinski tehnološki postupak. Naime, premještanjem prasadi pod ne biološke majke (krmače dojilje) dolazi do promjena u odnosu genetskih i okolišnih utjecaja o kojima ovisi kasnija procjena uzgojnih vrijednosti. Između svojstava broja ukupno oprasene prasadi i broja živooprasene prasadi utvrđena je visoka genetska korelacija. Međutim, s obzirom da broj ukupno oprasene prasadi u sebi sadrži i broj mrtvo oprasene prasadi, te se neizravno povećanjem broja ukupno oprasene prasadi može povećati i broj mrtvooprasene prasadi, u većini selekcijskih programa uzima se broj živooprasene prasadi kao svojstvo na koje se provodi selekcija na veličinu legla (Luković, 2006).

Broj živooprasene prasadi je pod utjecajem brojnih okolišnih i genetskih čimbenika, kao i interakcije između njih (Clark i Leman, 1986a; Clark i Leman, 1986b). Na farmama krmača neki od tih podataka (čimbenika) se bilježe radi provođenja managementa na farmi, kontrole podrijetla, ali ujedno se isti podatci koriste i u selekciji rasplodnih životinja. Pored podataka koji se uzimaju na krmačama, novije metode selekcije omogućuju selekciju na veličinu legla i svojstva sjemena nerasta čime se dodatno ubrzava genetski napredak za veličinu legla (Wolf, 2010). Osim selekcije, na povećanje veličine legla u svinja značajan utjecaj su imala

novija otkrića u području hranidbe svinja, visoka razina biosigurnosti na farmama te primjena novih tehnoloških postupaka s krmačama i prasadi (Škorput i Luković, 2015).

U intenzivnom svinjogojstvu danas se za proizvodnju prasadi u najvećem broju koriste visokoplodne linije krmača (Wolf i sur., 2008). Pojam visokoplodnih linija krmača (*eng. hyperprolific sow line*) javlja se početkom 80-tih godina prošlog stoljeća, ponajprije u francuskim farmama (Bidanel, 1994). Genetski potencijal za visoku plodnost krmača kineskih pasmina iskorišten je u stvaranju novih visokoplodnih linija u Francuskoj i Engleskoj (Haley i Lee, 1993). Veća plodnost križanki između velikog jorkšira i Meishan pasmine u odnosu na krmače velikog jorkšira proizlazi iz vrlo malih fetalnih gubitaka što, iako uz nešto manji broj ovuliranih jajnih stanica, dovodi do veličine legla koja je usporediva s onom u kineske pasmine. Ono što se selekcijom ipak nije ostvarilo je povećanje kapaciteta maternice te se javlja intrauterina prenapučenost uslijed pojave većeg broja embrija u maternici (Bérard i sur., 2010).

Kao najvažnije karakteristike farmi visokoplodnih linija krmača u Francuskoj, Martineau i Badouard (2009) navode poboljšanu reproduktivnu učinkovitost pri čemu 40% legala ima više od 14 živooprasene prasadi, poboljšani laktacijski kapacitet krmača, smanjenje gubitaka tijekom laktacije te rutinsku primjenu ujednačavanja legala po veličini i tjelesnoj masi prasadi (*eng. crossfostering*). Nadalje, autori navode praktični problem povećanja broja opasene prasadi na farmama s obzirom na usklađenost kapaciteta u prasilištu, uzgajalištu te tovilištu. Zbog narušene dinamike punjenja objekata i modificiranja principa „sve unutra – sve van“ dolazi do veće opasnosti od širenja bolesti poput PRRS-a i drugih. Promjene u managementu na farmama krmača visoke plodnosti spominju Smit i sur. (2013) pri čemu naglašavaju problem prasadi malih породnih masa koja zaostaje u rastu za prasadi prosječnih i većih porodnih masa te radi toga duže ostaje u uzgoju i tovilištu, što također narušava princip istovremenog punjenja i pražnjenja objekata za uzgoj te predstavlja biosigurnosni problem.

Visokoplodne linije krmača glavno su obilježje suvremenih uzgojnih stada u Europi, a posebno u Francuskoj (Martineau i Badouard, 2009) i Danskoj (Vidović i sur., 2011; Širanović, 2012). Osim čistih pasmina selekcioniranih na veličinu legla, visokoplodne linije su i majčinske linije hibridnih uzgojnih programa. Kao posljedica povećanja broja prasadi i postavljanja cilja ostvarenja što većeg broja odbijene prasadi po krmači godišnje (> 30) došlo je do promjene tehnologije u odnosu na farme krmača prosječne plodnosti. Jedna od tehnoloških inovacija koja se primjenjuje u velikom opsegu na francuskim farmama s krmačama visoke plodnosti je indukcija prasnjenja uporabom prostaglandina. Osim za indukciju prasnjenja, prostaglandini PGF₂α koriste se i za kontrolu iscjedka iz vulve nakon

prasenja davanjem injekcije 36 – 48 h poslije partusa. S druge strane, indukcija prasenja prostaglandinima u većini zemalja sjeverne Europe je zabranjena, kao primjerice u Danskoj čiji se rezultati u proizvodnji prasadi često navode kao mjerilo uspješne proizvodnje. Zbog jako velike zastupljenosti visokoplodnih linija krmača u francuskim stadima, Martineau i Badouard (2009) napominju da se sve češće nameće pitanje da li je u današnje vrijeme stavljen preveliki naglasak na dobivanje velikih legala i da li je time ugrožena cjelokupna proizvodnja prasadi na farmama. Sve se više zastupa uvjerenje da se mora malo zaustaviti utrka prema broju ukupno oprasene prasadi po leglu (Martineau i Badouard, 2009), posebno ako se promatra s gledišta dobrobiti krmača i prasadi, dugovječnosti krmača te održivosti same svinjogojске proizvodnje.

2.1.2. Veličina legla i preživljavanje prasadi

Poboljšavanje preživljavanja prasadi, odnosno smanjivanje gubitaka tijekom (broj mrtvooprasene i mumificirane prasadi) i nakon prasenja (uginuća u laktaciji i fazi uzgoja) postaje važan uzgojni cilj u uzgoju prasadi (Leenhouwers i sur., 2002). Tuchscherer i sur. (2000) navode da se većina gubitaka, skoro 80% javlja u perinatalnom razdoblju, tijekom prasenja i neposredno po prasenju, uglavnom unutar prva tri dana nakon prasenja. Za poboljšanje preživljavanja prasadi u ranom postnatalnom razdoblju autori preporučuju nadzor prasenja i prasadi, osiguranje optimalne mikroklimе za prasid te što ranije sisanje kolostruma. Broj mrtvooprasene prasadi kreće se između 10 i 15% od broja ukupno oprasene prasadi (van der Lende i sur., 2001; Herpin i sur., 2001). S druge strane, Edwards (2002) navodi nešto niže vrijednosti (4 – 8%) za broj mrtvooprasene prasadi, ali ujedno objašnjava da razlike u istraživanjima često potječu od nepouzđane dijagnoze pravog uzroka smrtnosti.

Povećanje veličine legla selekcijom dovelo je do povećanja varijabilnosti porodne mase prasadi unutar legla te do većeg udjela prasadi s malom porođnom masom (Milligan, 2002; Vaclavkova i sur., 2012). Upravo veći broj prasadi s malom porođnom masom je osnovni uzrok veće smrtnosti prasadi nakon prasenja krmača visokoplodnih linija (Uremović i Uremović, 1997; Menčik i sur., 2019). Bee (2007) navodi da je selekcija na veličinu legla, osim na povećanje varijabilnosti unutar legla, dovela i do sveukupnog smanjenja porodne mase prasadi. Navedeno objašnjava pojačanom konkurencijom fetusa za hranjivim tvarima još tijekom prenatalnog rasta i razvoja. Kod provođenja selekcije na povećanje veličine legla i porođnu masu prasadi, te posljedično na preživljavanje prasadi na razini legla, postoje ograničenja u tome koliko je moguće oba svojstva istodobno poboljšati zbog njihove

negativne korelacije (Kapell i sur., 2011). Genetski napredak u selekciji na veličinu legla i poboljšanje preživljavanja prasadi ubrzan je selekcijom na kandidatne gene za plodnost. Jedan od najviše istraživanih je estrogen receptor gen, koji osim na veličinu legla ima značajan utjecaj na preživljavanje prasadi. Menčík i sur. (2016) navode da su krmače s alelom A estrogen receptor gena u odnosu na krmače s alelom B imale značajno manje mrtvooprasene prasadi, čime se potvrđuje učinak tog alela na preživljavanje prasadi.

Knol i Bergsma (2004) navode kako 20% prasadi u Sjedinjenim Američkim Državama uginu u razdoblju između kasne gravidnosti i odbića prasadi. Od tog broja, 7% prasadi uginu tijekom samog prasenja, a oko 13% tijekom laktacije. Podaci o smrtnosti prasadi iz SAD-a otprilike odgovaraju podacima o preživljavanju prasadi na komercijalnim farmama u zapadnoj Europi, iako je prosječna veličina legla u Europi nešto veća nego u SAD-u. Autori nadalje navode da utjecaj na smrtnost prasadi imaju podjednako i krmača i prasad. Broj mrtvooprasene i mumificirane prasadi u % po genotipu krmača na velikim farmama u Hrvatskoj prikazan je u Tablici 1. Postotak mrtvooprasene i mumificirane prasadi kretao se na velikim farmama ovisno o genotipu između 8 i 12%. Ukupni prenatalni mortalitet od 8,5 % navode Očepek i sur. (2016) u visokoplodnih krmača Norsvin landrasa, dok su križanke između Norsvin landrasa i jorkšira imale značajno manji prenatalni mortalitet od svega 5,7%.

Tablica 1. Broj mrtvooprasene i mumificirane prasadi u % po genotipu krmača na velikim farmama u Hrvatskoj 2018. godine

Genotip krmače	% mrtvoprasene i mumificirane prasadi
Veliki jorkšir	10,40
Landras	8,16
Veliki jorkšir x landras	12,24
Landras x veliki jorkšir	8,40
Topigs GP	9,17
Topigs P	10,36

Izvor: Ministarstvo poljoprivrede (2019): Godišnje izvješće o stanju uzgoja svinja u Republici Hrvatskoj za 2018. godinu.

Gubici do odbića u zatvorenom sustavu držanja u komercijalnoj proizvodnji u Europi su u 2017. godini zabilježeni na razini od 13% (AHDB, 2018). Muns i sur. (2014) napominju da je na farmama visokoplodnih krmača u Španjolskoj smrtnost prasadi do odbića nerazrješiv problem. Autori navode da je prosječna smrtnost u fazi laktacije blizu 15%. Među brojnim uzrocima ranog uginuća prasadi kao jedan od ključnih navode nedostatan unos kolostruma. Prema Declerck i sur. (2017) ukupna količina kolostruma je neovisna o veličini legla, pa u leglima visokoplodnih krmača konzumacija dovoljne količine kolostruma kod prasadi je često problematična. Prema podacima Ministarstva poljoprivrede (Tablica 2) najveći broj farmi u sustavu velikih farmi u Hrvatskoj ima gubitke prasadi između 12 i 15% (Ministarstvo poljoprivrede, 2019). Do 10% gubitaka u laktaciji imalo je 36% farmi od ukupnog broja farmi na kojima se pratilo preživljavanje prasadi, dok je 15% farmi imalo gubitke u laktaciji više od 15%. Prosječni postnatalni mortalitet izražen kao % od broja živooprasene prasadi je na razini 12,3% u majčinskih linija u Norveškoj (Ocepek i sur., 2016).

Tablica 2. Gubici prasadi tijekom laktacije u % u odnosu na broj velikih farmi 2018. godine

Gubici	Do 10%	10,01 – 12,00 %	12,01 – 15,00%	> 15%
Broj farmi	7	1	8	3

Izvor: Ministarstvo poljoprivrede (2019): Godišnje izvješće o stanju uzgoja svinja u Republici Hrvatskoj za 2018. godinu.

Ukoliko navedene vrijednosti gubitaka prasadi tijekom laktacije usporedimo s vrijednostima unazad 20-tak godina vidimo da su gubici tijekom laktacije u prasadi visokoplodnih krmača viši jer po Uremović i Uremović (1997) prihvatljivi gubici prasadi u laktaciji podrazumijevaju gubitke do 10%. Osim veličine legla, na gubitke prasadi tijekom laktacije utječu i drugi čimbenici poput gladovanja prasadi (hipoglikemije), mehaničkih uzroka (prignječenja), porodne mase prasadi i redoslijeda prasenja, endokrinog razvoja prasadi, stjecanja pasivnog imuniteta (Quesnel i sur., 2012), zaraznih bolesti i ostalih razloga (Uremović i Uremović, 1997; Kosovac i sur., 2005).

Quesnel i sur. (2008) navode da je dob, odnosno redni broj prasenja jedan od uzroka veće smrtnosti prasadi tijekom prasenja i pojave dobivanja više mrtvooprasene prasadi. Autori navode primjer da povećanje prosječne veličine legla s 9 na 16 prasadi povećava udio prasadi s porodom masom ispod 1,0 kg s 3 na 15%, čime se izravno povećava i broj mrtvooprasene prasadi. Po njihovom tumačenju krmače u prvom i drugom prasenju daju

manje heterogena legla u odnosu na starije krmače. To uglavnom dovodi do činjenice da na farmama krmača treba smanjiti udio starijih krmača, od šestog prasenja nadalje, jer učestalost broja mrtvooprasene prasadi raste s rednim brojem prasenja. Isto tako, kod krmača umjerene plodnosti s manjim brojem ovuliranih jajnih stanica, uočena je manja varijabilnost u masama fetusa te posljedično veći broj živooprasene prasadi u % u odnosu na broj ukupno oprasene prasadi (Quesnel i sur., 2008).

U pogledu preživljavanja, prasad male porodne mase ima nepovoljniji položaj u odnosu na prasad veće porodne mase (Milligan i sur., 2002). To je nedostatak koji je puno izraženiji u većim leglima, kao i u leglima starijih krmača. Osobito niska stopa preživljavanja prasadi je u velikim leglima i to kod krmača od šestog rednog broja prasenja naviše. Kod jedinki s niskom porodnom masom potrebna je posebna briga kako bi se izbjegla pojava hipotermije (Ostović i sur., 2008). Također, u velikim leglima je potrebno osigurati pravovremeno sisanje svakom sitnijem prasetu kako takva prasad ne bi zaostajala za ostalom prasadi u leglu. Tako da prasad s malim porodnim masama zahtijeva više truda i brige od prasadi većih porodnih masa.

2.1.3. Veličina legla i rast prasadi

U istraživanju rasta svinja i utjecaja porodne mase na kasniji rast Lynch i sur. (2006) su došli do spoznaje da svinje na komercijalnim farmama rastu u prosjeku za 20 do 30% sporije nego svinje smještene pojedinačno u istraživačkim objektima ili testnim stanicama. Prema njima smanjena stopa rasta na komercijalnim farmama svinja je prije svega povezana s manjom konzumacijom hrane. Analizirajući negenetske čimbenike, unos hrane je pokretač rasta i mora se smatrati najvažnijim čimbenikom za to svojstvo. Postoje mnogi razlozi manje konzumacije hrane na komercijalnim farmama u odnosu na konzumaciju hrane koja se ostvaruje u kontroliranim objektima kao što su: veća konkurencija među životinjama (puno veći broj svinja), okolišna ograničenja (veća odstupanja od optimalnih mikroklimatskih uvjeta), te veća razina stresa kojem su izložene svinje uzgajane u komercijalnim uvjetima.

Selekcija svinja na visoku plodnost rezultirala je pojavom veće varijabilnosti u porodnim masama prasadi (Škorjanc i sur., 2007) i smanjivanja porodne mase prasadi (Bee, 2007). Negativnu genetsku korelaciju između veličine legla i porodne mase prasadi potvrđuju Roehe (1999), Bergstrom i sur., (2009), Lund i sur. (2002), Damgaard i sur. (2003), a prema Kerr i Cameron (1995) ta je veza linearna. Selekcija na veličinu legla dovela je do smanjenja porodne mase prasadi i veće zastupljenosti prasadi manjih porodnih masa (Akdag i sur., 2009; Beaulieu i sur., 2010; Quiniou i sur., 2002; Beaulieu i sur., 2010; Kumar i sur., 2010).

U svinjogojskoj proizvodnji, heterogenost legala odnosno nedostatak ujednačenosti tjelesnih masa prasadi unutar legla je važan problem koji otežava gospodarenje na farmama. Stupanj heterogenosti se povećava unutar legala kao odgovor na selekciju na veličinu legla. Takva selekcija rezultira većim leglima, povećanim gubicima u razdoblju od prasenja do odbića, smanjenjem porodnih masa, kao i smanjenjem rasta prasadi u laktaciji, ali i nakon odbića prasadi. Kod manjih legala, heterogenost u masama prasadi je manja, a manja je i potreba za postupkom ujednačavanja legala, koja se primarno provodi radi zbrinjavanja sitne prasadi (Canario i sur., 2014).

Prema Rehfeldt i sur. (2004) prenatalni rast je vrlo složen i visoko integrirani proces. Hranidba krmača te materinska somatotropna os igra značajnu ulogu u koordinaciji dijeljenja i korištenja hranjivih tvari između tkiva majke, placentе i embrija, odnosno fetusa u kasnijem stadiju razvoja. Značajnije ograničavanje hranjivih tvari tijekom gravidnosti ima trajni negativni učinak na fetalni i postnatalni rast. U istraživanju se pokazalo da tretiranje krmača hormonom rasta tijekom kasnog ili najvećeg dijela gravidnosti dovodi do povećanja porodne mase prasadi, što predstavlja ključni čimbenik za postnatalni rast. Pere i Etienne (2000) navode da se s povećanjem veličine legla povećava i cirkulacija krvi u uterusu, ali u puno manjem opsegu od broja fetusa. To dovodi do smanjenja cirkulacije krvi po fetusu, što može utjecati na opskrbu fetusa hranjivim tvarima.

Beaulieu i sur. (2010) navode da povećanje veličine legla utječe na smanjivanje porodne mase prasadi ($P < 0,05$). U istraživanju su pratili utjecaj veličine legla u krmača PIC (Pig Improvement Company) linije na porodnu masu prasadi na način da su postavili tri kategorije veličine legla s obzirom na broj živooprasene prasadi: ispodprosječna (3 – 10), prosječna (11 – 13), te natprosječna legla (14 – 19). Povećanje veličine legla s 8,4 na 15,4 prasadi rezultiralo je smanjenjem od 43 g u prosječnoj porodnoj masi prasadi. Autori nadalje nisu utvrdili da se povećanjem veličine legla povećava varijabilnost porodne mase unutar legala. Beaulieu i sur. (2010) također navode da uklanjanje najsitnije prasadi iz legala doprinosi smanjenju varijabilnosti u tjelesnim masama u kasnijim razdobljima (odbiće, kraj tova). Quiniou i sur. (2002) su došli do zaključka da povećanjem veličine legla sa svakim oprasnim prasetom prosječna porodna masa prasadi pada za 35 g.

Akdag i sur. (2009) navode da je porodna masa prasadi odlučujući čimbenik koji određuje masu prasadi pri odbiću, a time i preživljavanje prasadi tijekom laktacije. Osim same porodne mase, na rast prasadi veliki utjecaj ima i varijabilnost porodne mase u leglu. Svojstva rasta su usko vezana uz veličinu legla, gdje u velikim leglima dolazi do pojave većeg broja prasadi manje porodne mase, pri čemu takva prasad ima puno veću konkurenciju prilikom sisanja i postoji velika vjerojatnost da ne dođe do unosa dovoljne

količine kolostruma u organizam. Kolostrum u prvim danima života je prasadi najvažnija komponenta potrebna za zaštitu organizma od vanjskih infekcija i osigurava organizmu pasivni imunitet.

Nedovoljna količina kolostruma čini prasad slabije otpornom i obično takva prasad biva inficirana okolišnim bakterijama i virusima što ima za posljedicu utjecaj na smanjeni dnevni prirast i veći morbiditet. Cornelison i sur. (2018) su tako u svom istraživanju, u stadu koje je bilo prirodno pozitivno na virus reproduktivnog i respiratornog sindroma svinja (PRRS) utvrdili da su dnevni prirasti u prasadi bili mnogo manji, dok se broj hranidbenih dana do kraja tova povećao. Dnevni prirasti tijekom laktacije su bili manji za 8% do 14%, a sve je to rezultiralo i visokom stopom smrtnosti od čak 19,9%. Tržišni gubici po svinji su bili u vrijednosti od 8,49 do 29,82 USD. Troškovi liječenja su također znatno doprinijeli konačnim gubicima. Time su Cornelison i sur. (2018) željeli naglasiti potencijalnu opasnost i učinak mješovitih etiologija bolesti na ekonomski učinak u proizvodnji svinjskog mesa.

Velika legla i velik broj prasadi iscrpljuju i troše krmače majke. Visokoplodne linije krmača koje prase velik broj prasadi fiziološki proizvode velike količine mlijeka. Ta proizvodnja i uzgoj velikih legala troši energetske zalihe organizma, utječe na tjelesno stanje krmača te povećava broj ozljeda kod krmača (Ocepek i sur., 2016). Zbog toga je važna reakcija i utjecaj putem određenih tehnoloških postupaka i hranidbe kako bi se smanjilo suvišno trošenje samog organizma dojilja. Sve to ukazuje na važnost ravnoteže između ekonomske proizvodnje i osobina koje poboljšavaju dobrobit i dugovječnost krmača.

Bérard i sur. (2008) nisu utvrdili razlike u dnevnom prirastu prasadi iz malih (≤ 10) i velikih legala (≥ 14) u razdoblju laktacije ($P=0,29$) te u fazi uzgoja ($P=0,94$). Bérard i sur. (2008) su također utvrdili značajno veću porodnu masu kod prasadi iz malih legala u odnosu na prasad iz velikih legala, međutim u kasnijim fazama rasta i razvoja nije utvrđena razlika u tjelesnim masama, niti kod odbića ($P=0,19$), niti na kraju faze uzgoja prasadi ($P=0,91$). S druge strane, Milligan i sur. (2002) navode da velika varijabilnost u porodnoj masi utječe na varijabilnost u masama prasadi pri odbiću.

2.2. Utjecaj porodne mase na preživljavanje i svojstva rasta prasadi

2.2.1. Porodna masa prasadi

Smatra se da je normalna porodna masa oprasene prasadi od 1,3 kg do 1,5 kg, odnosno u prosjeku 1,4 kg. Prosječnu porodnu masu od 1,4 kg dobili su Arango i sur. (2006), Roehe (1999) i Grandinson i sur. (2002). Prasad porodne mase od 1 kg ili manjom se smatra sitnom, odnosno avitalnom prasadi (Uremović i Uremović, 1997). Mala porodna masa prasadi posljedica je intrauterine retardacije rasta tijekom gravidnosti (Vaclavkova i sur., 2012).

Individualna porodna masa prasadi, kao i varijabilnost porodne mase unutar legla, su dva vrlo važna svojstva u svinjogojskoj proizvodnji (Quiniou i sur., 2002; Bee, 2007). Porodna masa prasadi je određena prenatalnim rastom i razvojem, koji su pod utjecajem brojnih okolišnih i drugih čimbenika. Wu i sur. (2006) kao najvažnije čimbenike prenatalnog rasta i razvoja navode hranidbu krmača tijekom gravidnosti, apsorpciju hranjivih tvari u probavnom traktu, metaboličke poremećaje te poremećaje u homeostatskim mehanizmima između majke i fetusa, okolišnu temperaturu i stres te loše upravljanje na farmi krmača.

Prema Roehe (1999) porodna masa prasadi je uglavnom majčinsko svojstvo. Knol i Bergsma (2004) u opisu biološkog modeliranja porodne mase navode da prasad intrauterino pokušava iskazati svoj genetski potencijal za rast. Međutim, ograničavajući čimbenik te ekspresije gena je opskrba hranjivim tvarima putem placente krmača. Što je veličina legla veća, to je opskrba hranjivim tvarima više ograničena. Autori navode da jedino kad bi krmače imale četiri do pet prasadi u leglu postoji vjerojatnost da će prasad ostvariti puni genetski kapacitet za rast i prema tome najveću porodnu masu. Na intrauterini rast fetusa svinja utječu hormoni adipoznog tkiva krmača. Superchi i sur. (2019) navode da krmače s debljinom leđne slanine od 18,20 mm u odnosu na krmače s debljinom leđne slanine od 11,60 mm prase prasad većih porodnih masa ($P < 0,014$).

Negenetski čimbenici utječu na porodnu masu prasadi isto kao i genetski čimbenici. Assan i sur. (2014) navode da su dob krmača kod prvog pripusta, hranidba tijekom graviditeta, kao i veličina legla u direktnoj korelaciji s masom prasadi nakon prasenja. Porodna masa, kao i masa prasadi pri odbiću, su svojstva od izuzetnog ekonomskog značaja koje treba uzeti u obzir kao dvije glavne osobine koje utječu na profitabilnost svinjogojske proizvodnje. Fetalni rast i porodna masa određeni su genotipom fetusa, međutim kvantiteta i kvaliteta postnatalne prehrane ima veliki utjecaj na razvoj tjelesnih tkiva, prije svega mišićnog tkiva i

na brzinu rasta tijela. Dob kod prvog pripusta predstavlja biološku dob krmača koja ima značajan utjecaj na prosječnu porodnu masu prasadi. To se može objasniti činjenicom da biološka dob krmače odražava stanje fiziološke spremnosti krmača za graviditet. Podaci o okolišnim utjecajima i razumijevanje negenetskih čimbenika koji utječu na porodnu masu prasadi, omogućit će lakši odabir rasplodnih životinja te lakše upravljanje proizvodnjom, kako bi se smanjili svi utjecaji koji smanjuju učinkovitost proizvodnje (Assan i sur., 2014). Među najvažnijim čimbenicima o kojima ovisi porodna masa prasadi su: genotip svinja, veličina legla, dob oprasenih krmača te hranidba tijekom graviditeta (Uremović i Uremović, 1997).

Prasad male porodne mase, osim što imaju niže zalihe energije, trebaju više vremena do prvog sisanja kolostruma, što ih čini više osjetljivim na hladnoću u odnosu na prasad normalne porodne mase (Herpin i sur., 2002). Nadalje, u usporedbi s prasadi većih porodnih masa, prasad malih porodnih masa je tijekom uspostavljanja rasporeda sisanja na sisama krmače u nepovoljnom položaju, pri čemu obično zauzimaju zadnje sise koje proizvode manju količinu kolostruma, odnosno kasnije mlijeka (Ostović i sur., 2008). Herpin i sur. (2002) zaključuju da je niska porodna masa u kombinaciji s velikom varijabilnosti porodne mase prasadi unutar legala ključni razlog veće smrtnosti prasadi u laktaciji. Cutler i sur. (1999) pretpostavljaju da prasad male porodne mase ima veći rizik od uginuća ukoliko se nalaze u velikim leglima zbog većeg broja konkurenata za hranu te sa starijim krmačama koje onemogućavaju pristup funkcionalnim sisama. Vasdal i Andersen (2012) navode da je osim problema s pristupačnosti sisama, uočeno da prasad starijih krmača treba više vremena da posisa kolostrum te ima slabije priraste u prvih 24 h po prasnju.

Porodna masa prasadi je jedan od najvažnijih čimbenika o kojem ovisi brzina rasta prasadi i preživljavanje (Wolter i sur., 2002; Deen i Bilkei, 2004; Vaclavkova i sur., 2012). Porodna masa prasadi je rezultat intrauterinog rasta (Wolter i sur., 2002). Kao rezultat intrauterine prenapučenosti kod visokoplodnih krmača i velikog broja embrija (Bérard i sur., 2010), dolazi do prasnja većeg broja prasadi s manjim porodnim masama. Zbog toga kod velikih legala porodne mase prasadi su manje, ali i varijabilnost među porodnim masama je veća (Škorjanc i sur., 2007).

Razlike u tjelesnoj masi između lake i teške prasadi se povećavaju tijekom laktacije i daljnjih faza uzgoja (Bilkei i Biro, 1999). Legla s većom varijabilnosti u porodnoj masi imaju tendenciju većeg mortaliteta prije odbića (Caceres i sur., 2001). Međutim, Milligan i sur. (2002) navode da korelacija između varijabilnosti porodne mase i preživljavanja može biti zbunjujuća i pomiješana s tendencijom da su legla s većom varijabilnosti u porodnoj masi

prasadi i inače veća te imaju veći broj prasadi male porodne mase (van der Lende i de Jager, 1991), ili da potječu od starijih krmača (Pettigrew i sur., 1986).

Martineau i Badouard (2009) navode neke činjenice vezane za legla visokoplodnih krmača. Kao specifičnost koju su primijetili u leglima s više od 15 živooprasene prasadi navode da u takvim leglima u većini slučajeva pronađu prase se porodnom masom većom od 1,8 kg. Međutim, ono što je s gledišta preživljavanja najviše problematično je da u takvim leglima značajno raste broj sitne prasadi s manje od 1,0 kg. Prema njihovom istraživanju u leglima s više od 15 živooprasene prasadi u prosjeku ima 20 – 25% sitne prasadi koja je lakša od 1,0 kg. Nadalje, Martineau i Badouard (2009) navode da prasad ispodprosječne porodne mase u odnosu na prasad iznadprosječne porodne mase postižu konačnu tjelesnu masu u tovu čak 28 dana kasnije.

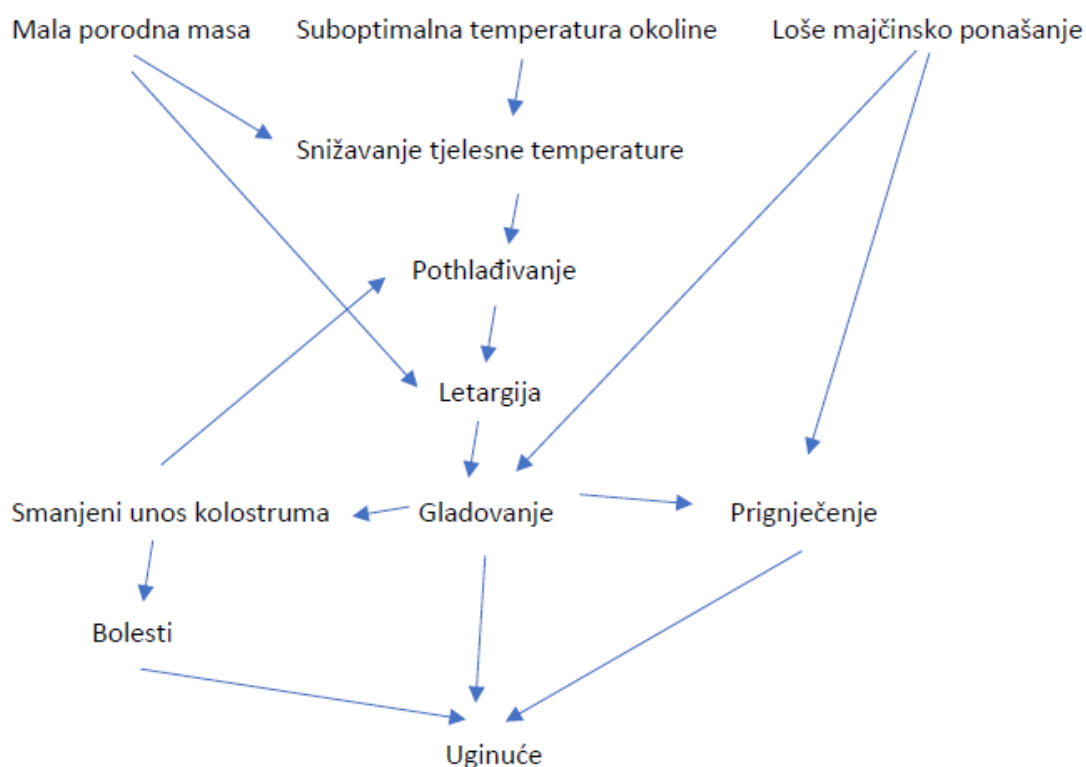
2.2.2. Porodna masa i preživljavanje prasadi

Porodna masa prasadi jedan je od najvažnijih čimbenika koji utječu na preživljavanje prasadi (Wolter, 2002; Deen i Bilkei, 2004; Kabalin i sur., 2017). Osim porodne mase veliku ulogu u preživljavanju prasadi nakon prasenja ima pravovremena konzumacija kolostruma. Xu (2003) navodi da unos dovoljne količine kolostruma predstavlja važan čimbenik koji utječe na preživljavanje prasadi tijekom prvih dana života. Kolostrum prasadi osigurava hranjive tvari potrebne za rast, ali još veća važnost kolostruma je u tome što sadrži velike količine imunoglobulina koji pasivno štite prasad od bolesti. Samo tijekom prvih 24 do 48 sati imunoglobulini kolostruma mogu proći kroz crijevnu barijeru prasadi. Unos kolostruma po kg tjelesne težine prasadi varira između 210 i 370 grama, ali neka prasad imaju sposobnost posisati i 450 grama kolostruma po kg tjelesne mase.

Veličina legla znatno utječe na konzumaciju kolostruma. Zbog toga kod visokoplodnih pasmina krmača postoji velika varijabilnost u unosu kolostruma kod prasadi. Canario i sur. (2006) i Leenhouders (1999) su utvrdili veći broj mrtvooprasene prasadi u natprosječno velikim leglima. Ravnomjerna distribucija dostupnog kolostruma, ima pozitivan utjecaj na preživljavanje prasadi. Veliki broj živooprasene prasadi, rezultira većim brojem prasadi s niskim porodnim masama i puno slabije vitalnosti. Kod te prasadi se smanjuje mogućnost unosa dovoljne količine kolostruma. To dovodi do većih gubitaka prasadi, uglavnom u prvim danima života. Isto tako s dobrom distribucijom kolostruma, smrtnost prasadi može biti u porastu kod velikih legala, jer veliki broj prasadi zahtijeva veću proizvodnju kolostruma. To je ostvarivo kada krmače imaju dovoljan broj funkcionalnih sisa. Preživljavanje prasadi se može povećati ako se smanje ili uklone svi čimbenici koji povećavaju stres tijekom sisanja,

ako se krmači određenim tehnološkim postupcima omogući da doji optimalan broj prasadi i ako se svakom prasetu osigura optimalna distribucija dostupnog kolostruma.

Edwards (2002) zaključuje da je preživljavanje prasadi rezultat interakcije krmače, prasadi i okoline, te da je pojedinačni uzrok uginuća prasadi vrlo teško odrediti. Neki od najvažnijih čimbenika postnatalnog uginuća prasadi, kao i njihove interakcije, prikazani su na Grafikonu 1.



Grafikon 1. Čimbenici postnatalnog uginuća prasadi i njihova interakcija (modificirano prema Edwards (2002))

Knol i Bergsma (2004) navode da s povećanjem porodne mase selekcijom ne smanjuje smrtnost prasadi. Selekcija na bolje preživljavanje prasadi daje prednost prasadi koja imaju bolju sposobnost prijelaza iz uterusa u vanjski svijet. Nadalje, važnu ulogu u preživljavanju prasadi ima majčinska sposobnost. Postoje razlike između genotipova svinja, a odnose se prije svega na ponašanje majki prema prasadi i na prijenos hranjivih tvari od majke na prasad.

Roehe (1999) navodi da se mortalitet tijekom laktacije brzo smanjuje s povećanjem porodne mase, s 40% u prasadi s porodnom masom ispod 1 kg do manje od 7% u prasadi s porodnom masom većom od 1,6 kg. Manje porodne mase prasadi rezultiraju većim mortalitetom prasadi u fazi laktacije i sporijim rastom (Quiniou i sur., 2002). Također sitna i avitalna prasad ima puno manju mogućnost za preživljavanje (Fix i sur., 2010a). Marcatti (1986) u istraživanju utjecaja ujednačavanja legala na proizvodna svojstva do odbića navodi smrtnost od 60% za prasad rođenu s manje od 800 grama. Pardo i sur. (2013) u svom istraživanju dolaze do spoznaje da je mala porodna masa prasadi povezana s većom smrtnošću prasadi u fazi laktacije, pri čemu je prasad s porodnom masom većom od 1,7 kg imala stopu preživljavanja od 89%, a prasad s porodnom masom manjom od 1,3 kg svega 61% ($P < 0,01$). Normalni gubici tijekom laktacije obično se smatraju do 10% (Uremović i Uremović, 1997). Alonso-Spilsbury i sur. (2007) navode da se mortalitet prasadi do odbića kreće između 10 do 20% od broja živooprasene prasadi. Arango i sur. (2006) spominju gubitke u laktaciji u iznosu 11,8 % s tim da se više od pola uginuća prasadi dogodi u prvih pet dana po prasenju.

Martineau i Badouard (2009) navode da se gubici tijekom laktacije, koji se kreću 10 – 12 %, javljaju najčešće u prvih 72 h poslije prasenja. Iako je poznato da je porodna masa prasadi jedan jako bitan čimbenik preživljavanja, autori navode da porodna masa nije jedini čimbenik koji može objasniti preživljavanje prasadi tijekom laktacije, nego treba uzeti u obzir i zrelost te vitalnost prasadi. Porodna masa sama po sebi nije dovoljna za opis zrelosti, nego treba uzeti u obzir i takozvanu intrauterinu retardaciju rasta. Tek oprasena prasad je fiziološki nezrela i postepeno uspostavlja metaboličke mehanizme. Kabalin i sur. (2017) navode da prasad manje porodne mase ima u serumu nižu razinu glukoze ($P < 0,05$) što je također jedan od čimbenika koji utječu na preživljavanje u prvih nekoliko dana nakon prasenja.

Baxter i sur. (2008) kao najvažnije čimbenike smrtnosti tijekom laktacije navode malu porodnu masu, slabiji vigor prasadi koji je neovisan od porodne mase, te produženo vrijeme do prvog sisanja kolostruma. Za prasad veće porodne mase je karakteristično da je vitalnija i ima bolju sposobnost sisanja. To znači da brže dolazi do sise, konzumira veću količinu mlijeka i brže napreduje (Bierhals i sur., 2012). Takva prasad ima bolju sposobnost termoregulacije pa je puno manja vjerojatnost da dođe do pothlađivanja, hipoglikemije i uginuća. Optimalan razvoj termoregulacije je preduvjet od velike važnosti za uspješnu adaptaciju na izvanmaternični život. Za razliku od većine novorođenih sisavaca, prasad nema veće količine masnog tkiva i oslanja se gotovo isključivo na mehanizam drhtanja

kojim vrši termogenezu za potrebe termoregulacije. Kod prasadi stoga skeletni mišići igraju važnu ulogu u očuvanju homeotermije (Herpin i sur., 2002).

Prasad veće porodne mase pred kraj faze laktacije puno bolje konzumira predstarter i u većoj količini, pa zbog toga puno bolje prirašta (Uremović i Uremović, 1997). Rezultat svega je da veća porodna masa prasadi dovodi do veće mase prasadi prilikom odbića.

2.2.3. Porodna masa i rast prasadi

Porodna masa prasadi utječe na njihovu daljnju sposobnost rasta. Prasad s malom porodnom masom započinje život kao manja, manje dobiva na prirastu u svim fazama proizvodnje i lakša je na kraju faze tova (Vaclavkova i sur., 2012). Schinckel i sur. (2007) također napominju da prasad male porodne mase ima manje tjelesne mase tijekom cijelog proizvodnog razdoblja. Fix i sur. (2010a) navode nekoliko bitnih prenatalnih i postnatalnih čimbenika koji su odgovorni za sporiji rast prasadi zbog male porodne mase. Kao prvo, autori navode da prasad male porodne mase u odnosu na prasad prosječne i natprosječne porodne mase ima manji broj mišićnih vlakana, što izravno utječe na sporiji rast u daljnjim razdobljima uzgoja. Iako je broj mišićnih vlakana određen prenatalno, povećanje veličine istih utječe na brzinu rasta. Kao drugi važan čimbenik rasta prasadi, autori navode usvajanje kolostruma. Naime, prasad veće porodne mase je vitalnija i zauzima prednje sise koje su mliječnije i time takva prasad ima i veće dnevne priraste tijekom laktacije, ali i kasnijih faza uzgoja.

Nadalje, Roehe (1999) navodi da prasad veće porodne mase (1,6 kg naspram 1,0 kg) ima u razdoblju laktacije do dobi od 21 dan veći dnevni prirast za 53 g, odnosno u razdoblju od odbića do tjelesne mase 25 kg dnevni prirast veći za 28 g. Schinckel i sur. (2004) u analizi rasta svinja od rođenja do dobi od 60 dana navode korelaciju od 0,54 između porodne mase i mase prasadi kod odbića, dok su korelacije između mase kod odbića i tjelesnih masa u razdoblju uzgoja prasadi (19. dan po odbiću i 42. dan po odbiću) još i više i kreću se od 0,81 do 0,74.

Budući da je količina unesenog kolostruma vrlo promjenjiva između prasadi, ovisno o veličini prasadi te porodnoj masi, možemo očekivati da je unos kolostruma manji u prasadi s malom porodnom masom. Dopuna kolostruma kao jednokratne doze hranjenja prasadi, može poboljšati konzumaciju i unos kolostruma kod prasadi, ali te količine dodatka nisu dovoljne da povećavaju rast i preživljavanje prasadi. Ipak nadopune kolostruma povećavaju koncentraciju imunoglobulina u plazmi (Muns i sur., 2014).

Cilj današnje tehnologije je uskladiti broj prasadi na sisi tijekom prvih 24 sata od prasenja prema broju funkcionalnih sisa. Kako mlijeko krmača nije ujednačeno, tako i količina mlijeka dostupnog svakom prasetu je drugačija pa je jedan dio prasadi pothranjen ili su potpuno bez funkcionalne mliječne žlijezde. To dovodi do pojave proljeva, povećanja smrtnosti i velike varijabilnosti u masi odbijene prasadi. Prosječni dnevni prirast prasadi u skupini krmača s MMA (mastitis, metritis, agalaktija) sindromom tijekom prva tri dana života smanjen je na 63,4% od dnevnog prirasta prasadi iz zdrave skupine. Stopa smrtnosti praktički je udvostručena. Manjak mlijeka tijekom prva tri dana laktacije negativno se odražava na masu prasadi prilikom odbića, tako što dolazi do smanjenja prosječnog dnevnog prirasta za 5% i povećanja stope smrtnosti (Sarandan i sur., 2009).

Na komercijalnim farmama je uobičajeno da najmanje jedna trećina krmača ne proizvodi dovoljno kolostruma za potrebe njihovih legala (Quesnel i sur., 2012). Povećana sposobnost prasadi da sisa kolostrum, a kasnije mlijeko, smanjuje varijabilnost prasadi zbog razlika u porodnoj masi prasadi unutar legla. Pravilna hranidba tijekom graviditeta rezultira dobrom mliječnosti krmača što djeluje na vitalnost prasadi koja se rađa s većim porođnim masama i na stjecanje pasivnog imuniteta. Smatra se da je 200 g kolostruma po prasetu, tijekom prva 24 h nakon rođenja, minimalna količina koju prasadi mora posisati što značajno smanjuje rizik od smrtnosti u fazi laktacije, pruža pasivnu imunost i omogućava ravnomjerno dobivanje na tjelesnoj masi. Isto tako, konzumacija od 250 g kolostruma se preporuča za postizanje dobrog zdravlja i rasta.

Arango i sur. (2006) su proučavali genetski utjecaj porođnih masa prasadi na pojavu smrtnosti. Autori naglašavaju da je direktan genetski utjecaj povezan s ranim mortalitetom prasadi u fazi laktacije. Također su ustanovili da je genetska korelacija usko vezana i s mortalitetom u kasnijoj fazi laktacije, ali tu se ipak radi i o nekim drugim okolišnim čimbenicima. Važnost porođne mase u preživljavanju prasadi je u njihovom istraživanju potvrđena. Prema njima, faktor prilagodbe pojedinih legala nakon prasenja, svakako treba uzeti u obzir prilikom vršenja selekcijskih programa za poboljšanje preživljavanja prasadi. Selekcija na povećanje porođne mase prasadi u leglu ima povoljnu korelaciju prema utjecaju na smanjenje smrtnosti prasadi.

Kako bi što veći broj prasadi preživio tijekom laktacije i kako bi se smanjio utjecaj negativne genetske korelacije između veličine legla i porođne mase prasadi, danas je u suvremenoj proizvodnji prasadi uobičajeno primjenjivati tehnološki postupak zbrinjavanja prasadi ispodprosječnih porođnih masa odnosno ujednačavanje legala (*eng. „cross-fostering“*) odmah po prasenju, nakon što prasadi posisa kolostrum (Heim i sur. 2012.). Ujednačavanje legala je najvažnija posljedica selekcije na visoku plodnost krmača. Iako su osnovna pravila

ujednačavanja legala i postupci s prasadi male porodne mase poznati (English, 1993; English, 1998; Deen i Bilkei, 2004), sama primjena postupaka u spajanju prasadi iz različitih legala razlikuje se od stada do stada i ovisi o konkretnoj situaciji u prasilištu.

Prilikom prebacivanja prekobrojne prasadi pod druge krmače (ne biološke majke) uvijek se vodi računa da se prebacuje (zbrinjava) prasad ispodprosječnih porodnih masa i smanji smrtnost zbog povećane varijabilnosti u porodnim masama (Bee, 2007). Osim toga, treba voditi računa da se svakako izvrši i ujednačavanje legala prema broju prasadi u leglu (Akdag i sur., 2009).

Prilikom postupka premještanja prasadi s malim porodnim masama, uočeno je da njihova stopa preživljavanja ukazuje na to da se ona ne smiju miješati s prasadi velikih porodnih masa. To rezultira s više propuštenih sisanja kod manje prasadi što objašnjava pojavu većeg mortaliteta. Kod prasadi s malom porodnom masom je također uočen veći broj međusobnih konflikata nakon dojenja, kada je lakša prasad bila pomiješana s težom prasadi. Iz toga proizlazi da veća razlika u porodnoj masi može pojačati nezadovoljstvo i konflikte unutar legla. Borbe unutar legla se smanjuju s vremenom i to za vrijeme i poslije dojenja. Vjerojatno zbog toga što prasad postupno uspostavlja ravnotežu na sisama i odlazi na vlastite sise. Međutim, preživljavanje prasadi niske porodne mase, prilikom postupka premještanja, je ipak ugroženo ako se miješa prasad manje porodne mase s prasadi veće porodne mase (Souza i sur., 2014).

Ujednačavanje legala na farmama krmača je postupak koji se najčešće vrši unutar prva 24 sata nakon prasnja (Straw i sur., 1998b). Mogu se stvarati miješana legla koja čine biološka prasad majke udomiteljice i dio prebačene prasadi, kao i potpuno nova legla samo od skupljene prebačene prasadi pod majku udomiteljicu. Kada se postupak izvrši što prije nakon prasnja, ali nikako nije preporučljivo prije sisanja kolostruma, izbjegavaju se problemi vezani uz posvajanje prebačene prasadi, manje su borbe za raspored na sisama i manji su gubici prasadi u fazi laktacije (Heim i sur., 2012).

Ujednačavanje legala ima također za cilj smanjivanje varijabilnosti tjelesnih masa prasadi unutar legala i natjecanja između prasadi što dovodi do razlika u tjelesnim masama, kao i smanjivanje mortaliteta prasadi do odbića, i to uglavnom prasadi male porodne mase (Straw i sur., 1998a). Još postoje kontroverze između samog postupka prebacivanja prasadi s obzirom na masu prasadi. Tako English (1998) navodi da dodavanje prasadi male porodne mase u legla s prasadi veće porodne mase nije učinkovito, jer takva prasad ima manje šanse kod osvajanja sise i samo sisanje je manje učinkovito. S druge strane, novoformirana legla koja se sastoje isključivo od sitne prasadi nemaju snagu da stimuliraju vime krmače i

potaknu izlučivanje mlijeka (King i sur., 1997). Souza i sur. (2014) isto navode da dodavanje sitnije prasadi u legla s krupnijom prasadi natprosječne porodne mase dovodi do većeg mortaliteta tijekom laktacije. Deen i Bilkei (2004) navode da prasad malih porodnih masa ima najveću šansu za preživljavanjem u malim leglima bez obzira na mase ostale prasadi u novoformiranom leglu.

Varijabilnost u tjelesnim masama kod prasadi nije bilo značajna, prilikom rasta i povećanja tjelesnih težina tijekom laktacije, kada je prasad standardizirana prema tjelesnim masama u leglu nakon prasenja (Surek i sur., 2014). Ova spoznaja upućuje na to, da posebnu pozornost treba posvetiti ujednačavanju prasadi nakon prasenja prema njihovoj masi (Camargo i sur., 2013). Ukoliko se standardizacija legala ne provodi dolazi do ograničenja konzumacije mlijeka sitnijoj prasadi zbog konkurencije s prasadi većih porodnih masa.

Alexopoulos i sur. (2018) navode nekoliko ključnih načela kojih se treba pridržavati prilikom premještanja prasadi pod nebiološke majke (krmače dojilje). Kolostrum prasadi, koji je izvor energije i kvalitetnog imuniteta, najpristupačniji je nakon prvih 12 sati od prasenja krmača, pa se prasad ne bi trebala premještati prije tog vremena. Kako bi se osigurao ujednačen unos kolostruma za prasad, najbolje je izvršiti tehniku premještanja u vremenskom razdoblju od 12 do 24 sati nakon prasenja. Prije toga, obavezno je potrebno procijeniti stanje vimena i broj funkcionalnih sisa krmača udomiteljica. Broj prasadi koja se udomljava ne smije prelaziti broj funkcionalnih sisa krmače. Nakon vremenskog razdoblja od 24 sata iza prasenja, premještanje prasadi treba svesti na najmanju moguću mjeru, jer se na taj način sprječava prijenos bolesti. Ako je moguće bilo bi dobro prasad premještati u legla koja su približno iste veličine.

Pardo i sur. (2013) su utvrdili da je prasad rođena s nižom tjelesnom masom pokazala nagli rast posebno nakon odbića, i to u leglima gdje je bila veća stopa smrtnosti. Objašnjavanju to činjenicom da zbog toga što je došlo do manje konkurencije na vimenu krmače postupno je dolazilo do zadovoljavajuće opskrbe mlijekom i hranjivim tvarima. Veća smrtnost u leglu je dovela do prestanka ograničenja prilikom sisanja lakše i manje vitalne prasadi. Nadalje, autori su zaključili da se narušeni razvoj organa kao što su bubrezi, srce i jetra može mnogo češće primijetiti kod prasadi male tjelesne mase za razliku od prasadi veće porodne mase. Suprotno očekivanjima, niska porodna masa i početna varijabilnost u porodnoj masi nije narušila postnatalni rast prasadi, a time niti učinkovitost tova.

Smanjenje varijabilnosti u tjelesnim masama u početnoj fazi laktacije povećat će ukupnu učinkovitost proizvodnje i smanjiti vrijeme zauzetosti objekata u fazama uzgoja i tova.

Najkritičnija razdoblja u odnosu na usporenost stope rasta je faza laktacije i uzgoja prasadi (Lopez-Verge i sur., 2018).

Prema Smit i sur. (2013) prosječni dnevni prirasti tijekom laktacije bili su manji u leglima prasadi s niskom porodnom masom u odnosu prema leglima prasadi velike porodne mase. To rezultira konstantnim povećanjem razlike u tjelesnoj težini između prasadi u tim leglima. Prasadi u leglima sa malim porodnim masama, na kraju faze tova, potrebno je devet dana više da bi se postigla ista klaonička masa. Legla prasadi malih porodnih masa pokazala su obilježja intrauterinog usporavanja rasta. Kod prasadi niske porodne mase je zabilježen usporeni rast i negativan utjecaj na populaciju stanica testisa te na druge somatske stanice. To je ujedno povezano sa smanjenim postnatalnim rastom stanica u tijelu tijekom svih faza proizvodnje. Legla prasadi malih porodnih masa također imaju različite prehrambene potrebe što zahtjeva odvojeno tehnološko upravljanje hranidbom i optimiziranje hranjenja. Prasad iz legala s niskim porodnim masama bi trebala biti stavljena na tržište uz nižu klaoničku masu kako bi se izbjeglo produženje faze tova.

Caceres i sur. (2001) navode da je porodna masa obrnuto proporcionalna s mortalitetom do odbića. U leglima domaće svinje među prasadi se javlja jaka kompeticija, pri čemu velike razlike u porodnoj masi i brzini rasta te izostanka intervencije uzgajivača dovode do visokih gubitaka tijekom laktacije. Prema Marchant i sur. (2000) manje od 30% prasadi s porodnom masom ispod 1,1 kg preživi prvi tjedan života.

Zaleski i Hacker (1993) nisu utvrdili povezanost između individualne porodne mase prasadi i broja mrtvooprasene prasadi u leglu, međutim ujedno naglašavaju da što je prosječna masa legla manja to vjerojatnost mrtvooprasene prasadi raste. Jedan od najvažnijih uzroka pojave mrtvooprasene prasadi je asfiksija tijekom prasenja (Alonso-Spilsbury i sur., 2007). Prasad manje porodne mase je manje vitalna te zbog toga osjetljivija na asfiksiju tijekom partusa što rezultira prasenjem mrtve prasadi.

Gondret i sur. (2005) su utvrdili da prasad male porodne mase (od 0,8 do 1,1 kg) imaju 31% niže prosječne dnevne priraste u odnosu na prasad većih porodnih masa (od 1,75 do 2,05 kg) u razdoblju laktacije, a nakon odbića 26% niže dnevne priraste. Autori su utvrdili da je individualna porodna masa pozitivno korelirana s prosječnim dnevnim prirastom tijekom laktacije ($r=0,53$, $P=0,01$) i tijekom razdoblja nakon odbića ($r=0,76$, $P<0,001$). Također, masa prasadi pri odbiću je u pozitivnoj korelaciji s prosječnim dnevnim prirastom tijekom laktacije ($r=0,97$, $P<0,001$) i tijekom razdoblja po odbiću ($r=0,42$, $P=0,05$). Interesantno je prema autorima da se utjecaj porodne mase na prosječni dnevni prirast smanjuje s vremenom, odnosno kako svinje rastu razlike u dnevnom prirastu postaju manje.

Lynch i sur. (2006) su uspoređivali prasad prema tri kategorije porodne mase (laka, srednja i teška). Utvrdili su značajnu razliku u dnevnom prirastu između teške i lake prasadi sve do dobi od 75 dana, dok od 75-tog dana do klanja nije utvrđena razlika u dnevnom prirastu. Između lake i srednje teške prasadi utvrđena je razlika na nivou P između 0,05 do 0,07 do 50 dana, a nakon toga nije bilo razlike u dnevnom prirastu. Najmanje razlike u dnevnom prirastu utvrđene su između skupina srednje i teške prasadi.

Slabiji rast fetusa i niske porodne mase prasadi utječu i na reproduktivni potencijal potomstva što je bitno ako se prasad ostavlja za rasplod (Ashworth 2013). Tako Almeida i sur. (2013) navode da su nerastići koji su imali manju porodnu masu imali i manji broj spermija u ejakulatu u dobi od osam mjeseci za razliku od nerastića koji su imali prosječne vrijednosti porodne mase.

2.3. Utjecaj spola na preživljavanje i svojstva rasta prasadi

2.3.1. Spol i preživljavanje prasadi

Utjecaj spola na preživljavanje prasadi u tijeku i nakon prasenja je slabije istražen i ponekad kontraverzan, jer je teško razdvojiti spol od ostalih genetskih i okolišnih utjecaja. Nadalje, teško je uspoređivati rezultate različitih istraživanja, s obzirom da nalazimo različite usporedbe prema spolu (pravi nerastići, kastrirani nerastići, nazimice), kao i različito vrijeme kastracije muških jedinki.

Bereskin i sur. (1973) navodi da u leglima s prasadi manje porodne mase ženska prasad bolje preživljava u prvih nekoliko dana po prasenju od muške prasadi. Osim što je utvrđeno da ženska prasad bolje preživljava, smatra se da postojanje ženske prasadi u leglima utječe na bolje preživljavanje cijelog legla zbog veće aktivnosti ženske prasadi što utječe na bolju stimulaciju vimena i ispuštanje veće količine mlijeka. Do sličnog zaključka su došli Bocian i sur. (2012) jer su u svom istraživanju pokazali da muška prasad ima manju sposobnost preživljavanja u fazi laktacije od ženske prasadi.

Wittenburg i sur. (2011) su proučavali genetsku povezanost spola prasadi i porodne mase. Zaključili su da spol prasadi utječe na varijabilnost porodnih masa prasadi unutar legala. To dovodi do neujednačenih legala i značajno utječe na svojstvo preživljavanja prasadi u

leglima. Razlike između jedinki različitog spola ovise i o linijama svinja i zbog toga uvijek treba voditi računa o genetskom učinku na spol. Odabirom genetskih linija svinja se može utjecati na određena svojstva koja su vezana uz spolni dimorfizam kao što su porodne mase prasadi i preživljavanje prasadi u fazi laktacije.

2.3.2. Spol i rast prasadi

Spolni dimorfizam u tovu svinja je vidljiv između nekastriranih nerastića i nazimica pri čemu nerastići rastu brže i učinkovitije u odnosu na nazimice (Dunshea, 2001). Dok je općenito prihvaćeno da nema značajnih razlika u brzini rasta do tjelesne mase nerastića i nazimica od otprilike 50 kg, dio novijih istraživanja sugerira da ženska prasad u uzgoju raste brže u odnosu na mušku prasad (Campbell i sur., 1988). Power i sur. (1996) također su utvrdili da neposredno po odbiću nerastići jedu manje i napreduju slabije od nazimica iste dobi, međutim nisu utvrdili što je stvarni uzrok tome spolnom dimorfizmu u korist nazimica. Pluske i sur. (1997) smatraju da je može biti razlog tome u svezi s većom masom probavnih organa i boljom probavom u nazimica. Dunshea i sur. (1998) su u svom istraživanju rasta prasadi u laktaciji utvrdili da ženska prasad raste brže od muške prasadi u posljednjih 14 dana laktacije ako su hranjena po volji s dodatnom količinom mlijeka od dobi od četvrtog dana po prasnju. Autori smatraju da je ženska prasad gladnija i traži hranu učinkovitije u odnosu na mlade nerastiće. Nadalje, potvrđuju da ženska prasad treba manje vremena do prvog sisanja kolostruma nakon prasnja te da ženska prasad u leglu ima veliki utjecaj na stimulaciju proizvodnje mlijeka u krmača.

Dunshea (2001) navode da legla koja sadrže bar 50% ženske prasadi rastu brže u odnosu na legla koja se sastoje isključivo od muške prasadi, te zaključuju da se za optimalni rast prasadi do odbića mora osigurati prisutnost ženske prasadi u leglima. Također, autor smatra da ženska prasad raste brže od muške nakon premještanja i tehnoloških postupaka što sugerira bolju otpornost na stresore. Bocian i sur. (2012) su također utvrdili da je u fazi uzgoja ženska prasad hranjena *ad libitum* imala bolju konverziju hrane i veće dnevne priraste od muške prasadi u istom boksu.

Bocian i sur. (2012) naglašavaju da u velikim leglima u kojima je opraseno više ženske prasadi nego muške, cijela legla općenito imaju manje porodne mase, ali između muških i ženskih jedinki je očito da muška prasad uz sve to imaju manje porodne mase. Značajnije razlike u povećanju tjelesne mase su se pojavile već nakon prvog mjeseca uzgoja i s

vremenom su postajale sve veće, da bi se konačno na samom kraju faze tova te značajne razlike izgubile.

Colson i sur. (2006) su proučavali kako grupiranje i sortiranje prasadi prema spolu nakon odbića može utjecati na smanjenje agresivnog ponašanja u uzgajalištu i kakav utjecaj može imati na svojstva rasta i preživljavanja prasadi. Skupine prasadi u uzgajalištu sastavljene od muške i ženske prasadi imale su izraženiju razinu agresivnosti nego istospolne skupine. Agresija među prasadi je pogotovo izražena ako su skupine prasadi u uzgajalištu sastavljene od jedinki koje nisu prethodno boravile zajedno u fazi laktacije. Nadalje, agresivno ponašanje između prasadi je posebno izraženo kod muške prasadi zbog prisutnosti ženskih jedinki. Agresivnost kod prasadi zbog različitosti spolova rezultira smanjenom konzumacijom hrane, manjim dnevnim prirastima i ozljeđivanjem. Rezultat ozljeđivanja su često povećani gubici u proizvodnji. Istospolne skupine su pokazivale manje agresivno ponašanje pa je to rezultiralo i boljim proizvodnim rezultatima. Povećanje agresivnosti nakon odbića posebno potiče restrikcija hrane gdje se prasad ne hrani *ad libitum*.

Tang i sur. (2008) analizirajući učinak spola, pasmine i rednog broja prasenja krmača kod pasmina švedski landras, britanske velike bijele i autohtone Tongcheng pasmine došli su do interesantnih spoznaja. U razdoblju od prasenja do završetka tova postoje vrlo male razlike u dnevnim prirastima između ženki i kastriranih mužjaka. Međutim, autori naglašavaju postojanje interakcije između promatranih utjecaja, pa tako interakcija pasmine i spola pokazuje značajan utjecaj na prosječni dnevni prirast u razdoblju od prasenja do kraja tova. Nadalje, interakcija između spola i rednog broja prasenja nije pokazala učinak na istraživana svojstva rasta.

Bérard i sur. (2010) u istraživanju svojstava rasta prasadi iz velikih legala (>16 živooprasene prasadi) nisu utvrdili razlike u porodnoj masi između ženske (1,40) i muške prasadi (1,45), kao niti razlike u tjelesnoj masi u kasnijim fazama, pri odbiću ($P=0,50$) te na kraju faze uzgoja prasadi ($P=0,23$). Deen i Bilkei (2004) su također utvrdili da spol nije utjecao na dnevne priraste tijekom laktacije ($P>0,05$), iako je muška prasad bila nešto veće porodne mase u odnosu na žensku (1,31 naspram 1,24 kg).

Lynch i sur. (2006) istraživali su utjecaj spola na dnevni prirast u nekoliko razdoblja od rođenja do postizanja završne tjelesne mase. U razdoblju od rođenja do dobi od 14 dana i u razdoblju od 14 do 28 dana muška prasad je imala tendenciju većeg dnevnog prirasta u odnosu na žensku prasad ($P=0,08$, odnosno $P=0,09$). Gledajući ukupno razdoblje laktacije muška prasad također pokazuje tendenciju većeg dnevnog prirasta u odnosu na žensku

prasad ($P=0,06$). Iako muška prasad ima nešto veće dnevne priraste u odnosu na žensku, te razlike s dobi postaju sve manje. Milligan i sur. (2001) navode da je muška prasad bila teža od ženske (1,31 prema 1,26; $P=0,008$), ali da spol nije imao značajan utjecaj na brzinu rasta brzinu rasta u kasnijim razdobljima.

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Opći podaci i ustroj farme

Prikupljanje podataka za istraživanje je provedeno u vremenskom razdoblju od prosinca 2014. do travnja 2015. godine na svinjogojskoj farmi OPG Jančo. Farma se nalazi u mjestu Punitovci pokraj Đakova. Osnovana je 2012. godine, a s proizvodnjom je započela 2013. godine. Na farmi se nalaze smještajni kapaciteti za oko 220 krmača Pen Ar Lan genetike, 80 nazimica, 5 nerasta i oko 2000 tovljenika u turnusu. Kako se na farmi primjenjuje sustav intenzivne svinjogojske proizvodnje, farma je građevinski i strukturno ustrojena prema svim suvremenim standardima, a sve životinje su smještene i razvrstane prema svojim proizvodnim kategorijama u zasebnim proizvodnim jedinicama (prasilište, pripustilište, čekalište, nazimarnik, nerastarnik, uzgajalište, tovilistište). Svaka soba je fizički odvojena vratima što osigurava visoku razinu biosigurnosti. Ventilacija i kanalizacija su konstruirane zasebno po proizvodnim sobama. U cijelom objektu se primjenjuje sustav automatske hranidbe putem delta cijevi, a svaka proizvodna kategorija svinja se hrani prema točno određenoj hranidbenoj krivulji.

3.2. Tehnologija reprodukcije i prasenja na farmi

Reproduktivna učinkovitost krmača i nerasta analizira se prema najvažnijim svojstvima plodnosti (veličina legla, % oprasivosti). U vrijeme postavljanja istraživanja nerasti su bili prosječno u dobi od tri godine, a remont im se obavlja svake četvrte godine. Krmače na farmi su u prosjeku u svom petom odnosno šestom ciklusu, a godišnji remont im je oko 30 - 35%.

Prilikom reprodukcije se primjenjuje isključivo postupak umjetnog osjemenjivanja krmača i nazimica bez prirodnog pripusta. Nakon uzimanja sjemena od nerasta s farme te razrjeđivanja sjemena u prosjeku se napravi oko 30 - 50 doza volumena 100 ml za umjetno osjemenjivanje. Sjeme nerasta se ocjenjuje makroskopski (boja, miris, konzistencija i količina) te se spektrofotokolorimetrijski izračunava koncentracija pokretljivih spermija za svaku dozu. Koncentracija treba iznositi oko 2,5 milijarde pokretljivih spermija po dozi. Za

razrjeđivanje se koristi gotovi razrjeđivač „Cronos“ uz destiliranu vodu. Doze sjemena za umjetno osjemenjivanje se čuvaju u hladnjaku, dok neposredno prije aplikacije borave na sobnoj temperaturi.

Na farmi se uzgajaju hibridne visokoprodne linije krmača francuske uzgojne organizacije Pen Ar Lan koja od 2013. godine djeluje u okviru kompanije Choice Genetics. Uobičajeni tehnološki postupci koji se provode na samoj farmi su takvi da nakon odbića prasadi krmače se premještaju u pripustilište gdje estrus kod krmača obično nastupa četvrti odnosno peti dan po odbiću. Ukoliko peti dan nakon odbića ne dođe do pojave estrusa krmačama se šesti dan aplicira d-kloprostenol, sintetički analog prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}). Na taj se način hormonalno inducira estrus. Hormonalna indukcija se radi dvokratno, s razmakom od šest sati. Osnovna svrha hormonalne indukcije estrusa je očuvanje proizvodne skupine krmača, jer je ustrojen trojtjedni ciklus proizvodnje pri čemu se svaka tri tjedna stvara skupina za umjetno osjemenjivanje, odnosno za prasenje. Umjetno osjemenjivanje se obavlja dvokratno, odmah po detekciji estrusa i nakon 24 sata od prvih znakova estrusa. Nakon kontrole suprasnosti ultrazvučnim uređajima oko tridesetog dana gravidnosti, krmače se premještaju u čekalište gdje borave do pet dana pred prasenje.

Gravidne krmače premještaju se iz čekališta u individualne boksove dimenzija 2,20 x 1,80m u prasilištu pet dana prije očekivanog termina prasenja. Pod u prasilišnim boksovima je kombinirani tako da je u prednjem djelu puni pod, dok je u stražnjem djelu rešetkasti PVC pod kako bi se spriječilo ozljeđivanje sisa krmača. Sa strane uklještenja nalazi se grijača ploča 1,50 x 0,35m iznad koje se nalazi krović koji sprječava gubitak topline u prasadi. Temperatura u prasilištu je između 22 i 24 stupnja Celzijusa, dok je u prvim danima po prasenju u zoni boravka prasadi 34 - 36 stupnjeva Celzijusa.

Na farmi se provodi sinkronizacija prasenja pa su gravidne krmače i nazimice tretirane u sluznicu vulve d-kloprostenolom 112. dan gravidnosti (Jančo i sur., 2016). Aplikacija d-kloprostenola provodi se dvokratno (u 12:00 i 18:00 sati) kako bi se postiglo prasenje krmača sutradan prijepodne. Krmače su se prasile u komercijalnim prasilišnim boksovima s punom ogradom opremljenim uklještenjima. Od petog dana po prasenju pa sve do odbića prasadi krmače su hranjene *ad libitum* gotovom krmnom smjesom s 16% surovih bjelančevina u količini od 6 do 8 kg smjese dnevno.

Krajem prosinca 2014. i tijekom siječnja 2015. godine 50 krmača je opraseno pri čemu je dobiveno 50 legala sa ukupno 720 prasadi dobivenih sparivanjem krmača Naima i hibridnih nerasta linije P76 Pen Ar Lan.

3.3. Postupak uzgoja, preventive i hranidbe prasadi na farmi

Nakon prasnja prvog dana svako prase je označeno individualnim tetovirnim markicama. Odmah nakon toga izvršena je termokauterizacija repova i brušenje oštih sjekutića. Unutar prvih 18 sati života, prasad je individualno vagana te je svakom prasetu određen spol. Trećeg dana po prasnju prasadi je intramuskularno aplicirano željezo i vitamini AD3E (u dozi od 1 ml), a petog dana izvršena je kastracija muške prasadi kirurškom kastracijom uz preventivnu aplikaciju amoxicilina s produženim djelovanjem (Simivet-R).

Već u dobi od 5 do 6 dana prasadi se u hranilice počinje stavljati vrlo mala količina predstartera kako bi se prasad postepeno potaknula na konzumaciju i na razvoj probavnog trakta. Svakodnevno se prati količina pojedene hrane i postepeno se dodaje sve veća količina predstartera. Konzumacija hrane svakog dana raste tako da se prasad odbija od krmače u dobi od 28 dana. Tada je prasad u potpunosti sposobna samostalno jesti koncentriranu hranu. Na dan odbića prasad se vakcinira protiv mikoplazme.

Nakon što prasad bude odbijena i prebačena u uzgajalište, još dva dana hrani se predstarterom. Od trećeg dana u uzgajalištu se postepeno predstarter zamjenjuje krmnom smjesom starter da bi konačno petog dana u uzgajalištu prasad bila prebačena potpuno na krmnu smjesu starter. Tijekom prvih sedam dana u uzgajalištu u krmne smjese se dodaje preventivno antibiotski premiks Nutricin Sulfa. Predstarter i starter koji se koriste na farmi su gotove krmne smjese Weaner Salvana.

Petnaestog dana boravka u uzgajalištu, u starter krmnu smjesu se postepeno dodaje ječam, soja, mikofiksatori i kukuruzni silirani šrot, tako da prasad kroz dvodnevni prijelaz počinje konzumirati gotovu krmnu smjesu grover 1 uz dodatak kukuruznog siliranog šrota (koji maksimalno biva zastupljen do 10%). Također se dodaje i mineralno vitaminski premiks (proizvođač Weaner Salvana). Zadnji tjedan dana boravka u uzgajalištu prasad se hrani krmnom smjesom grover 2 u kojem je udio kukuruznog siliranog šrota 20%.

Tijekom laktacije krmače se hrane kompletnom krmnom smjesom za dojne krmače. Količina smjese po krmači se kreće u prosjeku od 0,5 kg na dan prasnja do 7 kg na dan odbića.

Temperatura na dočeku prasadi u uzgajalištu je 30 stupnjeva celzijusa i svaki dan se postepeno smanjuje tako da je na kraju faze uzgoja otprilike 22 stupnja uz relativnu vlagu zraka od 60 - 70%. Boksovi u uzgajalištu su izrađeni sa rešetkastim podom (betonske

rešetke). Broj prasadi po boksu se kreće oko 25 - 27 komada što otprilike iznosi 0,35 m² po prasetu. U jednoj sobi u uzgajalištu se nalazi oko 320 prasadi.

Hranidba u uzgajalištu je automatska spojena sustavom delta cijevi koje završavaju iznad hranilica. Na krajevima hranilica se nalazi sonda koja regulira visinu hrane u hranilicama. Prasad jede po volji bez restrikcije (*ad libitum*). Hranilice su dvostrane, tako da dva boksa u uzgajalištu dijele istu hranilicu.

3.4. Ujednačavanje legala („Crossfostering“)

Legla su ujednačena u prva dva dana po prasenju na način da je premješšana prekobrojna prasad manje porodne mase pod krmače s manjim brojem prasadi. Ujednačavanje legala je redoviti i uobičajeni postupak koji se primjenjuje na farmi. To je ujedno i praksa današnje intenzivne svinjogojске proizvodnje. Nakon završetka prasenja i izbacivanja posteljica ispod krmača se izuzima prekobrojna prasad s obzirom na broj njenih funkcionalnih sisa.

Prekobrojna prasad se zbrinjava tako što se stavlja pod druge krmače (ne biološke majke) koje imaju manji broj oprasene prasadi s obzirom na njihov broj funkcionalnih sisa. Vršiti se podmetanje prekobrojne prasadi iz velikih legala pod druge krmače sa manjim brojem prasadi. Nakon završenog postupka ujednačavanja legala više od 90% krmača doji između 12 i 14 prasadi do kraja laktacije. Pri tom postupku se mora voditi računa da se sa krupnijom prasadi popunjavaju krupnija legla dok se sa sitnijom prasadi popunjavaju sitnija legla. Osnovni cilj je sortiranje i ujednačavanje legala prema veličini odnosno tjelesnoj masi prasadi. Tako se ovisno o plodnosti krmača formiraju nova legla.

Ujednačavanje legala je provedeno na 76% od ukupnog broja legala. Prosječni broj prasadi koji je izuzet iz biološkog legala i stavljen u drugo leglu pod krmaču nebiološku majku kretao se prosječno između tri do četiri praseta.

Taj postupak se obično vrši u početku, nakon završetka prasenja, a može se primijeniti i u kasnijoj fazi laktacije ako se za to ukaže potreba. Ako je moguće, nakon početnog ujednačavanja i sortiranja legala, prasad se više ne premješta kako bi se što manje narušavao mir i hijerarhija u leglu.

U kasnijoj fazi laktacije se eventualno izuzima izrazito sitna prasad koja slabije napreduje i sa takvom se prasadi formiraju nova legla sa sitnom prasadi (prasad sa tjelesnom masom

između 600 i 1000 grama). Tim leglima se posvećuje veća pozornost tako da se svaki dan prasadi aplicira intraperitonealno po 10 ml 10% glukoze.

Odbiće prasadi normalne tjelesne mase vrši se 28. dan laktacije. Sva prasadi čija je tjelesna masa ispod 5 kg se odvaja u zasebnu prostoriju i stavlja pod krmače do jilje na produženo dojenje dok se prasadi težine iznad 5 kg prebacuje u uzgajalište gdje se sortira prema veličini odnosno tjelesnoj masi i smješta u boksove sa rešetkastim podom i na temperaturu u prostoriji od 25 stupnjeva Celzijusa.

3.5. Prikupljanje podataka o tjelesnim masama

Tijekom istraživanja provedeno je ukupno pet vaganja prasadi: 1. dan po prasenju, 14. dan laktacije, 28. dan pri odbiću, 30. dan faze uzgoja prasadi te na kraju faze uzgoja u dobi od 83 dana.

Pojedinačno vaganje prasadi obavljeno je u razdoblju laktacije (prva tri vaganja) uporabom precizne digitalne vage marke Libela s točnosti +/- 0,01 kg, dok su preostala dva vaganja u fazi uzgoja prasadi izvršena s malom stočnom vagom točnosti +/- 0,2 kg.

Iz podataka o tjelesnim masama i duljini trajanja pojedinog razdoblja izračunati su dnevni prirasti u pojedinim razdobljima po formuli:

Završna tjelesna masa u kg – početna tjelesna masa u kg

Dnevni prirast (kg) = _____

Trajanje razdoblja u danima

Pet dana prije očekivanog prasenja krmače se smještaju u individualne boksove u prasilištu. Primjenom standardne metode na farmi, 113. dan graviditeta je izvršena hormonalna indukcija prasenja. Nakon toga, slučajnim izborom su odabrane četiri sobe u prasilištu u kojima će se izvagati prasadi iz ukupno 50 legala.

Svako prase nakon poroda dobiva svoj individualni broj, isto tako svakom prasetu se određuje: majka, redni broj legla, redni broj prasenja krmače, broj živooprasene prasadi, broj mrtvorodene prasadi, isto tako prate se uginuća prasadi tijekom vremena laktacije i uzgoja kao i premještanja prasadi (crossfostering).

Iz podataka o uginućima utvrđenim tijekom prasenja i tijekom laktacije utvrđujemo veličinu legla kod odbića i na kraju uzgoja kao i postotak uginuća. Preživljavanje prasadi promatrano je preko broja mrtvo oprasene prasadi te preko broja ukupno uginule prasadi tijekom laktacije prema definiciji Knol i sur. (2002).

Utjecaj spola prasadi na mase prasadi (porodna, masa pri odbiću i masa na kraju uzgoja) i na dnevni prirast određen je na dva načina. Prvo je u modelu spol definiran kao utjecaj s dva nivoa (muški kastrat, ženski), a zatim je utjecaj spola na promatrana svojstva procijenjen kao utjecaj legla s dva nivoa (leglo pretežno sastavljeno od muške prasadi s više od 70% muških jedinki te mješovito leglo koje se sastoji od podjednakog broja muške i ženske prasadi).

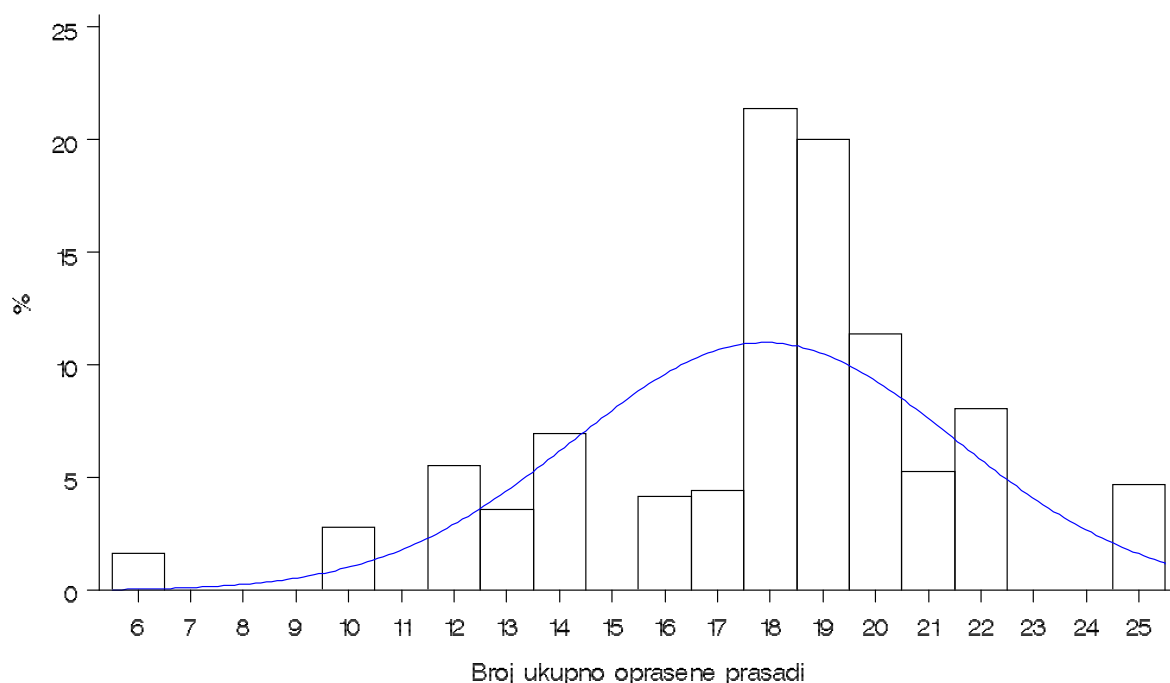
Visoka plodnost krmača hibridne linije Pen Ar Lan najbolje se vidi iz podataka o plodnosti prikazane preko različitih svojstava veličine legla (Tablica 3). Krmače su u prosjeku prasile nešto manje od 18 prasadi u leglu, od toga 15,7 živooprasene prasadi, s tim da je skoro 50% legala imalo više od 16 živooprasene prasadi. Broj mrtvooprasene prasadi je oko 12% od broja ukupno oprasene prasadi.

Tablica 3. Osnovna statistika za svojstva veličine legla (n=50)

Svojstvo	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost
Broj ukupno oprasene prasadi	17,90	3,63	6	25
Broj živooprasene prasadi	15,72	3,10	6	21
Broj mrtvooprasene prasadi	2,18	2,65	0	9
Broj odbijene prasadi	12,38	2,29	6	16

Raspodjela broja ukupno oprasene prasadi (Grafikon 2) pokazuje da najveći broj legala, više od 40%, ima 18 i 19 ukupno oprasene prasadi. Najmanje leglo imalo je svega šest ukupno oprasene prasadi, a najveće čak 25 ukupno oprasene prasadi. Cilj slučajnog izbora

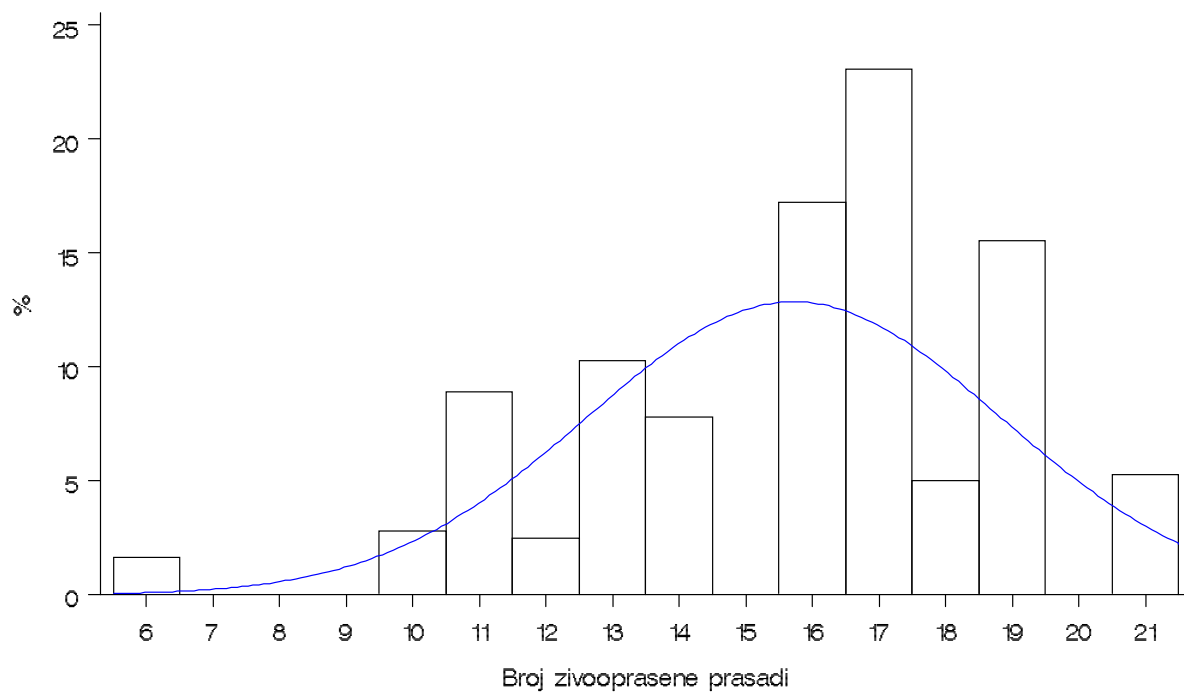
soba za prasenje iz kojih će se vagati prasadi i ti podaci koristiti u istraživanju je bio dobiti realnu sliku proizvodnosti krmača na farmi te stoga navedene ekstremne vrijednosti nisu izuzete iz analize. Izuzimanjem ekstremnih vrijednosti za broj ukupno oprasene prasadi značajno bi se smanjila varijabilnost u veličini legla, koja je u našem uzorku izrazito velika. Razlika u broju ukupno oprasene prasadi u najvećem i najmanjem leglu iznosi 19 prasadi što je pokazatelj velike varijabilnosti u veličini legla, ali i nevjerojatnog genetskog kapaciteta pojedinih krmača za veličinu legla. Ujedno to govori da i u populaciji visokoplodnih krmača postoji jedan dio krmača koje zbog brojnih genetskih i okolišnih čimbenika mogu proizvesti ispodprosječno veliko leglo.



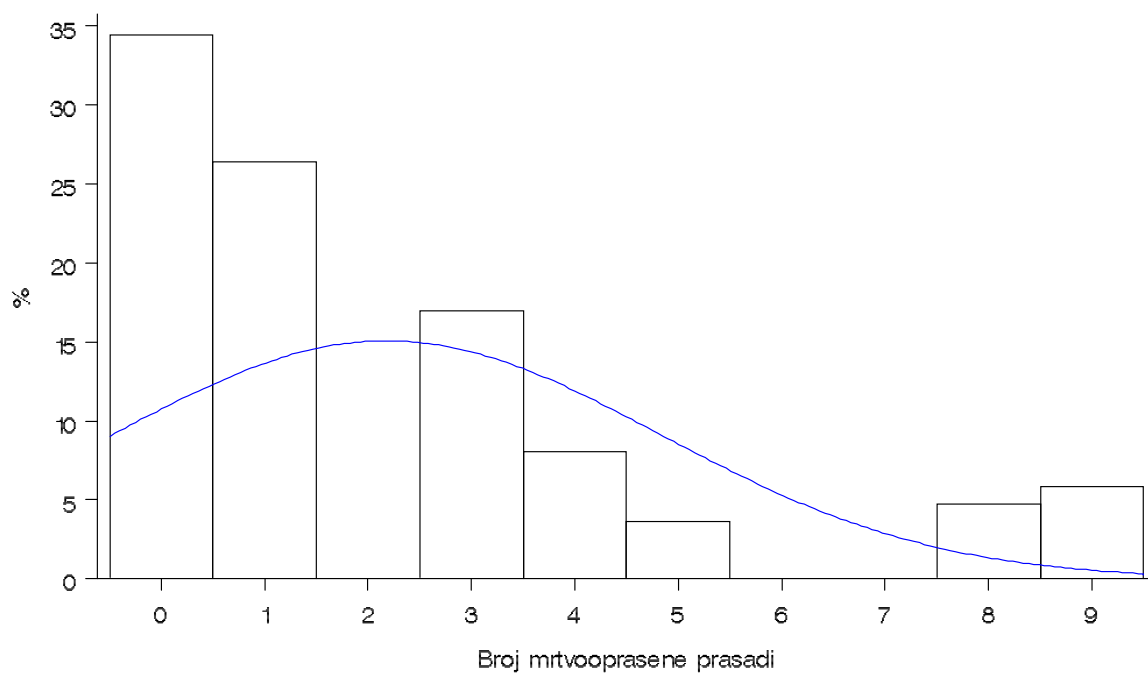
Grafikon 2. Raspodjela broja ukupno oprasene prasadi

Raspodjela broja živooprasene prasadi pokazuje da najveći broj legala ima 16 ili 17 živooprasene prasadi u leglu (Grafikon 3), što je u odnosu na broj ukupno oprasene prasadi u prosjeku manje za dva do tri praseta koja otpadaju na mrtvooprasenu prasadi. Najmanje leglo prikazano kao broj živooprasene prasadi imalo je svega šest, a najveće čak 21 živooprasene prasadi. Ako se usporede krivulje normalne raspodjele za broj ukupno oprasene i broj živooprasene prasadi, vidljivo je da je u potonjoj desni kraj krivulje odsječen radi gubitaka u ekstremno velikim leglima, dok je lijevi kraj krivulje približno jednak kao na

grafikonu raspodjele broja ukupno oprasene prasadi što potvrđuje da u ispodprosječno velikim leglima ima manje uginuća nego u iznadprosječno velikim leglima.

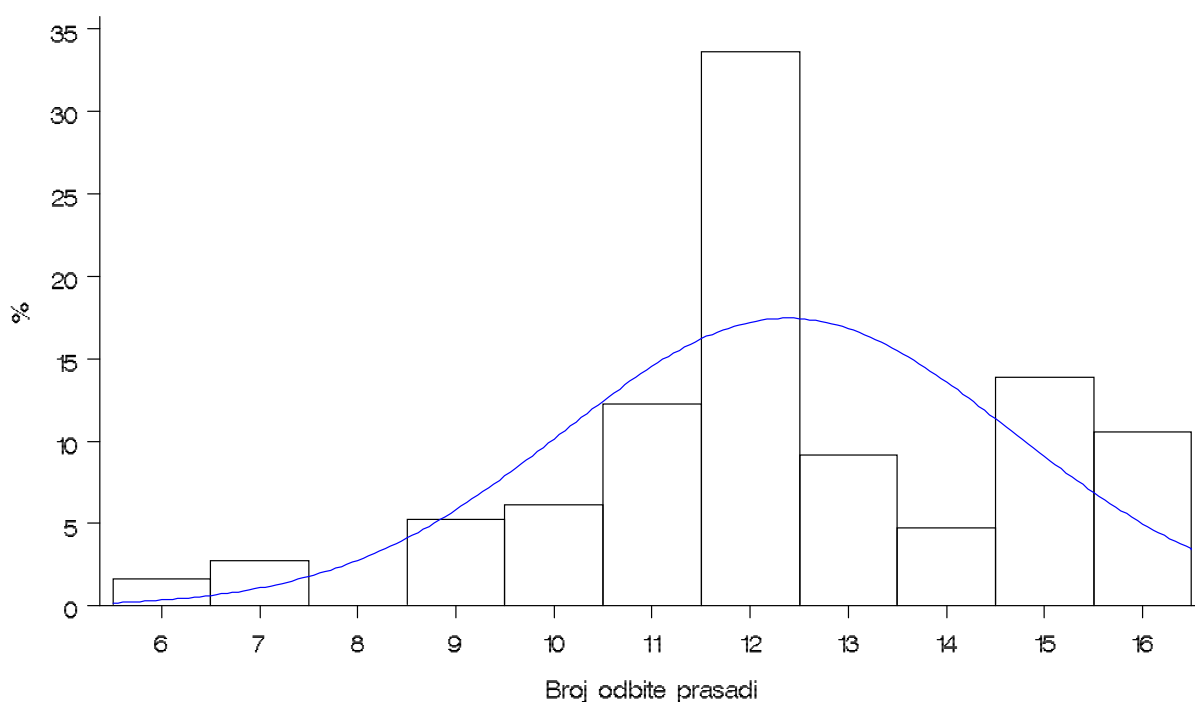


Grafikon 3. Raspodjela broja živooprasene prasadi



Grafikon 4. Raspodjela broja mrtvooprasene prasadi

Raspodjela broja mrtvooprasene prasadi (Grafikon 4) pokazuje da 35 % legala nije imalo ni jedno mrtvo opraseno prase, dok je samo jedno mrtvo opraseno prase imalo više od 25% legala. Na grafikonu 4. je vidljivo da je bilo i legala s 8 i 9 mrtvooprasene prasadi. U usporedbi s rezultatima istraživanja Rydhmer i sur. (2008), 35% legala bez mrtvooprasene prasadi je relativno malo, jer autori navode čak 60% legala bez utvrđene mrtvooprasene prasadi. Navedena razlika može biti posljedica primjene indukcije prasenja čime se jedan dio krmača prasi i prije 115 dana graviditeta. Nadalje, iz grafikona 4. vidljiv je trend smanjivanja frekvencije s povećanjem broja mrtvooprasene prasadi.



Grafikon 5. Raspodjela broja odbijene prasadi

Raspodjela broja odbijene prasadi pokazuje da je u najvećem broju legala, skoro 35% od ukupnog broja legala pri odbiću u leglu imalo 12 prasadi (Grafikon 5), dok se ostale vrijednosti broja odbijene prasadi nisu isticale.

3.6. Mjerenje i statistička obrada podataka

Normalnost svojstva porodne mase prasadi je testirana uporabom procedure PROC UNIVARIATE (SAS, 2013). Standardna devijacija i raspon vrijednosti uzete su kao mjere varijabilnosti porodne mase i drugih mjerenja tjelesne mase. Koeficijent varijabilnosti pokazuje odnos varijabilnosti prema srednjoj vrijednosti. Najmanje i najveće vrijednosti pokazuju ekstreme u raspodjeli vrijednosti.

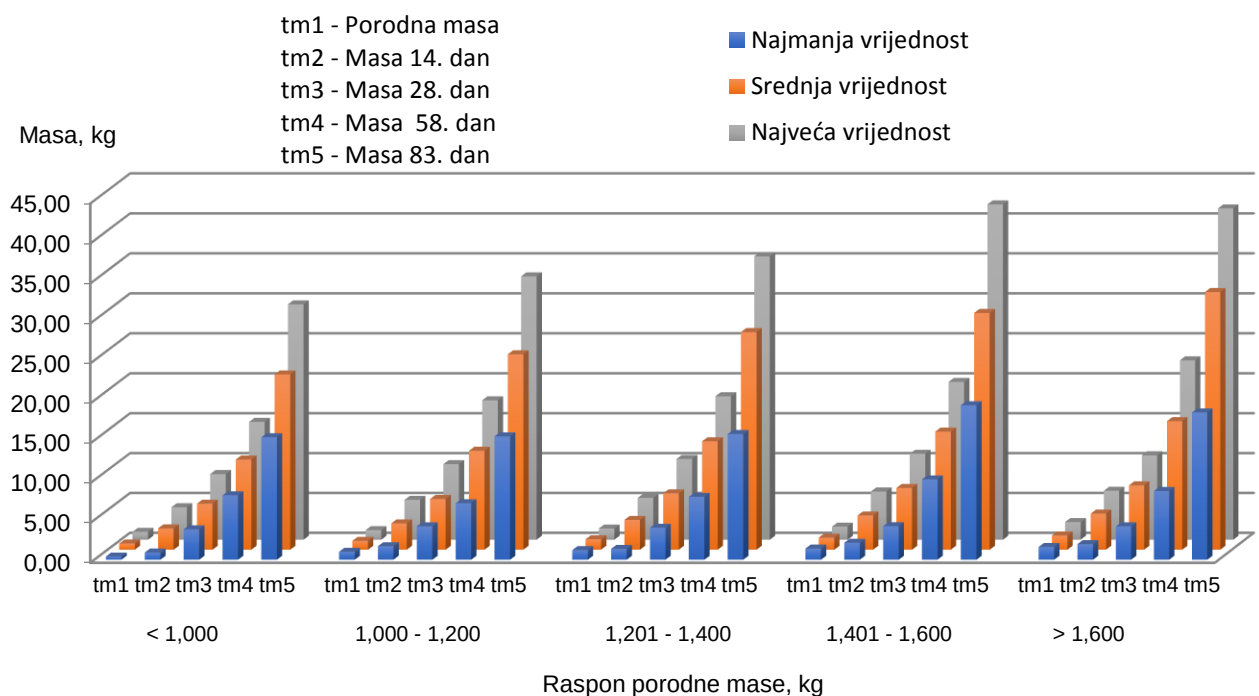
Analiza varijance i testiranje sistematskih utjecaja u modelu za istraživanja svojstva izvršena je primjenom procedure PROC GLM (SAS, 2013). Glavni statistički model uključuje sistematske utjecaje s nivoima: veličina legla, porodna masa, te spol prasadi. Na temelju raspodjele i testa normalnosti određeni su nivoi za glavne sistematske utjecaje.

Utjecaj veličine legla na preživljavanje i svojstva rasta prasadi je testiran preko tri svojstva: broj ukupno oprasene prasadi, broj živooprasene prasadi te broj mrtvooprasene prasadi. Veličina legla prikazana preko broja ukupno oprasene prasadi imala je tri nivoa: manje od 17, 17 – 19, te više od 19 ukupno oprasene prasadi. Veličina legla prikazana kao broj živooprasene prasadi imala je tri nivoa: manje od 14 živooprasene prasadi, 14 – 16 živooprasene prasadi, te više od 16 živooprasene prasadi. Veličina legla prikazana kao broj mrtvo oprasene prasadi imala je tri nivoa: 0 – 1, 2 – 3, te više od 3 mrtvooprasene prasadi.

Utjecaj porodne mase je prikazan kao utjecaj s pet nivoa: ≤ 1000 g, 1001 – 1200 g, 1201 – 1400 g, 1401 – 1600 g, >1600 g. U tablici 4. je prikazana povezanost porodne mase prasadi i varijabilnosti tjelesne mase. Najveća varijabilnost porodne mase utvrđena je u prasadi s porodnom masom ispod 1,000 kg. U prasadi ispodprosječne porodne mase ($<1,200$ kg) masa kod odbića kreće se od 5,79 kg kod prasadi s porodnom masom ispod 1,000 kg do 6,38 kg kod prasadi s porodnom masom između 1,001 i 1,200 kg. Ova nešto niža masa prasadi kod odbića zahtijeva produljeno dojenje prasadi kako bi postigla željenu tjelesnu masu kod odbića od minimalno 7 kg. Nadalje, kako prasad raste, tj. povećanjem dobi prasadi raste i varijabilnost između prasadi u tjelesnoj masi. Ukoliko usporedimo krajnje kategorije, tj. prasad s porodnom masom ispod 1,000 kg i prasad s porodnom masom iznad 1,600 kg, u tablici 4. vidimo da je razlika u završnoj tjelesnoj masi na kraju faze uzgoja više 10 kg (21,99 kg naprema 32,30 kg). Stoga je izuzetno bitno u leglima s velikim brojem prasadi provesti pravilno ujednačavanje legala, kako bi se tijekom uzgoja očuvala uniformnost prasadi i izbjegli problemi s prevelikom neujednačenosti (agresije, griže, naknadno sortiranje itd.).

Tablica 4. Varijabilnost tjelesne mase u ovisnosti o porodnoj masi prasadi

Porodna masa, kg	Dob, dan	Broj prasadi	Tjel. masa, kg	Stand. devijacija	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost	Koeficijent varijabilnosti, %
<1,000	1.	114	0,78	0,15	0,40	0,99	19,23
	14.	68	2,68	0,69	0,91	4,08	25,74
	28.	64	5,79	1,14	3,83	8,25	19,69
	58.	62	11,34	1,66	8,10	14,80	14,63
	83.	62	21,99	3,49	15,40	29,50	15,87
1,001 – 1,200	1.	118	1,12	0,06	1,00	1,20	5,36
	14.	96	3,31	0,73	1,70	5,01	22,05
	28.	96	6,38	1,32	4,20	9,50	20,69
	58.	96	12,44	2,14	7,10	17,50	17,20
	83.	96	24,51	4,25	15,50	33,00	17,34
1,201 – 1,400	1.	192	1,31	0,06	1,21	1,40	4,58
	14.	166	3,75	0,86	1,36	5,26	22,93
	28.	162	7,08	1,39	4,02	10,15	19,63
	58.	160	13,63	2,24	7,90	18,00	16,43
	83.	160	27,29	3,95	15,80	35,50	14,47
1,401 – 1,600	1.	158	1,51	0,06	1,41	1,60	3,97
	14.	146	4,30	0,80	2,13	6,06	18,60
	28.	146	7,76	1,43	4,22	10,80	18,43
	58.	146	14,84	2,26	10,10	19,80	15,23
	83.	146	29,68	4,22	19,40	42,00	14,22
>1,600	1.	138	1,79	0,14	1,61	2,22	7,82
	14.	130	4,55	0,88	1,96	6,16	19,34
	28.	128	8,09	1,38	4,20	10,61	17,06
	58.	128	16,15	2,61	8,64	22,50	16,16
	83.	128	32,30	4,79	18,50	41,50	14,83



Grafikon 6. Prikaz ovisnosti tjelesne mase prasadi o porodnoj masi

Detaljnijom analizom podataka za svako leglo može se utvrditi da prasadi niže porodne mase najčešće uginu tijekom laktacije, i to uglavnom u prvih dva tjedna života, a ako i preživi do kraja faze uzgoja ima vrlo malu tjelesnu masu, kao i dnevne priraste. Međutim, ponekad u nadprosječno velikim leglima, imamo slučaj da sitna prasadi preživi, a uginu prase prosječne, pa čak i natprosječne porodne mase. S obzirom na potencijal takve prasadi za rastom i povezanost porodne mase s masom kod odbića, to je veliki gubitak prirasta i svakako treba utvrditi uzroke ovoj pojavi. Preživljavanje prasadi u razdoblju laktacije ovisi u najvećoj mjeri o uvjetima u kojima se obavlja prasičenje i postupcima u tijeku i poslije prasičenja. Odgovarajućim postupcima i uvjetima u prasilištu uginuća prasadi mogu se smanjiti na prihvatljivu razinu, međutim ne mogu se i potpuno izbjeći. Dva najvažnija uzroka uginuća prasadi u laktaciji su gladovanje prasadi (hipoglikemija) i prignječenje prasadi. Dok je za prasadi male porodne mase, osobito ispod 1,000 kg, poznato da je sklona gladovanju zbog nedovoljno energije za osvajanje sise, što je naročito važno u prvim satima poslije prasičenja, a time i slabijoj pokretljivosti što dovodi do prignječenja, uzrok uginuća prasadi natprosječne porodne mase je uglavnom kompleksnije prirode (uvjeti u prasilištu, mikroklima, bolesti,...).

Preživljavanje prasadi utvrđeno je pomoću tri svojstva. Prvo je broj mrtvooprasene prasadi koji se odnosi na prasad koja je uginula u zadnjem stadiju gravidnosti i tijekom prasenja. Drugo svojstvo pomoću kojeg je analizirano preživljavanje prasadi je broj prasadi uginule tijekom laktacije, odnosno od prasenja do odbića. Zbroj prvog i drugog svojstva predstavlja broj ukupno uginule prasadi.

Svojstva rasta prasadi pratili smo preko sljedećih svojstava: tjelesna masa prasadi te dnevni prirast. Svojstva mase prasadi uključuje porodnu masu kao rezultat prenatalnog rasta, te masu prasadi pri odbiću s 28 dana i masu prasadi na kraju faze uzgoja kao rezultat postnatalnog rasta. Dnevni prirast je praćen u nekoliko razdoblja: dnevni prirast u prvih 14 dana, dnevni prirast u laktaciji (do odbića), dnevni prirast u fazi uzgoja prasadi (od odbića do završetka faze uzgoja) te ukupni prirast prasadi (od rođenja do završetka faze uzgoja).

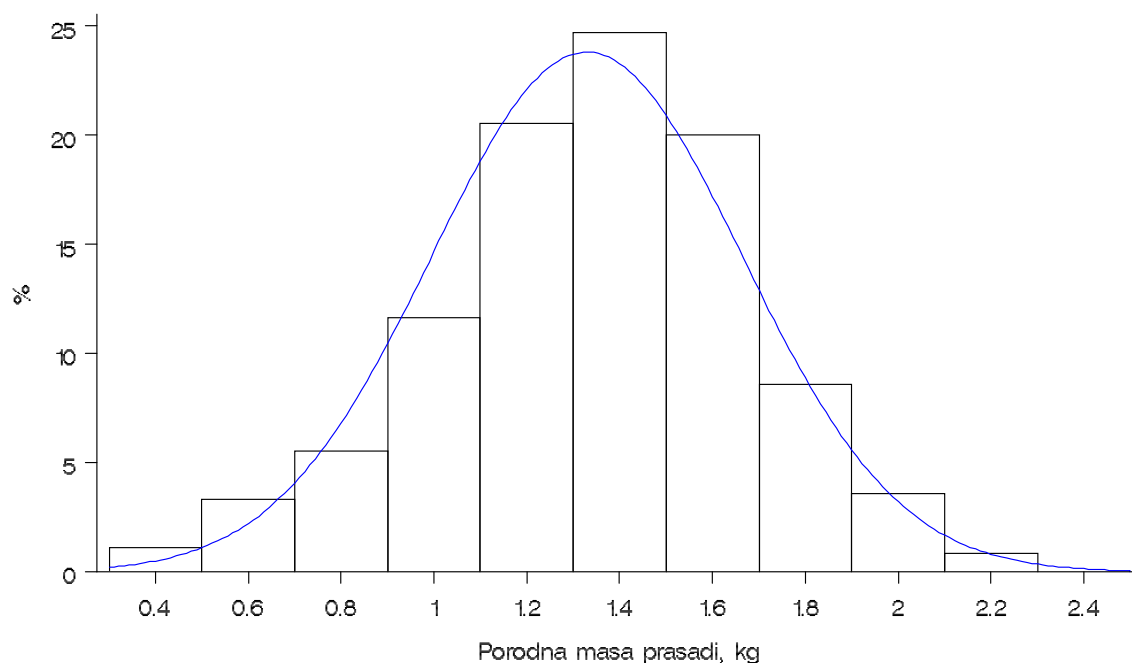
Osnovna statistika izračunata je primjenom procedura MEANS i UNIVARIATE. Značajnost utjecaja provjerena je primjenom procedura GLM statističkog paketa SAS/STAT® ver.9.4. (2013).

Osnovna statistika za svojstva tjelesne mase prasadi izmjerene pet puta od prasenja do završetka uzgoja u dobi od 83 dana prikazana je u Tablici 5. Srednja vrijednost porodne mase prasadi od 1,33 kg. Masa prasadi u dobi od 14 dana je skoro utrostručena, dok je masa prasadi kod odbića, u dobi od 28 dana skoro dvostruko veća u odnosu na masu koja je utvrđena u dobi od dva tjedna. Navedeno ide u prilog činjenici da mladunčad svinje ima najveću brzinu rasta u odnosu na ostale vrste domaćih životinja. Osim brzog rasta prasadi, u tablici 5. je vidljiva i izrazito velika varijabilnost svojstava tjelesne mase prikazana standardnom devijacijom, kao i rasponom najmanje i najveće izmjerene vrijednosti.

Tablica 5. Osnovna statistika za svojstvo mase prasadi

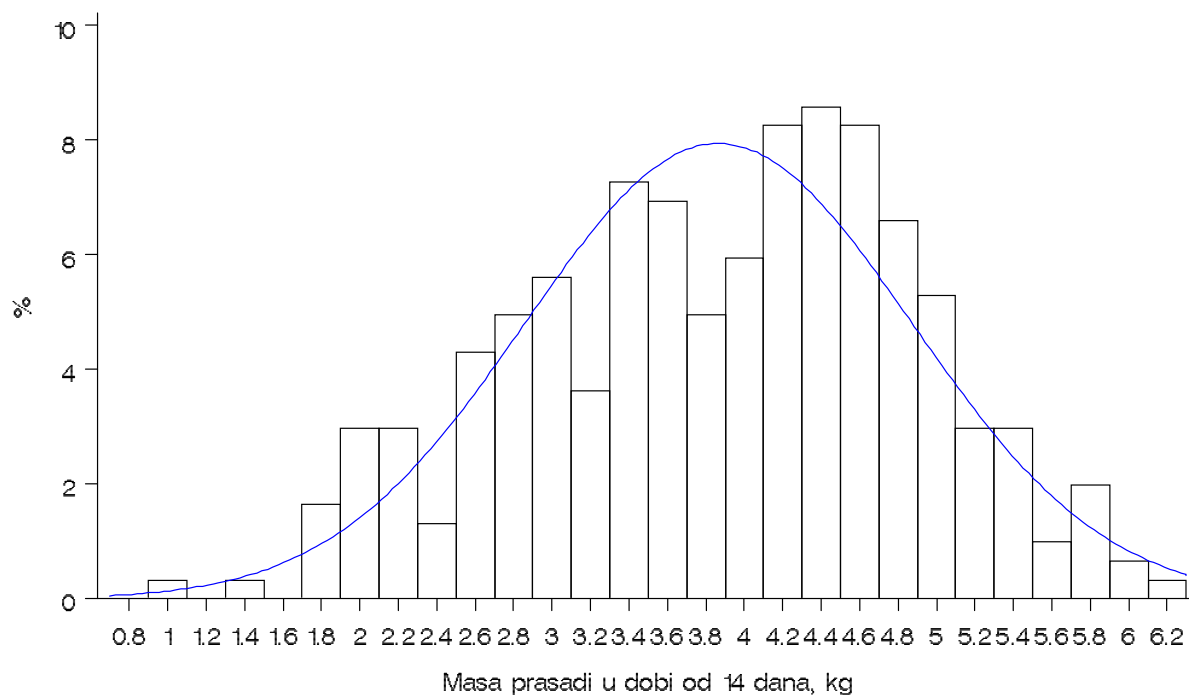
Svojstvo	Srednja vrijednost	Stand. devijacija	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost
Porodna masa, kg	1,33	0,34	0,40	2,22
Masa sa 14 dana, kg	3,87	1,00	0,91	6,16
Masa sa 28 dana, kg	7,21	1,55	3,83	10,80
Masa sa 30 dana uzgoja, kg	14,04	2,72	7,10	22,50
Masa sa 55 dana uzgoja, kg	27,96	5,31	15,40	42,00

Raspodjela porodnih masa prasadi je u skladu s normalnom krivuljom (Grafikon 7). Najveći broj prasadi ima porodnu masu između 1,2 i 1,6 kg, a blizu 25% legala ima prosječnu porodnu masu 1,4 kg.



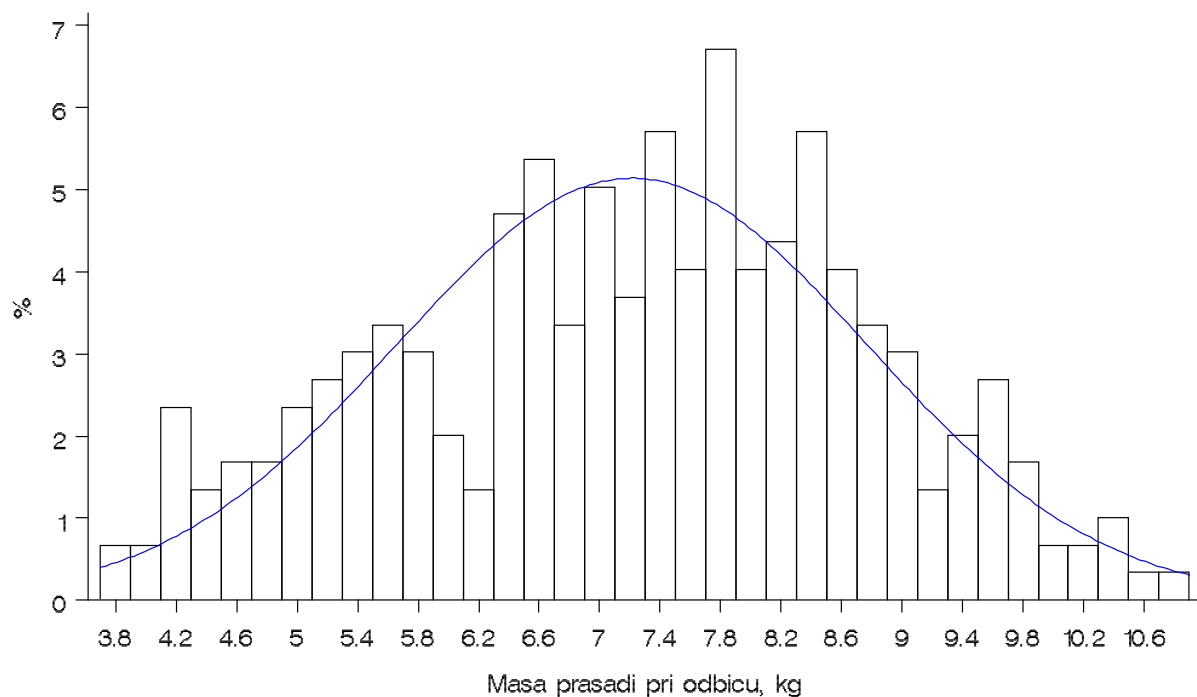
Grafikon 7. Raspodjela porodne mase prasadi

Na grafikonu 8. prikazana je raspodjela masa prasadi u dobi od 14 dana. Za razliku od raspodjele porodnih masa prasadi na grafikonu 7. je vidljivo odstupanje od normalne krivulje uz nekoliko specifičnih vrhova, odnosno najfrekventnijih vrijednosti mase. Odstupanja od normalne krivulje su najveća u desnom dijelu krivulje, pri vrijednostima mase prasadi u dobi od 14 dana nešto iznad prosječne vrijednosti.

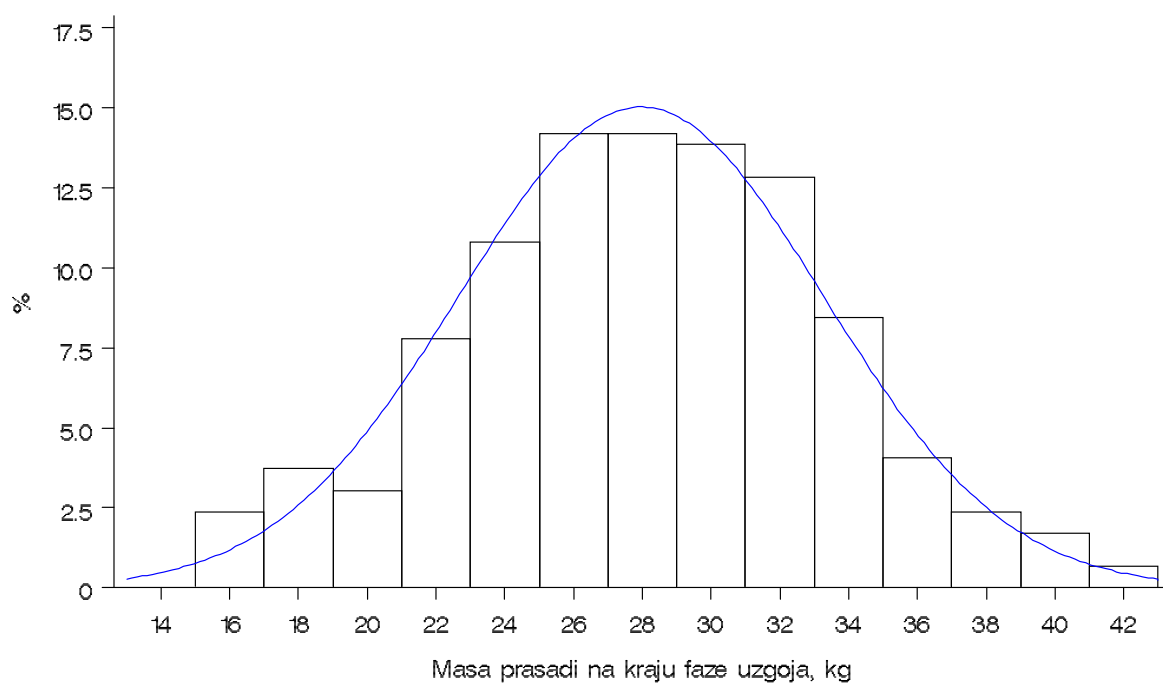


Grafikon 8. Raspodjela mase prasadi u dobi od 14 dana

Raspodjela masa prasadi pri odbiću prikazana je na grafikonu 9. Kao i na prethodnom grafikonu koji prikazuje raspodjelu prasadi prema masi u dobi od 14 dana, na grafikonu 9. je također prikazano odstupanje frekvencija pojedinih masa pri odbiću od normalne raspodjele, pri čemu su neke vrijednosti mase dosta ispod, a neke iznad krivulje normalne raspodjele.



Grafikon 9. Raspodjela mase prasadi pri odbiću



Grafikon 10. Raspodjela mase prasadi na kraju faze uzgoja

Raspodjela mase prasadi na kraju faze uzgoja prikazana je na grafikonu 10. Najveći broj prasadi imao je završnu tjelesnu masu na kraju faze uzgoja između 26,0 i 30,0 kg, s prosjekom oko 28,0 kg.

Raspodjela mase prasadi na kraju faze uzgoja, pored raspodjele porodne mase prasadi, najbolje slijedi krivulju normalne raspodjele, dok raspodjele tjelesnih masa u dobi od 14, odnosno 28 dana (pri odbiću) pokazuju određena odstupanja od normalne raspodjele.

Kod svih svojstava mase prasadi, od porodne mase do mase prasadi na kraju faze uzgoja vidljiva je izrazito velika varijabilnost između prasadi što je prikazano vrijednostima standardne devijacije, kao i rasponom vrijednosti od najmanje do najveće vrijednosti.

Tablica 6. Osnovna statistika (broj životinja, srednja vrijednost $\pm$ standardna devijacija) za porodnu masu (tm1) i masu prasadi pri odbiću (tm3) prema spolu prasadi

Svojstvo	Broj muške	Broj ženske	Srednja vrijednost $\pm$ SD muške prasadi	Srednja vrijednost $\pm$ SD ženske prasadi
tm1	388	332	1,35 $\pm$ 0,35	1,31 $\pm$ 0,32
tm3	306	290	7,33 $\pm$ 1,52	7,09 $\pm$ 1,58

Uspoređujući broj muške, odnosno ženske prasadi (Tablica 6) pri vaganju prasadi radi određivanja porodne mase (tm1) i mase prasadi pri odbiću (tm3) vidi se da je u razdoblju laktacije uginulo 82 muške prasadi, odnosno 42 ženske prasadi. Ukoliko to prikažemo kao % prasadi koji je preživio laktaciju od početnog broja prasadi vagane radi određivanja porodne mase dobiju se vrijednosti preživljavanja u % za mušku prasad od 78,8%, a za žensku 87,3%.

Analiza potencijalnih utjecaja provedena je primjenom procedure GLM (SAS, 2013) na temelju vrijednosti r^2 i stupnjeva slobode. Nadalje između glavnih utjecaja testirane su interakcije, te nakon što je utvrđeno da nisu značajne u modelu su ostavljeni samo glavni utjecaji. Statistički model koji je korišten za određivanje utjecaja veličine legla, porodne mase i spola na svojstva preživljavanja i rasta prasadi glasi:

$$y_{ijkl} = \mu + L_i + P_j + S_k + e_{ijkl}$$

pri čemu je:

y_{ijkl} – svojstvo prasadi (dnevni prirast, veličina legla pri odbiću)

μ – srednja vrijednost

L_i – utjecaj veličine legla,

P_j – utjecaj porodne mase,

S_k – utjecaj spola (muški, ženski),

e_{ijkl} – slučajna greška

Za analizu ponovljenih mjerenja tjelesne mase na istoj životinji koristit ćemo opći nestrukturirani model. On podrazumijeva heterogene varijance i kovarijance između ponovljenih mjerenja, te da je kovarijanca između mjerenja na različitim životinjama jednaka nuli (Kapš i Lamberson, 2009).

Matrica varijanci i kovarijanci za pet mjerenja tjelesne mase tijekom laktacije i faze uzgoja na svakom prasetu izgleda:

$$\begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \sigma_{14} & \sigma_{15} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \sigma_{23} & \sigma_{24} & \sigma_{25} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_3^2 & \sigma_{34} & \sigma_{35} \\ \sigma_{41} & \sigma_{42} & \sigma_{43} & \sigma_4^2 & \sigma_{45} \\ \sigma_{51} & \sigma_{52} & \sigma_{53} & \sigma_{54} & \sigma_5^2 \end{bmatrix}$$

Pri čemu je:

σ_1^2 - varijanca mjerenja tjelesne mase u razdoblju i

σ_{12} - kovarijanca između mjerenja tjelesne mase i i j na jednoj životinji

Kovarijanca između dva mjerenja uzeta u vremenskim točkama t_i i t_j ovisi o udaljenosti između tih dviju točaka:

$$\sigma^2 p^{|t_i - t_j|}$$

Gdje je:

σ^2 - varijanca mjerenja

$\rho^{|t_i - t_j|}$ - korelacija između mjerenja na istoj životinji uzetih u vremenskim točkama t_i i t_j .

4. REZULTATI

4.1. Utjecaj veličine legla na preživljavanje i svojstva rasta prasadi

4.1.1. Utjecaj veličine legla na broj mrtvooprasene prasadi i na broj prasadi uginule tijekom laktacije

Utjecaj veličine legla na broj mrtvooprasene prasadi i na broj prasadi uginule tijekom laktacije prikazan je kao utjecaj broja ukupno oprasene prasadi te kao broj živooprasene prasadi na svojstva koja opisuju preživljavanje prasadi. Od ukupnog broja legala obuhvaćenih istraživanjem više od 2/3 ulazi u kategoriju izrazito velikih legala sa 17 i više ukupno oprasene prasadi, odnosno s 14 i više živooprasene prasadi u leglu.

Tablica 7. Koeficijenti korelacije po Pearsonu između svojstava veličine legla

	Broj mrtvooprasene prasadi	Broj živooprasene prasadi
Broj ukupno oprasene prasadi	0,55**	0,70**
Broj živooprasene prasadi	- 0,21**	

** $P < 0,0001$

Najveća korelacija po Pearsonu utvrđena je između broja ukupno oprasene i broja živooprasene prasadi (0,70), što govori o visokoj povezanosti ova dva svojstva veličine legla. Nešto niža pozitivna korelacija utvrđena je između broja ukupno oprasene prasadi i broja mrtvooprasene prasadi (0,55). Najniža, a ujedno i umjereno negativna korelacija utvrđena je između svojstava broja živooprasene i broj mrtvooprasene prasadi (- 0,21).

Tablica 8. Utjecaj broja ukupno oprasene prasadi na broj mrtvooprasene prasadi, broj prasadi uginule tijekom laktacije te na broj ukupno uginule prasadi (LSMean $\pm$ standardna greška)

Svojstvo preživljavanja	Broj ukupno oprasene prasadi		
	< 17	17 - 19	> 19
Broj mrtvooprasene prasadi	0,40 $\pm$ 0,23 ^a	1,50 $\pm$ 0,17 ^b	4,63 $\pm$ 0,20 ^c
Broj prasadi uginule tijekom laktacije	1,58 $\pm$ 0,15 ^a	3,28 $\pm$ 0,11 ^b	4,83 $\pm$ 0,13 ^c
Broj ukupno uginule prasadi	1,98 $\pm$ 0,21 ^a	4,78 $\pm$ 0,15 ^b	9,46 $\pm$ 0,19 ^c

* Vrijednosti u redu označene različitim slovom su signifikantno različite na razini $P < 0,0001$

Broj ukupno oprasene prasadi značajno utječe na broj mrtvooprasene prasadi u leglu (Tablica 8). Između sve tri kategorije prema broju ukupno oprasene prasadi utvrđene su signifikantne razlike u broju mrtvooprasene prasadi na razini vjerojatnosti $P < 0,0001$. Najmanje mrtvooprasene prasadi utvrđeno je u leglima u kojima je zabilježeno manje od 17 ukupno oprasene prasadi, dok je najviše mrtvooprasene prasadi utvrđeno u leglima s više od 19 ukupno oprasene prasadi. Ako se usporede odnosi između broja mrtvooprasene prasadi između pojedinih kategorija ukupno oprasene prasadi, vidljivo je da su legla sa 17 do 19 ukupno oprasene prasadi imala više od tri puta više mrtvo oprasene prasadi u odnosu na legla s manje od 17 ukupno oprasene prasadi. Podjednako tako, legla s više od 19 ukupno oprasene prasadi imala su tri puta više mrtvooprasene prasadi u odnosu na legla sa 17 do 19 ukupno oprasene prasadi. Ukoliko se broj mrtvooprasene prasadi izrazi kao postotak od broja ukupno oprasene prasadi, u leglima sa 17 – 19 ukupno oprasene prasadi ima manje od 10% mrtvooprasene prasadi što je prihvatljivo i usporedivo s rezultatima istraživanja, dok u leglima s više od 19 ukupnooprasene prasadi više je od 20% mrtvooprasene prasadi.

Broj ukupno oprasene prasadi značajno utječe na broj prasadi uginule tijekom laktacije (Tablica 8). Slično kao i na broj mrtvoprasene prasadi, utvrđena je signifikantna razlika između svih kategorija broja ukupno oprasene prasadi s obzirom na broj prasadi uginule tijekom laktacije ($P < 0,0001$). Najmanji broj prasadi uginule u razdoblju od prasnjenja do odbića utvrđen je u leglima s ukupno manje od 17 oprasene prasadi, dok je najveći broj prasadi uginule tijekom laktacije utvrđen u leglima s više od 19 ukupno oprasene prasadi. Otprilike dvostruko više uginuća prasadi tijekom laktacije nalazimo u leglima sa 17 – 19 ukupno oprasene prasadi u odnosu na legla s manje od 17 ukupno oprasene prasadi (3,28

naprema 1,58). U leglima s više od 19 ukupno oprasene prasadi, iako je utvrđena signifikantna razlika ($P < 0,0001$) u broju prasadi uginule tijekom laktacije u odnosu na legla sa 17 – 19 ukupno oprasene prasadi, nije utvrđen tako izražen odnos u broju prasadi uginule od prasenja do odbića (4,83 naprema 3,28). Ukoliko se broj prasadi uginule tijekom laktacije izrazi kao postotak, vidljivo je da jedino legla s manje od 17 ukupno oprasene prasadi imaju prihvatljivi % uginuća na razini do 10% od ukupno oprasene prasadi.

Broj ukupno oprasene prasadi značajno je utjecao na broj ukupno uginule prasadi koji uključuje mrtvooprasenu prasadi i prasad uginulu tijekom laktacije. Najveći broj ukupno uginule prasadi imala se legla s više od 19 ukupno oprasene prasadi, a najmanji broj ukupno uginule prasadi imala su legla s manje od 17 ukupno oprasene prasadi. Između sve tri kategorije veličine legla prema broju ukupno oprasene prasadi utvrđena je statistički signifikantna razlika u broju ukupno uginule prasadi ($P < 0,0001$).

Tablica 9. Utjecaj broja živooprasene prasadi na broj mrtvooprasene prasadi, broj prasadi uginule tijekom laktacije te na broj ukupno uginule prasadi (LSMean $\pm$ standardna greška)

Svojstvo preživljavanja	Broj živooprasene prasadi		
	< 14	14 - 16	> 16
Broj mrtvooprasene prasadi	3,28 $\pm$ 0,28 ^a	2,01 $\pm$ 0,27 ^b	1,74 $\pm$ 0,20 ^b
Broj prasadi uginule tijekom laktacije	1,60 $\pm$ 0,14 ^a	2,84 $\pm$ 0,14 ^b	4,53 $\pm$ 0,10 ^c
Broj ukupno uginule prasadi	4,88 $\pm$ 0,35 ^a	4,86 $\pm$ 0,36 ^a	6,27 $\pm$ 0,26 ^b

* Vrijednosti u redu označene različitim slovom su signifikantno različite na razini $P < 0,01$

S obzirom da zbroj živooprasene i mrtvooprasene prasadi daje ukupan broj oprasene prasadi, očekivano je da legla s manjim brojem živooprasene prasadi imaju veći broj mrtvooprasene prasadi (Tablica 9). Najveći broj mrtvooprasene prasadi utvrđen je u leglima s manje od 14 živooprasene prasadi, i taj broj je signifikantno veći u odnosu na legla s 14 – 16 ($P = 0,0011$), odnosno s više od 16 živooprasene prasadi u leglu ($P < 0,0001$). Između legala s 14 – 16 te legala s više od 16 živooprasene prasadi nije utvrđena razlika u broju mrtvooprasene prasadi ($P = 0,42$).

Broj živooprasene prasadi utječe na broj prasadi uginule tijekom laktacije (Tablica 9). Između svih promatranih kategorija broja živooprasene prasadi utvrđene su signifikantne razlike u broju uginule prasadi tijekom laktacije na razini $P < 0,0001$. Najmanje prasadi u razdoblju od prasnja do odbića je uginulo u najmanjim leglima, u onima s manje od 14 živooprasene prasadi, a najviše uginuća tijekom laktacije je utvrđeno u najvećim leglima s više od 16 živooprasene prasadi. Odnosi u broju prasadi uginule tijekom laktacije nisu toliko izraženi kao u utvrđivanju utjecaja broja ukupno oprasene prasadi, već se kreću na razini između 1,50 do 1,75, ako se uspoređuju legla s 14 - 16 živooprasene prasadi u odnosu na legla s manje od 14 živooprasene prasadi, odnosno ako se uspoređuju legla s više od 16 i legla s 14 – 16 živooprasene prasadi.

Tablica 10. Utjecaj broja mrtvo oprasene prasadi na broj prasadi uginule u laktaciji (LSMean $\pm$ standardna greška)

Broj mrtvooprasene prasadi	Broj prasadi uginule u laktaciji
0 -1	3,12 $\pm$ 0,12 ^a
2 - 3	4,45 $\pm$ 0,22 ^b
>3	3,17 $\pm$ 0,19 ^a

* Vrijednosti u stupcu označene različitim slovom su signifikantno različite na razini $P < 0,0001$

Utvrđena je razlika u broju prasadi uginule tijekom laktacije s obzirom na broj mrtvooprasene prasadi u leglu (Tablica 10). Najveći broj prasadi uginule tijekom laktacije imala su legla s 2 – 3 mrtvooprasena praseta. U leglima s 2 – 3 mrtvooprasena praseta broj prasadi uginule tijekom laktacije bio je signifikantno veći ($P < 0,0001$) u odnosu na legla s nijednim ili jednim mrtvooprasenim prasetom te u odnosu na legla s više od tri mrtvooprasene prasadi. Između legala s 0 – 1 i legala s više od tri mrtvooprasene prasadi nije utvrđena razlika u broju prasadi uginule tijekom laktacije ($P = 0,82$). Iako bi se možda očekivalo da će u leglima s više od tri mrtvooprasene prasadi biti najviše uginuća tijekom laktacije to se nije dogodilo. U leglima s većim brojem mrtvooprasene prasadi došlo je do smanjivanja konkurencije između prasadi što je utjecalo i na smanjivanje uginuća tijekom laktacije.

4.1.2. Utjecaj veličine legla na masu prasadi

Utjecaj veličine legla na masu prasadi prikazat će se preko utjecaja broja ukupno oprasene prasadi i broja živooprasene prasadi na porodnu masu, masu prasadi pri odbiću i na masu prasadi na kraju faze uzgoja prasadi.

Broj ukupno oprasene prasadi nije značajno utjecao na porodnu masu prasadi (Tablica 11). Između promatranih kategorija broja ukupno oprasene prasadi nije utvrđena razlika u porodnim masama prasadi ($P>0,05$). Iako razlike u porodnim masama nisu statistički značajne, vidljiv je lagani trend u smanjivanju porodnih masa prasadi s povećanjem broja ukupno oprasene prasadi, što potvrđuje i P - vrijednost pri usporedbi porodne mase između legala s manje od 17 i legala s više od 19 ukupno oprasene prasadi ($P=0,10$).

Tablica 11. Utjecaj broja ukupno oprasene prasadi na porodnu masu, masu prasadi pri odbiću i na masu prasadi na kraju uzgoja (LSMean $\pm$ standardna greška)

Svojstvo	Broj ukupno oprasene prasadi		
	< 17	17 – 19	> 19
Porodna masa, kg	1,32 $\pm$ 0,01	1,30 $\pm$ 0,01	1,29 $\pm$ 0,01
Masa prasadi pri odbiću, kg	7,26 $\pm$ 0,16 ^a	6,86 $\pm$ 0,12 ^b	7,06 $\pm$ 0,15 ^{ab}
Masa prasadi na kraju uzgoja, kg	28,07 $\pm$ 0,49 ^a	26,76 $\pm$ 0,37 ^b	26,96 $\pm$ 0,47 ^{ab}

* Vrijednosti u stupcu označene različitim slovom su signifikantno različite na razini $P<0,05$

Broj ukupno oprasene prasadi utjecao je značajno na masu prasadi pri odbiću (Tablica 11). Najveću masu pri odbiću imala je prasad iz legala s manje od 17 ukupno oprasene prasadi, dok je najmanju masu pri odbiću imala prasad iz legala sa 17 – 19 ukupno oprasene prasadi u leglu. Masa prasadi pri odbiću je signifikantno veća u legala s manje od 17 ukupno oprasene prasadi u odnosu na legla sa 17 – 19 ukupno oprasene prasadi u leglu ($P=0,04$). Nadalje, nije utvrđena razlika u masi prasadi pri odbiću između legala sa 17 – 19 i legala s više od 19 ukupno oprasene prasadi ($P=0,30$), kao niti između legala s manje od 17 ukupno oprasene prasadi i legala s više od 19 ukupno oprasene prasadi ($P=0,37$).

Broj ukupno oprasene prasadi utjecao je značajno na masu prasadi na kraju faze uzgoja (Tablica 11). Najveću masu prasadi na kraju faze uzgoja imala je prasad iz legala s manje od 17 ukupno oprasene prasadi, dok je najmanju masu prasadi na kraju uzgoja imala prasad iz legala sa 17 – 19 ukupno oprasene prasadi. Masa prasadi na kraju uzgoja je signifikantno veća u prasadi iz legala s manje od 17 ukupno oprasene prasadi u odnosu na prasad iz legala sa 17 – 19 ukupno oprasene prasadi ($P=0,03$). Nije utvrđena razlika u masi prasadi na kraju uzgoja između legala s manje od 17 i legala s više od 19 ukupno oprasene prasadi ($P=0,10$), kao niti između legala sa 17 – 19 ukupno oprasene prasadi i legala s više od 19 ukupno oprasene prasadi ($P=0,73$).

Zaključno, vidljiv je trend da prasad sa najvećom porodnom masom iz legala s manje od 17 ukupno oprasene prasadi, ima najveću masu prasadi pri odbiću, kao i najveću masu prasadi na kraju faze uzgoja prasadi.

Broj živooprasene prasadi utjecao je na porodnu masu prasadi (Tablica 12). Najveću porodnu masu prasadi imala je prasad iz legala s 14 – 16 živooprasene prasadi, dok je najmanju porodnu masu imala prasad iz legala s više od 16 živooprasene prasadi. Nije utvrđena razlika u porodnoj masi prasadi iz legala s manje od 14 živooprasene prasadi i legala s 14 – 16 živooprasene prasadi u leglu ($P=0,29$). Prasad iz legala s više od 16 živooprasene prasadi imala je manju porodnu masu u odnosu na prasad iz legala s manje od 14 živooprasene prasadi ($P=0,02$), kao i u odnosu na prasad s 14 – 16 živooprasene prasadi u leglu ($P<0,001$).

Tablica 12. Utjecaj broja živooprasene prasadi na porodnu masu, masu prasadi pri odbiću i na masu prasadi na kraju uzgoja (LSMean $\pm$ standardna greška)

Svojstvo	Broj živooprasene prasadi		
	< 14	14 - 16	> 16
Porodna masa, kg	1,31 $\pm$ 0,01 ^a	1,33 $\pm$ 0,01 ^a	1,28 $\pm$ 0,01 ^b
Masa prasadi pri odbiću, kg	6,97 $\pm$ 0,16 ^{ab}	7,35 $\pm$ 0,16 ^a	6,86 $\pm$ 0,12 ^b
Masa prasadi na kraju uzgoja, kg	27,17 $\pm$ 0,48	27,75 $\pm$ 0,49	26,77 $\pm$ 0,38

* Vrijednosti u redu označene različitim slovom su signifikantno različite na razini $P<0,05$

Najveću masu pri odbiću imala je prasadi iz legala između 14 i 16 živooprasene prasadi (Tablica 12). U odnosu na prasadi iz legala s više od 16 živooprasene prasadi, prasadi iz legala s 14 – 16 prasadi imala je značajno veću masu pri odbiću s 28 dana ($P=0,01$). Nadalje, prasadi iz legala prosječne veličine imala je veću masu pri odbiću i od prasadi iz legala s manje od 14 živooprasene prasadi. Iako ta razlika nije signifikantna ($P=0,08$), vidljiva je tendencija veće mase pri odbiću prasadi iz legala s 14 – 16 živooprasene prasadi u leglu.

Ukoliko se usporede mase prasadi pri odbiću i porodne mase prasadi vidljivo je da prasadi koja je imala najveću porodnu masu iz legala s 14 – 16 živooprasene prasadi, imala i najveću masu na kraju razdoblja laktacije.

Uspoređujući mase prasadi na kraju faze uzgoja s masama pri odbiću, odnosno porodnim masama, vidljiv je trend da prasadi koja je imala najveće porodne mase imala i najveće mase pri odbiću, kao i mase na kraju faze uzgoja (Tablica 12). Međutim, između promatranih skupina prema broju živooprasene prasadi nisu utvrđene statistički značajne razlike u masi prasadi na kraju faze uzgoja, iako je vidljiva tendencija veće mase prasadi iz legala s 14 – 16 živooprasene prasadi u odnosu na masu prasadi iz legala s više od 16 živooprasene prasadi ($P=0,11$).

4.1.3. Utjecaj veličine legla na dnevni prirast prasadi

Utjecaj veličine legla na dnevni prirast prasadi utvrđen je preko utvrđivanja utjecaja broja ukupno oprasene prasadi, odnosno broja živooprasene prasadi na sljedeća svojstva brzine rasta prasadi: dnevni prirast u prvih 14 dana (0 – 14 dana), dnevni prirast u razdoblju laktacije (0 – 28 dana), dnevni prirast u fazi uzgoja (28 – 83 dana) te ukupni dnevni prirast od prasnjenja do završetka uzgoja prasadi (0 – 83 dana).

Tablica 13. Utjecaj broja ukupno oprasene prasadi na dnevni prirast u različitim razdobljima od prasenja do kraja uzgoja (LSMean $\pm$ standardna greška)

Svojstvo brzine rasta	Broj ukupno oprasene prasadi		
	< 17	17 – 19	> 19
Dnevni prirast 0 – 14 dana, kg	0,185 $\pm$ 0,006 ^a	0,169 $\pm$ 0,005 ^{ab}	0,165 $\pm$ 0,006 ^b
Dnevni prirast 0 – 28 dana, kg	0,212 $\pm$ 0,006 ^a	0,198 $\pm$ 0,004 ^b	0,205 $\pm$ 0,005 ^{ab}
Dnevni prirast 28 – 83 dana, kg	0,378 $\pm$ 0,007	0,361 $\pm$ 0,006	0,362 $\pm$ 0,007
Dnevni prirast 0 – 83 dana, kg	0,322 $\pm$ 0,006 ^a	0,307 $\pm$ 0,004 ^b	0,309 $\pm$ 0,006 ^{ab}

* Vrijednosti u redu označene različitim slovom su signifikantno različite na razini $P < 0,05$

Broj ukupno oprasene prasadi značajno je utjecao na dnevni prirast prasadi u razdoblju od prasenja do dobi od 14 dana (Tablica 13). Najveći dnevni prirast u prvih 14 dana života imala je prasadi iz legala s manje od 17 ukupno oprasene prasadi, dok je najmanji dnevni prirast imala prasadi iz legala s više od 19 ukupno oprasene prasadi. Utvrđena je statistički signifikantna razlika u dnevnom prirastu prasadi iz legala s manje od 17 i prasadi s više od 19 ukupno oprasene prasadi ($P=0,02$). Razlike u dnevnom prirastu u prvih 14 dana života između prasadi iz legala s manje od 17 i prasadi iz legala sa 17 – 19 ukupno oprasene prasadi su granične, na nivou vjerojatnosti od $P=0,05$, što ukupno pokazuje tendenciju da se s povećanjem broja ukupno oprasene prasadi smanjuje dnevni prirast u razdoblju od prasenja do dobi od 14 dana. Razlike u dnevnom prirastu u prvih 14 dana između prasadi iz legala sa 17 – 19 i legala s više od 19 ukupno oprasene prasadi nisu značajne ($P=0,56$).

Broj ukupno oprasene prasadi značajno je utjecao na dnevni prirast prasadi u razdoblju laktacije, od prasenja do dobi od 28 dana (Tablica 13). Najveći dnevni prirast u razdoblju laktacije imala je prasadi iz legala s manje od 17 ukupno oprasene prasadi, dok je najmanji dnevni prirast zabilježen u prasadi iz legala sa 17 – 19 ukupno oprasene prasadi. Utvrđena je statistički signifikantna razlika u dnevnom prirastu u razdoblju laktacije između prasadi iz legala s manje od 17 i prasadi sa 17 – 19 ukupno oprasene prasadi ($P=0,04$). Nisu utvrđene razlike u dnevnom prirastu u razdoblju laktacije između prasadi iz legala s manje od 17 i legala s više od 19 ukupno oprasene prasadi u leglu ($P=0,40$), kao ni između prasadi iz legala sa 17 – 19 i legala s više od 19 ukupno oprasene prasadi ($P=0,30$).

Broj ukupno oprasene prasadi nije utjecao na dnevni prirast prasadi u fazi uzgoja tj. od odbića s 28 dana do kraja razdoblja uzgoja u dobi od 83 dana ($P>0,05$). Iako razlike u

dnevnim prirastima u fazi uzgoja prasadi između promatranih kategorija broja ukupno oprasene prasadi nisu značajne, ipak pokazuju tendenciju pada dnevnog prirasta s povećanjem broja ukupno oprasene prasadi. Razlika u dnevnom prirastu prasadi iz legala s manje od 17 prasadi i legala sa 17 – 19 prasadi je na nivou vjerojatnosti $P=0,06$, dok je razlika u dnevnom prirastu prasadi iz legala s manje od 17 i legala s više od 19 ukupno oprasene prasadi na nivou vjerojatnosti $P=0,10$. Nije utvrđena razlika u dnevnom prirastu u razdoblju od odbića do završetka uzgoja između prasadi iz legala sa 17 – 19 i legala s više od 19 ukupno oprasene prasadi ($P=0,97$).

Broj ukupno oprasene prasadi značajno je utjecao na dnevni prirast prasadi u ukupnom razdoblju istraživanja, od prasenja do završetka faze uzgoja u dobi od 83 dana (Tablica 13). Najveći dnevni prirast u ukupnom razdoblju istraživanja imala je prasadi iz legala s manje od 17 ukupno oprasene prasadi, dok je najmanji dnevni prirast zabilježen u prasadi iz legala sa 17 – 19 ukupno oprasene prasadi. Utvrđena je statistički signifikantna razlika u dnevnom prirastu u razdoblju od prasenja do završetka uzgoja prasadi između prasadi iz legala s manje od 17 i prasadi sa 17 – 19 ukupno oprasene prasadi ($P=0,03$). Nisu utvrđene razlike u dnevnom prirastu u ukupnom razdoblju istraživanja između prasadi iz legala s manje od 17 i legala s više od 19 ukupno oprasene prasadi u leglu ($P=0,10$), iako postoji tendencija smanjivanja dnevnog prirasta s povećanjem broja ukupno oprasene prasadi. Nije utvrđena razlika u dnevnom prirastu u ukupnom razdoblju od prasenja do dobi od 83 dana između prasadi iz legala sa 17 – 19 i legala s više od 19 ukupno oprasene prasadi ($P=0,72$).

Dnevni prirast prasadi u svim promatranim razdobljima od prasenja do završetka uzgoja prasadi je bio najveći u prasadi iz legala s manje od 17 ukupno oprasene prasadi. Nadalje, u svim promatranim razdobljima, osim u fazi uzgoja prasadi od odbića s 28 dana do dobi od 83 dana, utvrđena je razlika u dnevnom prirastu između prasadi iz legala s manje od 17 i prasadi iz legala sa 17 -19 ukupno oprasene prasadi ($P<0,05$). Također, u svim promatranim razdobljima nije utvrđena razlika u dnevnom prirastu između prasadi iz legala sa 17 – 19 i legala s više od 19 ukupno oprasene prasadi ($P>0,05$).

Tablica 14. Utjecaj broja živooprasene prasadi na dnevni prirast u različitim razdobljima od prasenja do kraja uzgoja (LSMean $\pm$ standardna greška)

Svojstvo brzine rasta	Broj živooprasene prasadi		
	< 14	14 – 16	> 16
Dnevni prirast 0 – 14 dana, kg	0,169 $\pm$ 0,006 ^a	0,190 $\pm$ 0,007 ^b	0,163 $\pm$ 0,005 ^a
Dnevni prirast 0 – 28 dana, kg	0,202 $\pm$ 0,006 ^{ab}	0,215 $\pm$ 0,006 ^a	0,198 $\pm$ 0,004 ^b
Dnevni prirast 28 – 83 dana, kg	0,367 $\pm$ 0,007	0,371 $\pm$ 0,007	0,362 $\pm$ 0,006
Dnevni prirast 1 – 83 dana, kg	0,311 $\pm$ 0,006	0,318 $\pm$ 0,006	0,307 $\pm$ 0,005

* Vrijednosti u redu označene različitim slovom su signifikantno različite na razini $P < 0,05$

Broj živooprasene prasadi je utjecao na dnevni prirast prasadi u razdoblju od prasenja do dobi od 14 dana (Tablica 14). Najveći dnevni prirast u razdoblju od prasenja do dobi od 14 dana utvrđen je kod prasadi iz legala s 14 – 16 živooprasene prasadi, a najmanji dnevni prirast u prasadi iz legala s više od 16 živooprasene prasadi. Prasad iz legala s 14 – 16 živooprasene prasadi imala je značajno veći dnevni prirast u odnosu na prasad iz legala s manje od 14 živooprasene prasadi ($P=0,02$), kao i u odnosu na prasad iz legala s više od 16 živooprasene prasadi ($P < 0,01$). Između prasadi iz legala s manje od 14 i više od 16 živooprasene prasadi nije utvrđena razlika u visini dnevnog prirasta u razdoblju od prasenja do dobi od 14 dana ($P=0,42$).

Broj živooprasene prasadi je utjecao na dnevni prirast prasadi u razdoblju od prasenja do odbića u dobi od 28 dana (Tablica 14). Najveći dnevni prirast u razdoblju od prasenja do odbića s 28 dana imala je prasad iz legala s 14 – 16 živooprasene prasadi, a najmanji dnevni prirast prasad iz legala s više od 16 živooprasene prasadi. Prasad iz legala s 14 – 16 živooprasene prasadi imala je značajno veći dnevni prirast u odnosu na prasad iz legala s više od 16 živooprasene prasadi ($P < 0,02$), dok je u odnosu na prasad iz legala s manje od 14 živooprasene prasadi ($P=0,10$) pokazivala tendenciju većeg dnevnog prirasta. Između prasadi iz legala s manje od 14 i više od 16 živooprasene prasadi nije utvrđena razlika u visini dnevnog prirasta ($P=0,61$).

Broj živooprasene prasadi nije utjecao na dnevni prirast prasadi u razdoblju uzgoja prasadi od odbića s 28 dana do kraja uzgoja u dobi od 83 dana. Dnevni prirast prasadi u razdoblju od odbića do završetka uzgoja nije se razlikovao između promatranih kategorija broja živooprasene prasadi ($P > 0,05$).

Kao i u razdoblju uzgoja prasadi, dnevni prirast prasadi u ukupnom razdoblju istraživanja od prasenja do završetka uzgoja nije se razlikovao između promatranih kategorija broja živooprasene prasadi ($P>0,05$).

Navedene vrijednosti dnevnog prirasta u Tablici 14. ukazuju da se s povećanjem dobi prasadi razlike u dnevnim prirastima između promatranih kategorija veličine legla prikazane kao broj živooprasene prasadi smanjuju. Nadalje, za razliku od utjecaja broja ukupnooprasene prasadi gdje su u kategoriji s najmanjim brojem (<17) zabilježeni najveći dnevni prirasti, kod utjecaja broja živooprasene prasadi su najveći dnevni prirasti su zabilježeni u kategoriji prosječne veličine legla od 14 – 16 živooprasene prasadi, ali samo do dobi od 28 dana.

4.2. Utjecaj porodne mase na preživljavanje i svojstva rasta prasadi

4.2.1. Utjecaj porodne mase na preživljavanje prasadi

Utjecaj porodne mase na preživljavanje tijekom laktacije, odnosno na broj odbijene prasadi prikazan kao % od broja živooprasene prasadi prikazan je u tablici 15. Najmanju stopu preživljavanja ima prasad porodne mase ispod 1,000 kg, svega nešto iznad 56%. Povećanjem porodne mase raste i % preživljavanja, tako da prasad s porodnom masom iznad 1,000 kg ima stopu preživljavanja iznad 80%, a prasad s porodnom masom iznad 1,400 kg ima stopu preživljavanja iznad 92%. Najveći broj prasadi imao je porodnu masu između 1,201 i 1,400 kg.

Tablica 15. Utjecaj porodne mase na preživljavanje prasadi u laktaciji

Porodna masa, kg	Broj prasadi	Odbijeno prasadi, %
$\leq 1,000$	114	56,1
1,001 – 1,200	118	81,4
1,201 – 1,400	192	84,4
1,401 – 1,600	158	92,4
$\geq 1,601$	138	92,7

Utjecaj porodne mase na svojstva preživljavanja prasadi prikazana je preko broja mrtvooprasene prasadi i na broj prasadi uginule u laktaciji (Tablica 16).

Tablica 16. Utjecaj porodne mase na broj mrtvooprasene prasadi i na broj prasadi uginule u laktaciji (LSMean $\pm$ standardna greška)

Porodna masa, kg	Svojstva preživljavanja prasadi	
	Broj mrtvooprasene prasadi	Broj prasadi uginule u laktaciji
<1,000	2,68 $\pm$ 0,35	3,21 $\pm$ 0,17
1,001 – 1,200	2,50 $\pm$ 0,35	2,82 $\pm$ 0,18
1,201 – 1,400	2,27 $\pm$ 0,27	3,00 $\pm$ 0,14
1,401 – 1,600	2,24 $\pm$ 0,29	2,96 $\pm$ 0,15
$\geq$ 1,600	2,05 $\pm$ 0,31	2,95 $\pm$ 0,16

* Vrijednosti u stupcu označene različitim slovom su signifikantno različite na razini $P < 0,01$

Broj mrtvooprasene prasadi nije se razlikovao između definiranih razreda porodne mase ($P > 0,05$). Iako nije utvrđena statistički signifikantna razlika u broju mrtvooprasene prasadi između promatranih skupina prema porodnoj masi prasadi vidljiv je trend smanjivanja broja mrtvooprasene prasadi s povećanjem porodne mase, od 2,68 mrtvooprasene prasadi u prasadi s porodnom masom ispod 1,0 kg prema 2,05 mrtvooprasene prasadi u kategoriji prasadi s porodnom masom iznad 1,6 kg.

Broj uginule prasadi tijekom laktacije je najveći u skupini prasadi s porodnom masom ispod 1,0 kg, iako u odnosu na druge kategorije porodne mase nije utvrđena statistička razlika ($P > 0,05$). Prema tome je očigledno da porodna masa nije jedini čimbenik o kojem ovisi smrtnost prasadi tijekom laktacije.

4.2.2. Utjecaj porodne mase na masu prasadi pri odbiću i na kraju uzgoja

Vrijednosti koeficijenata korelacije po Pearsonu između svojstava tjelesnih masa prasadi koje su izmjerene u pet uzastopnih vaganja pokazuju umjerenu do vrlo visoku povezanost između nekih svojstava (Tablica 17). Najniža vrijednost korelacije utvrđena je između porodne mase prasadi (tm_1) i mase prasadi pri odbiću (tm_3) u iznosu 0,48, što ukazuje da

porodna masa nije isključivi i najvažniji pokazatelj rasta prasadi u laktaciji i posljedično mase prasadi na kraju laktacije. Najviše vrijednosti korelacija iznad 0,90 utvrđene su između mase prasadi u dobi od 14 dana i mase prasadi pri odbiću te između masa prasadi u fazi uzgoja (tm4 i tm5).

Tablica 17. Koeficijenti korelacija po Pearsonu između svojstava tjelesnih masa prasadi

	tm2	tm3	tm4	tm5
tm1	0,60	0,48	0,57	0,62
tm2		0,93	0,77	0,75
tm3			0,78	0,73
tm4				0,91

* tm1 – porodna masa; tm2 – masa prasadi u dobi od 14 dana; tm3 – masa prasadi pri odbiću s 28 dana; tm4 – masa prasadi 30. dan faze uzgoja; tm5 – masa prasadi na kraju faze uzgoja u dobi od 83 dana

Tablica 18. Utjecaj porodne mase na masu prasadi pri odbiću i na masu prasadi na kraju faze uzgoja prasadi (LSMean ± standardna greška)

Porodna masa, kg	Masa prasadi	
	Masa prasadi pri odbiću, kg	Masa prasadi na kraju uzgoja, kg
<1,000	5,75 ± 0,24 ^a	21,92 ± 0,76 ^a
1,001 – 1,200	6,48 ± 0,20 ^b	24,73 ± 0,63 ^b
1,201 – 1,400	7,16 ± 0,16 ^c	27,46 ± 0,48 ^c
1,401 – 1,600	7,80 ± 0,16 ^d	29,75 ± 0,50 ^d
≥ 1,600	8,09 ± 0,17 ^d	32,30 ± 0,53 ^e

* Vrijednosti u stupcu označene različitim slovom su signifikantno različite na razini P<0,05

Porodna masa prasadi značajno utječe na masu prasadi kod odbića, odnosno kako raste porodna masa tako raste i masa prasadi kod odbića. Prasad porodne mase ispod 1,0 kg ima značajno manju masu pri odbiću od prasadi svih ostalih razreda porodne mase

($P < 0,01$). Kod prasadi s porodnom masom od 1,4 – 1,6 kg i prasadi s porodnom masom iznad 1,6 kg nisu utvrđene razlike u masi prasadi kod odbića ($P = 0,21$). Prasad s porodnim masama ispod 1,2 kg ne postiže ciljnu vrijednost mase pri odbiću od najmanje 7 kg.

Povećavanjem porodne mase prasadi raste, osim što raste masa pri odbiću, raste i masa prasadi na kraju uzgoja. Utvrđene su značajne razlike u završnoj masi prasadi između svih kategorija porodne mase. Između prasadi s porodnom masom ispod 1,0 kg i prasadi s porodnom masom većom od 1,6 kg razlika u masi na kraju uzgoja je veća od 10 kg.

4.2.3. Utjecaj porodne mase na dnevni prirast prasadi

Tablica 19. Utjecaj porodne mase na dnevne priraste u različitim razdobljima od prasenja do kraja faze uzgoja prasadi (LSMean $\pm$ standardna greška)

Porodna masa, kg	Dnevni prirast, kg			
	0 – 14 dana	0 – 28 dana	28 – 83 dana	0 – 83 dana
<1,000	0,131 $\pm$ 0,009 ^a	0,175 $\pm$ 0,009 ^a	0,293 $\pm$ 0,012 ^a	0,254 $\pm$ 0,009 ^a
1,001 – 1,200	0,161 $\pm$ 0,008 ^b	0,191 $\pm$ 0,007 ^a	0,332 $\pm$ 0,010 ^b	0,284 $\pm$ 0,008 ^b
1,201 – 1,400	0,179 $\pm$ 0,006 ^b	0,209 $\pm$ 0,006 ^b	0,369 $\pm$ 0,007 ^c	0,315 $\pm$ 0,006 ^c
1,401 – 1,600	0,202 $\pm$ 0,007 ^c	0,224 $\pm$ 0,006 ^c	0,399 $\pm$ 0,008 ^d	0,340 $\pm$ 0,006 ^d
$\geq 1,600$	0,198 $\pm$ 0,007 ^c	0,225 $\pm$ 0,006 ^c	0,440 $\pm$ 0,008 ^e	0,368 $\pm$ 0,006 ^e

* Vrijednosti u stupcu označene različitim slovom su signifikantno različite na razini $P < 0,05$

U svim promatranim razdobljima rasta prasadi utvrđen je signifikantan utjecaj porodne mase prasadi na dnevni prirast (Tablica 19). Najniže dnevne priraste u svim razdobljima imala je prasadi s porodnim masama $\leq 1,000$ kg. Najveće dnevne priraste u razdoblju laktacije imala je prasadi iznad 1,400 kg. Daljnje povećanje porodne mase prasadi iznad 1,600 kg nije u razdoblju laktacije značajno utjecalo na povećanje dnevnih prirasta.

U razdoblju od prasenja pa do drugog vaganja prasadi u dobi od 14 dana prasadi s porodnom masom manjom ili jednako 1,000 kg imala je signifikantno manje dnevne priraste u odnosu na prasadi ostalih masenih kategorija ($P < 0,05$). Između prasadi s porodnom masom od 1,001 do 1,200 kg i prasadi s porodnom masom od 1,201 do 1,400 kg nije

utvrđena siginifikantna razlika u dnevnom prirastu, kao niti između prasadi s porodnom masom od 1,401 do 1,600 kg i prasadi s porodnom masom iznad 1,600 kg ($P>0,05$).

U razdoblju od drugog vaganja u dobi od 14 dana do odbića prasadi s 28 dana prasad s porodnom masom $\leq 1,200$ kg imala je signifikantno manje dnevne priraste u odnosu na prasad s porodnim masama od 1,201 do 1,400 kg, kao i u odnosu na prasad s porodnim masama iznad 1,400 kg ($P<0,05$). Slično kao u razdoblju do 14 dana, tako i u razdoblju od 14 do 28 dana laktacije nije utvrđena razlika u dnevnim prirastima između prasadi u kategorijama porodne mase od 1,401 do 1,600 kg i prasadi s porodnom masom iznad 1,600 kg ($P>0,05$).

Ako usporedimo razlike između najmanjeg i najvećeg dnevnog prirasta u prva dva razdoblja u laktaciji vidljivo je da prasad najveće porodne mase iznad 1,600 kg ima za skoro 70 g veći dnevni prirast u odnosu na prasad najmanje porodne mase ispod 1,000 kg, dok je ta razlika u drugom razdoblju, od 14 do 28 dana nešto manja i iznosi 50 g. Ovo ukazuje da je u drugom razdoblju došlo do usporavanja brzine rasta prasadi.

Nakon odbića prasadi u fazi uzgoja koja je trajala od 28. dana do 83. dana nastavljen je intenzivan rast prasadi, pri čemu su između svih kategorija porodne mase utvrđene signifikantne razlike u vrijednostima dnevnog prirasta ($P<0,01$). Razlika u dnevnom prirastu prasadi s porodnom masom ispod 1,000 kg i prasadi s porodnom masom iznad 1,600 kg su neznatno manje od 150 g, što ukazuje na intenzifikaciju brzine rasta prasadi po odbiću, i uspoređujući vrijednosti dnevnog prirasta u svim promatranim razdobljima, u razdoblju od odbića pa do kraja faze uzgoja prasadi postižu se najveći dnevni prirasti.

U ukupnom razdoblju istraživanja brzine rasta prasadi, od prasenja do završetka faze uzgoja u trajanju od 83 dana utvrđene su signifikantne razlike u visini dnevnih prirasta između prasadi u promatranim kategorijama porodnih masa, iako su vrijednosti dnevnih prirasta nešto niže u odnosu na vrijednosti koje su utvrđene u fazi uzgoja prasadi ($P<0,01$). Razlika u dnevnom prirastu prasadi s porodnom masom ispod 1,000 kg i prasadi s porodnom masom iznad 1,600 kg su neznatno manje od 115 g.

4.3. Utjecaj spola na preživljavanje i svojstva rasta prasadi

4.3.1. Utjecaj spola na preživljavanje prasadi

Nije utvrđen utjecaj spola živooprasene prasadi na broj mrtvooprasene prasadi ($P=0,25$). Iako je broj mrtvooprasene prasadi nešto viši u ženske prasadi u odnosu na mušku dobivena razlika nije značajna. Nije utvrđen utjecaj spola živooprasene prasadi na broj prasadi uginule tijekom laktacije ($P=0,53$).

Tablica 20. Utjecaj spola na broj mrtvooprasene prasadi i na broj prasadi uginule u laktaciji (LSMean $\pm$ standardna greška)

Svojstvo	Spol	
	Muški	Ženski
Broj mrtvo opasene prasadi	2,19 $\pm$ 0,19	2,51 $\pm$ 0,21
Broj prasadi uginule u laktaciji	2,95 $\pm$ 0,10	3,03 $\pm$ 0,10

4.3.2. Utjecaj spola na masu prasadi

Tablica 21. Utjecaj spola na porodnu masu prasadi, masu prasadi pri odbiću i masu prasadi na kraju uzgoja (LSMean $\pm$ standardna greška)

Svojstvo	Spol	
	Muški	Ženski
Porodna masa, kg	1,31 $\pm$ 0,007	1,30 $\pm$ 0,007
Masa prasadi pri odbiću, kg	7,12 $\pm$ 0,11	7,00 $\pm$ 0,12
Masa prasadi na kraju uzgoja, kg	27,36 $\pm$ 0,36	27,11 $\pm$ 0,37

Nije utvrđen utjecaj spola živooprasene prasadi na porodnu masu prasadi, masu prasadi na kraju laktacije ($P=0,46$). Nadalje, nije utvrđen utjecaj spola živooprasene prasadi na masu prasadi na kraju uzgoja ($P=0,61$).

4.3.3. Utjecaj spola na dnevni prirast prasadi

Utjecaj spola na svojstva brzine rasta u prasadi procijenjen je na dva načina, kao utjecaj spola s dva nivoa (muški, ženski) te kao utjecaj legla s određenim omjerom muške i ženske prasadi (pretežno muška s više od 70% muške prasadi i mješovita s manje od 70% muške, odnosno ženske prasadi).

Tablica 22. Utjecaj spola na dnevni prirast prasadi u različitim razdobljima od prasenja do kraja faze uzgoja (LSMean $\pm$ standardna greška)

Svojstvo	Spol	
	Muški	Ženski
Dnevni prirast 0 – 14 dana, kg	0,175 $\pm$ 0,005	0,173 $\pm$ 0,005
Dnevni prirast 0 – 28 dana, kg	0,207 $\pm$ 0,005	0,203 $\pm$ 0,004
Dnevni prirast 28 – 83 dana, kg	0,368 $\pm$ 0,005	0,366 $\pm$ 0,006
Dnevni prirast 0 – 83 dana, kg	0,314 $\pm$ 0,004	0,311 $\pm$ 0,004

Spol prasadi (muški, ženski) nije utjecao na dnevne priraste prasadi (Tablica 22) u promatranim razdobljima ($P > 0,05$). Povećanjem dobi prasadi dnevni prirast se povećavao od 0,175 kg/dnevno u razdoblju od prvih 14 dana života do 0,368 kg/dnevno u razdoblju uzgoja prasadi kod muške prasadi, odnosno od 0,173 kg/dnevno u prvih 14 dana života do 0,366 kg/dnevno u razdoblju uzgoja kod ženske prasadi.

Spol prasadi prikazan kao utjecaj legla s određenim omjerom muške i ženske prasadi također nije utjecao na dnevne priraste ($P > 0,05$). Kao i u prethodnoj tablici vidljivo je povećanje dnevnog prirasta s dobi u prasadi iz pretežno muških legala i mješovitih legala (Tablica 23), ali također ni u jednom promatranom razdoblju nije utvrđena razlika u dnevnom prirastu između ovako definiranih skupina ($P > 0,05$).

Tablica 23. Utjecaj legla prema omjeru jedinki po spolu na dnevni prirast prasadi u različitim razdobljima od prasenja do kraja faze uzgoja (LSMean $\pm$ standardna greška)

Svojstvo	Legla prema omjeru po spolu	
	Pretežno muška	Mješovita
Dnevni prirast 0 – 14 dana, kg	0,181 $\pm$ 0,007	0,172 $\pm$ 0,004
Dnevni prirast 0 – 28 dana, kg	0,204 $\pm$ 0,006	0,206 $\pm$ 0,004
Dnevni prirast 28 – 83 dana, kg	0,377 $\pm$ 0,007	0,367 $\pm$ 0,005
Dnevni prirast 0 – 83 dana, kg	0,319 $\pm$ 0,006	0,312 $\pm$ 0,004

* Ženska legla s više od 70% ženske prasadi nisu testirana zbog zanemarivog broja takvih legala

5. RASPRAVA

5.1. Utjecaj veličine legla na preživljavanje i svojstva rasta prasadi

5.1.1. Utjecaj veličine legla na preživljavanje prasadi

Utjecaj veličine legla na preživljavanje prasadi može se promatrati na različite načine, ovisno o izboru svojstva veličine legla. Tradicionalno se kao svojstvo veličine legla promatra broj ukupno oprasene, broj živooprasene ili broj mrtvooprasene prasadi (Luković, 2006), dok se u novije vrijeme radi poboljšanja preživljavanja prasadi uvode i nova svojstva kao što je veličina legla na peti dan nakon prasnja (Nielsen i sur., 2013). Utjecaj broja ukupno oprasene na svojstva preživljavanja prasadi nedvojbeno pokazuje da se u izrazito velikim leglima visokoplodnih krmača iznad 16 prasadi javljaju veliki gubici zbog uginuća u obliku mrtvooprasene i uginule prasadi tijekom laktacije. Houben i sur. (2017) navode da je osnovni ograničavajući čimbenik uzgoja prasadi u velikim leglima broj funkcionalnih sisa u krmača, koji je u leglima visokoplodnih krmača često manji od broja oprasene prasadi.

Povezanost broja živooprasene i broja mrtvooprasene prasadi je takva da se s povećanjem broja živooprasene prasadi smanjuje broj mrtvooprasene prasadi, što također potvrđuje i umjereno negativna korelacija od -0,21. Kao i kod utjecaja ukupno oprasene prasadi, jasno je utvrđen i utjecaj broja živooprasene prasadi na broj prasadi uginule tijekom laktacije, pri čemu su utvrđeni izrazito visoki gubici prasadi u leglima s više od 16 živooprasene prasadi. Rezultati dobiveni za utjecaj broja mrtvooprasene prasadi na broj prasadi uginule tijekom laktacije pokazali su da nije bilo razlike u broju prasadi uginule tijekom laktacije između legala kod kojih je zabilježen mali broj mrtvooprasene prasadi (0-1) i legala kod kojih je utvrđen veliki broj mrtvooprasene prasadi (>3). To pokazuje da čak i u velikim leglima kod kojih nije zabilježena pojava mrtvooprasene prasadi, zbog male porodne mase takva prasadi ima predispoziciju uginuća neposredno nakon prasnja (Škorput i sur., 2018).

Veličina legla visokoplodnih genotipova krmača naglašava važnost poboljšavanja preživljavanja prasadi, odnosno smanjivanja prenatalnih i postnatalnih gubitaka (Leenhouwers i sur., 2002). Povećanje veličine legla selekcijom dovelo je do povećanja varijabilnosti porodne mase prasadi unutar legla te do većeg udjela prasadi s malom porodnom masom (Milligan, 2002; Vaclavkova i sur., 2012). Upravo veći broj prasadi s malom porodnom masom je osnovni uzrok veće smrtnosti prasadi nakon prasnja krmača

visokoplodnih linija (Škorput i sur., 2018). Bee (2007) navodi da je selekcija na veličinu legla, osim na povećanje varijabilnosti unutar legla, dovela i do sveukupnog smanjenja porodne mase prasadi. Navedeno objašnjava pojačanom konkurencijom fetusa za hranjivim tvarima još tijekom prenatalnog rasta i razvoja. Kod provođenja selekcije na povećanje veličine legla i porodnu masu prasadi te posljedično na preživljavanje prasadi na razini legla, postoje ograničenja u tome koliko je moguće oba svojstva istodobno poboljšati zbog njihove negativne korelacije (Kapell i sur., 2011).

Tuchscherer i sur. (2000) navode da se većina uginuća, skoro 80% javlja u perinatalnom razdoblju, tijekom prasnja i neposredno po prasnju, uglavnom unutar prva tri dana nakon prasnja. Slične vrijednosti, kao i vrijeme uginuća, utvrđeno je i u ovom istraživanju, pri čemu je do drugog vaganja prasadi u dobi od 14 dana uginulo 15% živooprasene prasadi, a u razdoblju od drugog vaganja do trećeg vaganja pri odbiću prasadi s 28 dana manje od 2% živooprasene prasadi od drugog vaganja. Za poboljšanje preživljavanja prasadi ranom postnatalnom razdoblju autori preporučuju nadzor prasnja i prasadi u postnatalnom razdoblju, osiguranje optimalne mikroklike za prasad te što ranije sisanje kolostruma.

Postotak mrtvooprasene prasadi od 12% kreće se unutar vrijednosti između 10 i 15% ukupno oprasene prasadi koje su utvrdili van der Lende i sur. (2001) i Herpin i sur. (2001). Dobiveni rezultati su u skladu s rezultatima prikazanim u Godišnjem izvješću za svinjogojstvo za 2018. godinu (Ministarstvo poljoprivrede, 2019) gdje se navode slične vrijednosti za % mrtvooprasene prasadi na velikim farmama krmača u Hrvatskoj. S druge strane, utvrđeni % mrtvooprasene prasadi je značajno viši u odnosu na rezultate Edwards (2002) koja navodi nešto niže vrijednosti (4 – 8%) za broj mrtvooprasene prasadi, uz objašnjenje da razlike u istraživanjima često potječu od nepouzdanosti dijagnoze pravog uzroka smrtnosti. Knol i Bergsma (2004) navode kako 20% prasadi u Sjedinjenim Američkim Državama uginu u razdoblju između kasne gravidnosti i odbića prasadi. Od tog broja, 7% prasadi uginu tijekom samog prasnja, a oko 13% tijekom laktacije. Podaci o smrtnosti prasadi iz SAD-a otprilike odgovaraju podacima na komercijalnim farmama u zapadnoj Europi, iako je prosječna veličina legla u Europi nešto veća nego u SAD-u. Autori nadalje navode da utjecaj na smrtnost prasadi imaju podjednako i krmača i prasad. Gubici do odbića u zatvorenom sustavu držanja u komercijalnoj proizvodnji u Europi su u 2017. godini zabilježeni na razini od 13% (AHDB, 2018). Muns i sur. (2014) napominju da je na farmama visokoplodnih krmača u Španjolskoj smrtnost prasadi do odbića nerazrješiv problem te navode da je prosječna smrtnost u fazi laktacije blizu 15%.

Rezultati dobiveni u ovom istraživanju ukazuju da je preživljavanje prasadi realan problem na farmama krmača visoke plodnosti. Vrijednosti gubitaka prasadi tijekom laktacije su u

pravilu više ako ih usporedimo s vrijednostima unazad dvadesetak godina (Uremović i Uremović, 1997) kad su prihvatljivi gubici prasadi u laktaciji podrazumijevali gubitke do 10%. Nepobitno je da osim veličine legla, na gubitke prasadi tijekom laktacije utječu i mnogi drugi čimbenici poput gladovanja prasadi (hipoglikemije), mehaničkih uzroka (prignječenja), porodne mase prasadi i redoslijeda prasenja, endokrinog razvoja prasadi, stjecanja pasivnog imuniteta (Quesnel i sur., 2012), zaraznih bolesti i ostalih razloga (Uremović i Uremović, 1997; Kosovac i sur., 2005). Među brojnim uzrocima ranog uginuća prasadi kao jedan od ključnih navodi se nedostatan unos kolostruma. Prema Declerck i sur. (2017) ukupna količina kolostruma je neovisna o veličini legla, pa u leglima visokoplodnih krmača konzumacija dovoljne količine kolostruma kod prasadi je često problematična.

Dob, odnosno redni broj prasenja jedan od uzroka veće smrtnosti prasadi tijekom prasenja i pojave dobivanja više mrtvooprasene prasadi (Quesnel i sur., 2008). S obzirom da je najveći broj krmača u istraživanju bio u šestom prasenju, a da veličina legla raste tijekom dobi do četvrtog ili petog prasenja, interakcija ova dva čimbenika također može utjecati na veći broj mrtvooprasene prasadi. Quesnel i sur. (2008) navode da povećanje prosječne veličine legla s 9 na 16 prasadi povećava udio prasadi s porodnom masom ispod 1,0 kg s 3 na 15%, čime se izravno povećava i broj mrtvooprasene prasadi. Autori nadalje tumače da krmače u prvom i drugom prasenju daju manje heterogena legla u odnosu na starije krmače. To uglavnom dovodi do činjenice da na farmama krmača treba smanjiti udio starijih krmača, od šestog prasenja nadalje, jer učestalost broja mrtvooprasene prasadi raste s rednim brojem prasenja. Isto tako kod krmača umjerene plodnosti s manjim brojem ovuliranih jajnih stanica, uočena je manja varijabilnost u masama fetusa te veći broj živooprasene prasadi (Quesnel i sur., 2008).

Prasad male porodne mase ima nepovoljniji položaj u odnosu na težu prasad u pogledu preživljavanja (Milligan i sur., 2002), što je uočeno i u ovom istraživanju. Ovaj nedostatak je puno izraženiji u većim leglima, kao i u leglima starijih krmača. Osobito niska stopa preživljavanja prasadi je u velikim leglima i to kod krmača od šestog rednog broja prasenja naviše. Kod jedinki s niskom porodnom masom potrebna je posebna briga kako bi se izbjegla pojava hipotermije (Ostović i sur., 2008). Također u velikim leglima je potrebno osigurati pravovremeno sisanje svakom sitnijem prasetu kako ne bi zaostajala za ostalom prasadi u leglu. Tako da prasad s malim porodnim masama zahtijeva više truda i brige od prasadi većih porodnih masa.

5.1.2. Utjecaj veličine legla na masu i dnevne priraste prasadi

Povećani broj prasadi male porodne mase posljedica je selekcije svinja na visoku plodnost što je rezultiralo pojavom veće varijabilnosti u porodnim masama prasadi (Škorjanc i sur., 2007) i smanjivanja porodne mase prasadi (Bee, 2007). Negativnu genetsku korelaciju između veličine legla i porodne mase potvrđuje Roehe (1999), Bergstrom i sur. (2009), Lund i sur. (2002), Damgaard i sur. (2003), a prema Kerr i Cameron (1995) ta je veza u suštini linearna. Selekcija na veličinu legla je dovela do smanjenja porodne mase prasadi i veće zastupljenosti prasadi manje porodne mase (Akdag i sur., 2009; Beaulieu i sur., 2010; Quiniou i sur., 2002; Beaulieu i sur., 2010; Kumar i sur., 2010).

Utjecaj veličine legla na mase prasadi prikazan kao broj ukupno, odnosno živooprasene prasadi na porodnu masu, masu prasadi pri odbiću te masu prasadi na kraju faze uzgoja pokazuje da se najveće vrijednosti promatranih masa dobivaju u leglima do 16 ukupno oprasene prasadi u leglu, odnosno u leglima od 14 do 16 živooprasene prasadi. S druge strane, prasadi iz legala s više od 16 živooprasene prasadi zbog nemogućnosti othrane sve prasadi pod biološkom majkom u većoj mjeri izložena postupku ujednačavanja legala, pri čemu očigledno stres odvajanja prasadi od majke, ali i stres koji osjeća majka radi oduzimanja prasadi dovodi do slabijih rezultata rasta u postnatalnom razdoblju.

Heterogenost legala, odnosno nedostatak ujednačenosti tjelesnih masa prasadi unutar legala je važan problem koji otežava gospodarenje na farmama. Velike razlike u porodnim masama prasadi bez provedenja ujednačavanja veličine legla dovele bi do još većeg raslojavanja u kasnijim fazama uzgoja. Stupanj heterogenosti se povećava unutar legala kao odgovor na selekciju za veličinu legla. Takva selekcija rezultira većim leglima, povećanim gubicima u razdoblju od prasnjenja do odbića, smanjenjem porodnih masa, kao i smanjenjem rasta prasadi u laktaciji, ali i nakon odbića prasadi. Kod manjih legala, heterogenost u masama prasadi je manja, a manja je i potreba za postupkom ujednačavanja legala, koja se primarno provodi radi zbrinjavanja sitne prasadi (Canario i sur., 2014).

Prenatalni rast je vrlo složen proces (Rehfeldt i sur., 2004). Hranidba krmača, kao jedan od najvažnijih čimbenika prenatalnog rasta te materinska somatotropna os igra značajnu ulogu u koordinaciji dijeljenja i korištenja hranjivih tvari između tkiva majke, placente i embrija, odnosno fetusa. Ozbiljna restrikcija hranjivih tvari tijekom gravidnosti ima negativan učinak na fetalni i postnatalni rast. U istraživanju se pokazalo da tretiranje krmača hormonom rasta tijekom kasnog ili najvećeg dijela gravidnosti dovodi do povećanja porodne mase prasadi, što predstavlja ključni čimbenik za postnatalni rast. Pere i Etienne (2000) navode da se s

povećanjem veličine legla povećava i cirkulacija krvi u uterusu, ali u puno manjem opsegu od broja fetusa. To dovodi do smanjenja cirkulacije krvi po fetusu, što može utjecati na opskrbu fetusa hranjivim tvarima.

Povećanje veličine legla utječe na smanjivanje porodne mase prasadi. Beaulieu i sur. (2010) su pratili utjecaj veličine legla u krmača PIC linije na porodnu masu na način da su postavili tri kategorije veličine legla s obzirom na broj živooprasene prasadi: ispodprosječna (3 - 10), prosječna (11 – 13), te natprosječna legla (14 – 19). Povećanje veličine legla s 8,4 na 15,4 prasadi rezultiralo je padom od 43 g u prosječnoj porodnoj masi prasadi. Autori nisu utvrdili da se povećanjem veličine legla povećava varijabilnost porodne mase unutar legala. Beaulieu i sur. (2010) također navode da uklanjanje najsitnije prasadi iz legala doprinosi smanjenju varijabilnosti u tjelesnim masama u kasnijim razdobljima (odbiće, kraj tova). Quiniou i sur. (2002) su došli do zaključka da s povećanjem veličine legla sa svakim oprasnim prasetom porodna masa pada za 35 g.

Porodna masa je odlučujući čimbenik koji određuje masu prasadi pri odbiću, a time i preživljavanje prasadi tijekom laktacije (Akdag i sur., 2009). Osim porodne mase, na rast prasadi veliki utjecaj ima i varijabilnost porodne mase u leglu. Svojstva rasta su usko vezana uz veličinu legla, gdje u velikim leglima dolazi do pojave većeg broja prasadi manje porodne mase, pri čemu takva prasada ima puno veću konkurenciju prilikom sisanja i postoji velika vjerojatnost da ne dođe do unosa dovoljne količine kolostruma u organizam. Kolostrum, u prvim danima života je prasadi najvažnija komponenta potrebna za zaštitu organizma od vanjskih infekcija i osigurava organizmu pasivni imunitet. Nedovoljna količina kolostruma čini prasadu slabije otpornom i obično takva prasada biva inficirana okolišnim bakterijama i virusima što ima za posljedicu utjecaj na smanjeni dnevni prirast i veći morbiditet. Cornelison i sur. (2018) su tako u svom istraživanju, u stadiu koje je bilo prirodno pozitivno na virus reproduktivnog i respiratornog sindroma svinja (PRRS) utvrdili da su dnevni prirasti bili mnogo manji, dok se broj hranidbenih dana do kraja tova povećao. Dnevni prirasti su bili manji za 8% do 14%, a sve je to rezultiralo i visokom stopom smrtnosti od čak 19,9%. Tržišni gubici po svinji su bili od do čak 29,82 USD. Troškovi liječenju su također znatno doprinijeli konačnim gubicima. Time su željeli naglasiti potencijalnu veličinu i učinak mješovitih etiologija bolesti na ekonomski utjecaj u proizvodnji svinjskog mesa.

Veliki broj prasadi u leglu iscrpljuje i troši krmače majke. Visokoprodne linije krmača koje prase velik broj prasadi fiziološki proizvode velike količine mlijeka. Ta proizvodnja i uzgoj velikih legala troši energetske zalihe organizma, utječe na tjelesno stanje krmača te povećava broj ozljeda kod krmača (Ocepek i sur., 2016). Zbog toga je važna reakcija i utjecaj putem određenih tehnoloških postupaka i hranidbe kako bi se smanjilo suvišno

trošenje samog organizma dojilja. Sve to ukazuje na važnost ravnoteže između ekonomske proizvodnje i osobina koje poboljšavaju dobrobit i dugovječnost krmača.

Najveći dnevni prirasti u razdoblju laktacije u ovom istraživanju utvrđeni su u legala s manje od 17 ukupno oprasene prasadi te u legala s 14 – 16 živooprasene prasadi. Prasad iz legala s 14 – 16 živooprasene prasadi su najmanje pod utjecajem stresa zbog najmanje manipulacija s prasadi radi ujednačavanja legla što može biti jedan od razloga najvišeg dnevnog prirasta. Legla s većim brojem živoprasene prasadi (>16) su pod utjecajem stresa zbog oduzimanja prasadi iz legla, dok su legla s manjim brojem živooprasene prasadi (<14) pod utjecajem stresa zbog dodavanja prasadi iz drugih legala (English i Wilkonson, 1982).

Bérard i sur. (2008) nisu utvrdili razlike u dnevnom prirastu prasadi iz malih (≤ 10) i velikih legala (≥ 14) u razdoblju laktacije ($P=0,29$) te u fazi uzgoja ($P=0,94$). Bérard i sur. (2008) su također utvrdili značajno veću porodnu masu kod prasadi iz malih legala u odnosu na prasad iz velikih legala, međutim u kasnijim fazama nije utvrđena razlika u tjelesnim masama, niti kod odbića ($P=0,19$), niti na kraju faze uzgoja prasadi ($P=0,91$). S druge strane, Milligan i sur. (2002) navode da velika varijabilnost u porodnoj masi utječe na varijabilnost u masama prasadi pri odbiću.

5.2. Utjecaj porodne mase na preživljavanje i svojstva rasta prasadi

5.2.1. Utjecaj porodne mase na preživljavanje prasadi

Utjecaj porodne mase na broj mrtvooprasene prasadi nije utvrđen ($P>0,05$), iako se s povećanjem porodne mase uočava pad broja mrtvooprasene prasadi. Postotak mrtvooprasene prasadi veći je u prvopraskinja i starijih krmača s brojnijim leglom (Uremović i Uremović, 1997). Pošto u ovom istraživanju skoro da nije bilo prvopraskinja (samo 4% od svih krmača), a krmače su prosječno bile u petom rednom prasenju, osnovni razlog uginuća je vjerojatno veličina legla, odnosno posljedično manja porodna masa te trajanje prasenja. Menčík i sur (2019) navode da duljina graviditeta značajno utječe na broj ukupno oprasene prasadi u prvom i drugom prasenju visokoplodnih krmača, što može biti problem u primjeni induciranog prasenja. Smatra se da od ukupnog broja mrtvooprasene prasadi na ugibanje za vrijeme prasenja otpada 75%, a oko 25% prije prasenja. Tijekom prasenja prasad najčešće ugiba zbog anoksije, osobito u slučajevima kad prasenje traje duže od prosjeka. U našem istraživanju oko 35% legala nije imalo mrtvooprasene prasadi, što je relativno

malo uspoređujući to s drugim istraživanjima. Le Cozler i sur. (2002) navode da dobar nadzor tijekom prasenja značajno smanjuje broj mrtvooprasene prasadi, pri čemu individualna porodna masa ne utječe na smrtnost prasadi.

Jedan od najvažnijih čimbenika koji utječu na preživljavanje prasadi nakon prasenja je pravovremena konzumacija kolostruma. Xu (2003) navodi da unos dovoljne količine kolostruma predstavlja važan čimbenik koji utječe na preživljavanje prasadi tijekom prvih dana života. Kolostrum prasadi osigurava hranjive tvari potrebne za rast. Važnost kolostruma je u tome što sadrži velike količine imunoglobulina koji pasivno štite prasad od bolesti. Samo tijekom prvih 24 do 48 sati imunoglobulini kolostruma mogu proći kroz crijevnu barijeru prasadi. Unos kolostruma po kg tjelesne težine prasadi varira između 210 i 370 grama, ali neka prasad imaju sposobnost posisati i 450 grama kolostruma po kg tjelesne mase. Canario i sur. (2006) i Leenhouders (1999) su utvrdili veći broj mrtvooprasene prasadi u natprosječno velikim leglima. Edwards (2002) zaključuje da je preživljavanje prasadi rezultat interakcije krmače, prasadi i okoline, te da je pojedinačni uzrok uginuća vrlo teško odrediti.

Veličina legla znatno utječe na konzumaciju kolostruma. Zbog toga kod visokoplodnih pasmina krmača postoji velika varijabilnost u unosu kolostruma kod prasadi. Ravnomjerna distribucija dostupnog kolostruma, ima pozitivan utjecaj na preživljavanje prasadi. Veliki broj živooprasene prasadi, rezultira većim brojem prasadi s niskim porođnim masama i puno slabije vitalnosti. Kod te prasadi se smanjuje mogućnost unosa dovoljne količine kolostruma. To dovodi do većih gubitaka prasadi, uglavnom u prvim danima života. Isto tako s dobrom distribucijom kolostruma, smrtnost prasadi može biti u porastu kod velikih legala, jer veliki broj prasadi zahtijeva veću proizvodnju kolostruma. To je ostvarivo kada krmače imaju dovoljan broj funkcionalnih sisa. Preživljavanje prasadi se može povećati ako se smanje ili uklone svi čimbenici koji povećavaju stres tijekom sisanja, ako se krmači određenim tehnološkim postupcima omogućiti da doji optimalan broj prasadi i ako se svakom prasetu osigura optimalna distribucija dostupnog kolostruma.

Knol i Bergsma (2004) navode da se povećanjem porodne mase selekcijom ne smanjuje smrtnost prasadi. Zaključci Knol i Bergsma (2004) su u skladu s rezultatima koje smo dobili u ovom istraživanju pri čemu nije utvrđen utjecaj porodne mase na broj mrtvooprasene prasadi ($P > 0,05$), odnosno s povećanjem porodne mase nije se značajno smanjio broj mrtvooprasene prasadi, iako je vidljiv trend smanjivanja broja mrtvooprasene prasadi. Selekcija na bolje preživljavanje prasadi daje prednost prasadi koja imaju bolju sposobnost prijelaza iz uterusa u vanjski svijet. Nadalje, važnu ulogu u preživljavanju prasadi ima

majčinska sposobnost. Postoje razlike između genotipova svinja, a odnose se prije svega na ponašanje majki prema prasadi i na prijenos hranjivih tvari od majke na prasad.

Roehe (1999) navodi da se mortalitet tijekom laktacije brzo smanjuje s povećanjem porodne mase, sa 40% u prasadi s porodom masom ispod 1 kg do manje od 7% u prasadi s porodom masom većom od 1,6 kg. Iako je u našem istraživanju vidljiv trend smanjivanja broja uginule prasadi tijekom laktacije, ipak to smanjivanje nije statistički značajno ($P > 0,05$). To na neki način sugerira da osim sitne prasadi koja ima predispoziciju za uginuće zbog male porodne mase, dolazi i do uginuća prasadi prosječnih i natprosječnih porodnih masa, što zahtijeva pozornost jer su uzroci ovih uginuća često kompleksniji. Manje porodne mase prasadi rezultiraju većim mortalitetom prasadi u fazi laktacije i sporijim rastom (Quiniou i sur., 2002), a posebno sitna i avitalna prasad ima puno manju mogućnost za preživljavanje (Fix i sur., 2010a). Marcatti (1986) u istraživanju utjecaja ujednačavanja legala na proizvodna svojstva do odbića navodi smrtnost od 60% za prasad rođenu s manje od 800 grama. Pardo i sur. (2013) u svom istraživanju dolaze do spoznaje da je mala porodna masa prasadi povezana s većom smrtnošću prasadi u fazi laktacije i to čak tri puta više u odnosu na prasad prosječne porodne mase.

Normalni gubici prasadi tijekom laktacije obično se smatraju do 10% (Uremović i Uremović, 1997). Alonso-Spilsbury i sur. (2007) navode da se mortalitet prasadi do odbića kreće između 10 do 20% od broja živooprasene prasadi. Arango i sur. (2006) spominju gubitke u laktaciji u iznosu 11,8 % s tim da se više od pola uginuća prasadi dogodi u prvih pet dana po prasenju. Zotti i sur. (2017) navode da u dobi od 21 dan ugine 50% prasadi s porodom masom manjom od 600 g, dok prihvatljive gubitke do 10% u laktaciji trajanja 21 dan nalazimo u prasadi s porodom masom iznad 1000 g.

Martineau i Badouard (2009) navode da se gubici tijekom laktacije, koji se kreću 10 – 12 %, javljaju najčešće u prvih 72 h poslije prasenja. Iako je poznato da je porodna masa prasadi jedan jako bitan čimbenik preživljavanja, autori navode da porodna masa nije jedini čimbenik koji može objasniti preživljavanje prasadi tijekom laktacije, nego treba uzeti u obzir i zrelost te vitalnost prasadi. Porodna masa sama po sebi nije dovoljna za opis zrelosti, nego treba uzeti u obzir i tzv. intrauterinu retardaciju rasta. Baxter i sur. (2008) kao najvažnije čimbenike smrtnosti tijekom laktacije navode malu porodnu masu, slabiji vigor prasadi koji je neovisan od porodne mase, te produženo vrijeme do prvog sisanja kolostruma. Knol (2002) proučavajući genetski aspekt preživljavanja prasadi naglašava da problem s sitnom prasom nije u maloj prosječnoj porodnoj masi legla, nego u varijabilnosti porodne mase prasadi u leglu. To potvrđuje negativnom genetskom korelacijom između varijabilnosti u porodnoj masi i preživljavanjem prasadi.

Prasad veće porodne mase je općenito vitalnija i ima bolju sposobnost sisanja. To znači da brže dolazi do sise, konzumira veću količinu mlijeka i brže napreduje (Bierhals i sur., 2012). Takva prasadi ima bolju sposobnost termoregulacije pa je puno manja šansa da dođe do pothlađivanja, hipoglikemije i uginuća. Optimalan razvoj termoregulacije je preduvjet od velike važnosti za uspješnu adaptaciju na izvanmaternični život. Za razliku od većine novorođenih sisavaca, prasadi nema veće količine masnog tkiva i oslanjaju se gotovo isključivo tako da drhtanjem vrše termogenezu za potrebe termoregulacije. Kod njih skeletni mišići igraju važnu ulogu u očuvanju homeotermije (Herpin i sur., 2002).

Pred kraj faze laktacije prasadi veće porodne mase puno bolje konzumira predstarter i u većoj količini, pa zbog toga puno bolje prirašta (Uremović i Uremović, 1997). Rezultat svega je da veća porodna masa prasadi dovodi do veće mase prasadi prilikom odbića. Problem s prasadi male porodne mase nije samo u većem mortalitetu i smanjenoj brzini rasta, nego i u činjenici da takva prasadi duže boravi u objektima za uzgoj što zahtijeva dodatni rad i drugačiju organizaciju tova (Smith i sur., 2007).

5.2.2. Utjecaj porodne mase na rast prasadi

Porodna masa prasadi utječe na sposobnost rasta prasadi u kasnijim fazama uzgoja. Prasadi s malom porodnom masom započinje život kao manja, manje dobiva na prirastu u svim fazama proizvodnje i lakša je na kraju faze tova (Vaclavkova i sur., 2012). Ova zapažanja su u skladu s istraživanjem koje smo proveli. Schinckel i sur. (2007) također napominju da prasadi male porodne mase ima manje tjelesne mase tijekom cijelog proizvodnog razdoblja. Fix i sur. (2010a) navode nekoliko bitnih prenatalnih i postnatalnih čimbenika koji su odgovorni za sporiji rast prasadi zbog male porodne mase. Kao prvo, autori navode da prasadi male porodne mase u odnosu na prasadi prosječne i natprosječne porodne mase ima manji broj mišićnih vlakana, što izravno utječe na sporiji rast u daljnjim razdobljima uzgoja. Iako je broj mišićnih vlakana određen prenatalno, povećanje veličine istih utječe na brzinu rasta. Kao drugi važan čimbenik rasta prasadi, autori navode usvajanje kolostruma. Naime, prasadi veće porodne mase je vitalnija i zauzima prednje sise koje su mliječnije i time ima i veće dnevne priraste tijekom laktacije, ali i kasnijih faza uzgoja.

Roehe (1999) navodi da prasadi veće porodne mase (1,6 kg naspram 1,0 kg) ima u razdoblju laktacije do dobi od 21 dan veći dnevni prirast za 53 g, odnosno u razdoblju od odbića do tjelesne mase 25 kg dnevni prirast veći za 28 g. Schinckel i sur. (2004) u analizi rasta svinja od rođenja do dobi od 60 dana navode korelaciju od 0,54 između porodne mase i mase prasadi kod odbića, dok su korelacije između mase kod odbića i tjelesnih masa u

razdoblju uzgoja prasadi (19. dan po odbiću i 42. dan po odbiću) još i više i kreću se 0,81 do 0,74. Zotti i sur. (2017) su utvrdili da se masa prasadi povećava s većom porodnom masom u svim razdobljima promatranja, do dobi od 7, 21, odnosno 59 dana.

Količina unesenog kolostruma vrlo je promjenjiva između prasadi, ovisno o veličini prasadi te porodnoj masi, možemo se očekivati da je unos kolostruma manji u prasadi s manjom porodnom masom. Dopuna kolostruma kao jednokratne doze hranjenja prasadi, može poboljšati konzumaciju i unos kolostruma kod prasadi, ali te količine dodatka nisu dovoljne da povećavaju rast i preživljavanje prasadi. Ipak nadopune kolostruma povećavaju koncentraciju imunoglobulina u plazmi (Muns i sur., 2014). Wolter i sur. (2002) također napominju da porodna masa prasadi ima puno veći utjecaj na rast prasadi nakon odbića nego povećanje unosa hranjivih tvari tijekom laktacije uporabom mliječne zamjenice za prasad. Autori također zaključuju da je dodatak mliječne zamjenice nedovoljna učinkovita strategija u poboljšanju rasta prasadi malih porodnih masa, odnosno smanjivanja varijabilnosti u tjelesnim masama unutar skupina svinja. Problem neodgovarajuće hranidbe prasadi različitih brzina rasta tijekom laktacije uočava Škorjanc i sur. (2007) te napominje da proizvodnja i sastav mlijeka nakon drugog tjedna laktacije uz malu konzumaciju predstartera, nije dovoljna za pokrivanje hranidbenih potreba prasadi, osobito one prasadi bržeg rasta.

Cilj današnje tehnologije je uskladiti broj prasadi na sisi tijekom prvih 24 sata od prasenja prema broju funkcionalnih sisa. Kako mlijeko krmača nije ujednačeno, tako i količina mlijeka dostupnog svakom prasetu je drugačija pa je jedan dio prasadi pothranjen ili su potpuno bez funkcionalne mliječne žlijezde. To dovodi do pojave proljeva, povećanja smrtnosti i velike varijabilnosti u masi odbijene prasadi. Prosječni dnevni prirast prasadi u skupini krmača s MMA sindromom tijekom prva tri dana života smanjen je na 63,4% od dnevnog prirasta u zdravoj skupini. Stopa smrtnosti praktički je udvostručena. Manjak mlijeka tijekom prva tri dana laktacije negativno se odražava na masu prasadi prilikom odbića, tako što dolazi do smanjenja prosječnog dnevnog prirasta za 5% i povećanja stope smrtnosti (Sarandan i sur., 2009).

Na komercijalnim farmama je uobičajeno da najmanje jedna trećina krmača ne proizvodi dovoljno kolostruma za potrebe njihovih legala (Quesnel i sur., 2012). Povećana sposobnost prasadi da sisa kolostrum, a kasnije mlijeko, smanjuje varijabilnost prasadi zbog razlika u porodnoj masi prasadi unutar legla. Pravilna hranidba tijekom graviditeta rezultira dobrom mliječnosti krmača što djeluje na vitalnost prasadi koja se rađa s većim porodnim masama i na stjecanje pasivnog imuniteta. Smatra se da je 200 g kolostruma po prasetu, tijekom prva 24 h nakon rođenja, minimalna količina koju prasad mora posisati što

značajno smanjuje rizik od smrtnosti u fazi laktacije, pruža pasivnu imunost i omogućava ravnomjerno dobivanje na tjelesnoj masi. Isto tako konzumacija od 250 g kolostruma se preporuča za postizanje dobrog zdravlja i rasta.

Arango i sur. (2006) naglašavaju da postoji direktan genetski utjecaj porodnih masa prasadi na rani mortalitet prasadi u fazi laktacije. Ustanovili su također da je genetska korelacija usko vezana i s mortalitetom u kasnijoj fazi laktacije, ali tu se ipak radi i o nekim drugim okolišnim čimbenicima. Važnost porodne mase u preživljavanju prasadi je u njihovom istraživanju potvrđena. Prema njima, faktor prilagodbe pojedinih legala nakon prasnjenja, svakako treba uzeti u obzir prilikom vršenja selekcijskih programa za poboljšanje preživljavanja prasadi. Selekcija na povećanje porodne mase prasadi u leglu ima povoljnu korelaciju prema utjecaju na smanjenje smrtnosti prasadi.

Radi što boljeg preživljavanja prasadi tijekom laktacije i kako bi se smanjio utjecaj negativne genetske korelacije između veličine legla i porodne mase prasadi, danas je u suvremenoj proizvodnji prasadi uobičajeno primjenjivati tehnološki postupak zbrinjavanja prasadi ispodprosječnih porodnih masa odnosno ujednačavanje legala („cross-fostering“) odmah po prasnjenju nakon što prasad posisa kolostrum (Heim i sur. 2012.). Ujednačavanje legala je najvažnija posljedica selekcije na visoku plodnost krmača. Iako su osnovna pravila ujednačavanja legala i postupci s prasadi male porodne mase poznati (English, 1993; English, 1998; Deen i Bilkei, 2004), sama primjena postupaka u spajanju prasadi iz različitih legala razlikuje se od stada do stada i ovisi o konkretnoj situaciji u prasilištu.

Prilikom premještanja prekobrojne prasadi pod druge krmače (ne biološke majke) uvijek se vodi računa da se prebacuje (zbrinjava) prasad ispodprosječnih porodnih masa i smanji smrtnost zbog povećane varijabilnosti u porodnim masama (Bee, 2007). Osim toga, treba voditi računa da se svakako izvrši i ujednačavanje legala prema broju prasadi u leglu (Akdag i sur., 2009.).

Prilikom postupka premještanja prasadi s malim porodnim masama, uočeno je da njihova stopa preživljavanja ukazuje na to da se ona ne smiju miješati s prasadi velikih porodnih masa. To rezultira s više propuštenih sisanja kod manje prasadi što objašnjava pojavu većeg mortaliteta. Kod prasadi s malom porodnom masom je također uočen veći broj međusobnih konflikata nakon dojenja, kada su bili pomiješani s težom prasadi. Iz toga proizlazi da veća razlika u porodnoj masi može pojačati nezadovoljstvo i konflikte unutar legla. Borbe unutar legla se smanjuju s vremenom i to za vrijeme i poslije dojenja. Vjerojatno zbog toga što prasad postupno uspostavlja ravnotežu na sisama i odlazi na vlastite sise.

Međutim, preživljavanje prasadi niske porodne mase, prilikom postupka premještanja, je ipak ugroženo ako se miješaju s prasadi veće porodne mase (Souza i sur., 2014).

Ujednačavanje legala na farmama je postupak koji se najčešće vrši unutar prva 24 sata nakon poroda. Mogu se stvarati miješana legla koja čine biološka prasad majke udomiteljice i dio prebačene prasadi, kao i potpuno nova legla samo od skupljene prebačene prasadi pod majku udomiteljicu. Kada se postupak izvrši što prije nakon prasenja izbjegavaju se problemi vezani uz posvajanje prebačene prasadi, manje su borbe za raspored na sisama i manji su gubici prasadi u fazi laktacije (Heim i sur., 2012).

Ujednačavanje legala ima također za cilj smanjivanje varijabilnosti tjelesnih masa prasadi unutar legala i natjecanja između prasadi što dovodi do razlika u tjelesnim masama, kao i smanjivanje mortaliteta prasadi do odbića, i to uglavnom prasadi male porodne mase (Straw i sur., 1998). Još postoje kontroverze između samog postupka prebacivanja prasadi s obzirom na masu prasadi. Tako English (1998) navodi da dodavanje prasadi male porodne mase u legla s krupnijom prasadi nije učinkovito, jer takva prasad ima manje šanse kod osvajanja sise i samo sisanje je manje učinkovito. S druge strane novoformirana legla koja se sastoje isključivo od sitne prasadi nemaju snagu da stimuliraju vime krmače i potaknu izlučivanje mlijeka (King i sur., 1997). Souza i sur. (2014) isto navode da dodavanje sitnije prasadi u legla s krupnijom prasadi natprosječne porodne mase dovodi do većeg mortaliteta tijekom laktacije. Deen i Bilkei (2004) navode da prasad malih porodnih masa ima najveću šansu za preživljavanjem u malim leglima bez obzira na mase ostale prasadi u novoformiranom leglu.

Varijabilnost u tjelesnim masama kod prasadi nije bilo značajna, prilikom rasta i povećanja tjelesnih težina tijekom laktacije, kada je prasad standardizirana prema tjelesnim težinama u leglu nakon prasenja (Surek i sur., 2014). Ova spoznaja upućuje na to, da posebnu pozornost treba posvetiti ujednačavanju prasadi nakon prasenja prema njihovoj masi. Ukoliko se standardizacija legala ne provodi dolazi do ograničenja konzumacije mlijeka sitnijoj prasadi zbog konkurencije s težom prasadi. S obzirom da se na farmi uključenoj u istraživanje postupak ujednačavanja legala provodi rutinski s ciljem standardizacije legala po tjelesnoj masi to je vjerojatno razlog manjih razlika u dnevnom prirastu između prasadi različitih kategorija porodnih masa.

Alexopoulos i sur. (2018) navode nekoliko ključnih načela kojih se treba pridržavati prilikom premještanja prasadi pod nebiološke majke. Kolostrum prasadi koji je izvor energije i kvalitetnog imuniteta najpristupačniji je nakon prvih 12 sati od prasenja krmača, pa se prasad ne bi trebala premještati prije tog vremena. Kako bi se osigurao ujednačen unos

kolostruma za prasad, najbolje je izvršiti tehniku premještanja u vremenskom periodu od 12 do 24 h nakon prašenja. Prije toga obavezno je potrebno procijeniti stanje vimena i broj funkcionalnih sisa krmača udomiteljica. Broj prasadi koja se udomljava ne smije prelaziti broj funkcionalnih sisa krmače. Nakon vremenskog perioda od 24 h iza prasenja, premještanje prasadi treba svesti na minimum, jer se na taj način sprječava prijenos bolesti. Ako je moguće bilo bi dobro prasad premještat u legla koja su približno iste veličine.

Pardo i sur. (2013) su utvrdili da je prasad rođena s nižom tjelesnom masom pokazala nagli rast posebno nakon odbića i to u leglima gdje je bila veća stopa smrtnosti. Objašnjavanju to činjenicom da zbog toga što je došlo do manje konkurencije na vimenu i postupno je dolazilo do zadovoljavajuće opskrbe mlijekom i hranjivim tvarima. Veća smrtnost u leglu je dovela do prestanka ograničenja prilikom sisanja lakše i manje vitalne prasadi. Nadalje su zaključili da se narušeni razvoj organa kao što su bubrezi, srce i jetra može mnogo češće primijetiti kod prasadi male tjelesne mase za razliku od prasadi veće porodne mase. Suprotno očekivanjima, niska porodna masa i početna varijabilnost u porodnoj masi nije narušila postnatalni rast prasadi, a time i učinkovitost tova.

Smanjenje varijabilnosti u tjelesnim masama u početnoj fazi laktacije će povećati ukupnu učinkovitost proizvodnje i smanjiti vrijeme zauzetosti objekata u fazama uzgoja i tova. Najkritičnija razdoblja u odnosu na usporenost stope rasta je faza laktacije i uzgoja prasadi (Lopez-Verge i sur., 2018).

Prema Smit i sur. (2013) prosječni dnevni prirasti tijekom laktacije bili su manji u leglima prasadi s niskom porodnom masom u odnosu prema leglima prasadi velike porodne mase. To rezultira konstantnim povećanjem razlike u tjelesnoj težini između prasadi u tim leglima. Prasadi iz legala s malim porodnim masama, na kraju faze tova, potrebno je devet dana više da bi postigla ciljane klaoničke mase. Legla prasadi malih porodnih masa pokazala su obilježja intrauterinog usporavanja rasta. To je ujedno povezano sa smanjenim postnatalnim rastom stanica u tijelu tijekom svih faza proizvodnje. Legla prasadi malih porodnih masa također imaju različite prehrambene potrebe što zahtjeva odvojeno tehnološko upravljanje hranidbom i optimiziranje hranjenja. Prasad iz legala sa niskim porodnim masama bi trebala biti stavljena na tržište uz nižu klaoničku masu kako bi se izbjegao produženje faze tova.

Caceres i sur. (2001) navode da je porodna masa obrnuto proporcionalna s mortalitetom do odbića. U leglima domaće svinje među prasadi se javlja jaka kompeticija, pri čemu velike razlike u porodnoj masi i brzini rasta te izostanka intervencije uzgajivača dovode do visokih

gubitaka tijekom laktacije. Prema Marchant i sur. (2000) manje od 30% prasadi s porodnom masom ispod 1,1 kg preživi prvi tjedan života.

Zaleski i Hacker (1993) nisu utvrdili povezanost između individualne porodne mase prasadi i broja mrtvooprasene prasadi u leglu, međutim naglašavaju da što je prosječna masa legla manja, vjerojatnost mrtvooprasene prasadi raste. Jedan od najvažnijih uzroka pojave mrtvooprasene prasadi je asfiksija tijekom prasenja (Alonso-Spilsbury i sur., 2007). Prasad manje porodne mase su manje vitalna te zbog toga osjetljivija na asfiksiju tijekom partusa što rezultira prasenjem mrtve prasadi.

Gondret i sur. (2005) su utvrdili da prasad male porodne mase (od 0,8 do 1,1 kg) imaju 31% niže prosječne dnevne priraste u odnosu na prasad većih porodnih masa (od 1,75 do 2,05 kg) u razdoblju laktacije, a nakon odbića 26%. Autori su utvrdili da je individualna porodna masa pozitivno korelirana s prosječnim dnevnim prirastom tijekom laktacije ($r=0,53$, $P=0,01$) i tijekom razdoblja nakon odbića ($r=0,76$, $P<0,001$). Također, masa prasadi pri odbiću je u pozitivnoj korelaciji s prosječnim dnevnim prirastom tijekom laktacije ($r=0,97$, $P<0,001$) i tijekom razdoblja po odbiću ($r=0,42$, $P=0,05$). Interesantno je prema autorima da se utjecaj porodne mase na prosječni dnevni prirast smanjuje s vremenom, odnosno kako svinje rastu razlike u dnevnom prirastu postaju manje. Slična zapažanja o utjecaju porodne mase na dnevne priraste utvrdili su i Zotti i sur. (2017) koji isto potvrđuju da s vremenom se utjecaj porodne mase na dnevne priraste smanjuje.

Lynch (2006) su uspoređivali prasad prema tri kategorije porodne mase (laka, srednja i teška). Utvrdili su značajnu razliku u dnevnom prirastu između teške i lake prasadi sve do dobi od 75 dana, dok od 75-og dana do klanja nije utvrđena razlika u dnevnom prirastu. Između lake i srednje teške prasadi utvrđena je razlika na nivou P između 0,05 do 0,07 do 50 dana, a nakon toga nije bilo razlike u dnevnom prirastu. Najmanje razlike u dnevnom prirastu utvrđene su između skupina srednje i teške prasadi.

Slabiji rast fetusa i niske porodne mase utječu i na reproduktivni potencijal potomstva što je bitno ako se prasad ostavlja za rasplod (Ashworth 2013). Tako Almeida i sur. (2013) navodi da su nerasti koji su imali manju porodnu masu imali manji broj spermija u ejakulatu u dobi od osam mjeseci za razliku od nerasta koji su imali prosječne vrijednosti porodne mase.

5.3. Utjecaj spola na preživljavanje i svojstva rasta prasadi

5.3.1. Utjecaj spola na preživljavanje prasadi

Utjecaj spola na preživljavanje prasadi u tijeku i nakon prasenja je slabije istražen i ponekad kontraverzan, jer je teško razdvojiti spol od ostalih utjecaja. U provedenom istraživanju utjecaj spola na preživljavanje prasadi nije utvrđen. Osim samog utjecaja spola na preživljavanje prasadi, sve više se naglašava utjecaj odnosa broja muške i ženske prasadi u leglu te utjecaj tog odnosa na preživljavanje i rast prasadi u kasnijem razdoblju. Iako je teoretski odnos jedinki prema spolu 1 : 1, u velikim leglima koja daju krmače visokoplodnih linija taj odnos je često narušen radi intrauterine prenapučenosti fetusima do koje dolazi zbog velikog broja ovuliranih jajnih stanica i nedovoljnog kapaciteta maternice, što dovodi do embrionalne i fetalne smrtnosti (Foxcroft i sur., 2006).

Važnu ulogu u preživljavanju prasadi ima endokrini sustav prasadi (Uremović i Uremović, 1997), pri čemu uključenost žlijezda poput gonada, hipofize i nadbubrežne žlijezde dovodi do izlučivanja hormona u prenatalnoj fazi rasta i razvoja prasadi. Navedene žlijezde izravno utječu na fiziološke procese o kojima ovisi sposobnost prasadi za preživljavanje u tijeku i nakon prasenja. Razina estrogena koju prasad dobiva preko placente utječe na veću pokretljivost prasadi te pojačanu znatiželju za mliječnu žlijezdu nakon prasenja nastojeći što prije pronaći sisu za sisanje. Vrijeme od prasenja do prvog sisanja kolostruma je znak vitalnosti prasadi koji izravno utječe na preživljavanje, a ovisi također o spolu prasadi. Muška prasad pod utjecajem testosterona dulje siše od ženske prasadi, međutim i pored toga preživljavanje muške prasadi je slabije, jer je aktivno sisanje u njih kraće nego u ženske prasadi. U ovom istraživanju je također utvrđena nešto bolja stopa preživljavanja u laktaciji ženske prasadi u odnosu na mušku (87,3 : 78,8%). Vrlo slične vrijednosti stopa preživljavanja pri odbiću utvrdili su Bocian i sur. (2012) od 87,67% za žensku, odnosno 76,67% za mušku prasad.

U provedenom istraživanju nisu utvrđene razlike u broju mrtvooprasene i broju prasadi uginule tijekom laktacije s obzirom na spol ($P > 0,05$). Neovisno o razlikama između muške i ženske prasadi s obzirom na aktivnost endokrinog sustava i prema većini istraživača nešto veću porodnu masu u muške prasadi, to nije dovelo do razlika u preživljavanju prasadi. Navedeno upućuje da veliki utjecaj na preživljavanje prasadi u velikim leglima ima postupak ujednačavanja legala, pri čemu se osim na broj prasadi u leglu i masu prasadi, dodatnu pozornost treba usmjeriti na odnos broja prasadi prema spolu.

Bereskin i sur. (1973) navodi da u leglima s prasadi manje porodne mase ženska prasadi bolje preživljava u prvih nekoliko dana po prasenju od muške prasadi. Osim što je utvrđeno da ženska prasadi bolje preživljava, smatra se da postojanje ženske prasadi u leglima utječe na bolje preživljavanje cijelog legla zbog veće aktivnosti ženske prasadi što utječe na bolju stimulaciju vimena i ispuštanje veće količine mlijeka. Do sličnog zaključka su došli Bocian i sur. (2012) jer su u svom istraživanju pokazali da muška prasadi ima slabiju sposobnost preživljavanja u fazi laktacije od ženske prasadi. Slično navode i Chen i Dziuk (1993) koji su utvrdili da su muške individue mnogo osjetljivije u odnosu na ženske u stadiju fetusa zbog toga što za razvoj trebaju više prostora u uterusu nego ženske jedinke.

Wittenburg i sur. (2011) su proučavali genetsku povezanost spola prasadi i porodne mase. Zaključili su da spol prasadi utječe na varijabilnost porodnih masa prasadi unutar legala. To dovodi do neujednačenih legala i značajno utječe na svojstvo preživljavanja prasadi u leglima. Spolne razlike koja utječu na porodne mase prasadi je promjenjiva ovisno o linijama svinja i zbog toga uvijek treba voditi računa o genetskom učinku na spol. Odabirom genetskih linija svinja se može utjecati na određena svojstva koja su vezana uz spolni dimorfizam kao što su porodne mase prasadi i preživljavanje prasadi u fazi laktacije.

5.3.2. Utjecaj spola na rast prasadi

Spolni dimorfizam u tovu svinja je vidljiv između nekastriranih nerastića i nazimica pri čemu nerastići rastu brže i učinkovitije u odnosu na nazimice (Dunshea, 2001). Dok je općenito prihvaćeno da nema značajnih razlika u brzini rasta do tjelesne mase nerastića i nazimica od otprilike 50 kg, dio novijih istraživanja sugerira da ženska prasadi u uzgoju raste brže u odnosu na mušku prasadi (Campbell i sur., 1988). Ovakva zapažnja nisu potvrđena u provedenom istraživanju, jer su utvrđene razlike u dnevnim prirastima između muške i ženske prasadi zanemarive.

Power i sur. (1996) također su utvrdili da neposredno po odbiću nerastići jedu manje i napreduju slabije od nazimica iste dobi, međutim nisu utvrdili što je stvarni uzrok tome spolnom dimorfizmu u korist nazimica. Pluske i sur. (1997) smatraju da je možebitni razlog tome u svezi s većom masom probavnih organa i boljom probavom u nazimica. Dunshea i sur. (1998) u svom istraživanju rasta prasadi u laktaciju su utvrdili da ženska prasadi raste brže od muške prasadi u posljednjih 14 dana laktacije ako su hranjena po volji s dodatnom količinom mlijeka od dobi od četvrtog dana po prasenju. Autori smatraju da je ženska prasadi gladnija i traži hranu učinkovitije u odnosu na mlade nerastiće. Nadalje, potvrđuju da ženska

prasad treba manje vremena do prvog sisanja kolostruma nakon prasenja te da ženska prasad u leglu ima veliki utjecaj na stimulaciju proizvodnje mlijeka u krmača.

U promatranom razdoblju istraživanja masa prasadi, od porodne mase preko mase prasadi pri odbiću do mase prasadi na kraju faze uzgoja nije se statistički razlikovala između muške i ženske prasadi ($P>0,05$). Iz navedenog se može zaključiti da spolni dimorfizam za svojstva brzine rasta u prasadi dobivene sparivanjem krmača linije Naima i nerasta P76 Pen Ar Lan linija dolazi u kasnijoj dobi, a do 83. dana što je dob završetka faze uzgoja u ovom istraživanju to nije utvrđeno. Ovi rezultati djelomično nisu u skladu s zaključcima Bocian i sur. (2012) koji navode signifikantno veću porodnu u ženske prasadi u odnosu na mušku prasad (1,35 naspram 1,23 kg, ali u pogledu dnevnih prirasta se podudaraju jer ni navedeni autori nisu utvrdili razlike u dnevnim prirastima između muške i ženske prasadi. S druge strane, Arango i sur. (2006) navode da je muška prasad oko 4% (oko 55 g) teža pri porodu nego ženska prasad. Milligan i sur. (2001) također navode da muška prasad ima signifikantno veću porodnu masu u odnosu na žensku prasad (1,31 naspram 1,26 kg).

Dunshea (2001) navode da legla koja sadrže bar 50% ženske prasadi rastu brže u odnosu na legla koja se sastoje isključivo od muške prasadi, te zaključuju da se za optimalni rast prasadi do odbića mora osigurati prisutnost ženske prasadi u leglima. Također, autor smatra da ženska prasad raste brže od muške nakon premještanja i tehnoloških postupaka što sugerira bolju otpornost na stresore. Navodi Dunshea (2001) u ovom istraživanju se ne mogu potvrditi, jer nije utvrđena signifikantna razlika u dnevnim prirastima u različitim razdobljima između prasadi iz pretežno muških legala (>70%) i prasadi iz mješovitih legala prema broju muške i ženske prasadi.

Bocian i sur. (2012) naglašavaju da u velikim leglima u kojima je opraseno više ženske prasadi nego muške, cijela legla općenito imaju manje porodne mase, što nažalost u našem istraživanju ne možemo dokazati zbog malog broja takvih legala. S obzirom da od ukupnog broja prasadi na početku istraživanja 54% otpada na mušku prasad, to može značiti da je od ukupnog broja mrtvo oprasene prasadi veći dio ženska prasad. Međutim, pri odbiću je odnos spolova na razini 51% : 49% u korist muške prasadi, pa se može zaključiti da je tijekom laktacije uginulo više muške u odnosu na žensku prasad. Bocian i sur. (2012) su utvrdili da je ženska prasad u fazi uzgoja hranjena *ad libitum* imala bolju konverziju hrane i veće dnevne priraste u odnosu na mušku prasad. Značajnije razlike u povećanju tjelesne mase su se pojavile već nakon prvog mjeseca faze uzgoja i s vremenom su postajale sve veće, da bi se konačno na samom kraju faze tova te značajne razlike izgubile.

Osim u fazi laktacije, odnos jedinki prema spolu važan je i u kasnijim fazama uzgoja. Colson i sur. (2006) su proučavali kako grupiranje i sortiranje prasadi prema spolu nakon odbića može utjecati na smanjenje agresivnog ponašanja u uzgajalištu i kakav utjecaj može imati na svojstva rasta i preživljavanja prasadi. Autori navode da je izraženija pojava agresije među jedinkama koje nisu prethodno boravile skupa, kao i da u mješovitim skupinama sastavljenim od muške i ženske prasadi ima puno više agresivnog ponašanja. Agresivno ponašanje među prasadi je posebno izraženo kod muške prasadi zbog prisutnosti ženskih jedinki. Agresivnost kod prasadi zbog prisutnosti jedinki različitog spola rezultira smanjenom konzumacijom hrane, manjim dnevnim prirastima i ozljeđivanjem. Rezultat ozljeđivanja su često povećani gubici u proizvodnji. S druge strane, istospolne skupine su pokazivale manje agresivnog ponašanja pa je to rezultiralo i boljim proizvodnim rezultatima. Colson i sur. (2006) posebno ističu da povećanje agresivnosti nakon odbića dodatno pojačava restrikcija hrane gdje se prasad ne hrani *ad libitum*.

Bérard i sur. (2010) u istraživanju svojstava rasta prasadi iz velikih legala (>16 živooprasene prasadi) nisu utvrdili razlike u porodnoj masi između ženske (1,40) i muške prasadi (1,45), kao niti razlike u tjelesnoj masi u kasnijim fazama, pri odbiću ($P=0,50$) te na kraju faze uzgoja prasadi ($P=0,23$). Deen i Bilkei, (2004) su isto utvrdili da spol nije utjecao na dnevne priraste tijekom laktacije ($P>0,05$), iako je muška prasad bila nešto veće porodne mase u odnosu na žensku (1,31 naspram 1,24 kg).

Lynch i sur. (2006) istraživali su utjecaj spola na dnevni prirast u nekoliko razdoblja od rođenja do postizanja završne tjelesne mase. U razdoblju od rođenja do dobi od 14 dana i u razdoblju od 14 do 28 dana muška prasad je imala tendenciju većeg dnevnog prirasta u odnosu na žensku prasad ($P=0,08$, odnosno $P=0,09$). Gledajući ukupno razdoblje laktacije muška prasad također pokazuje tendenciju većeg dnevnog prirasta u odnosu na žensku prasad ($P=0,06$). Iako muška prasad ima nešto veće dnevne priraste u odnosu na žensku, te razlike s dobi postaju sve manje. Milligan i sur. (2001) navode da je muška prasad bila teža od ženske (1,31 prema 1,26; $P=0,008$), ali da spol nije imao značajan utjecaj na kasniju brzinu rasta. Škorjanc i sur. (2007) nisu utvrdili utjecaj spola na porodnu masu prasadi, kao niti na tjelesne mase u dobi od 7, 14, 21 i 28 dana.

Dnevni prirasti u laktaciji utvrđeni kod muške, odnosno ženske prasadi u ovom istraživanju nešto su niži od dnevnih prirasta koje navode Smit i sur. (2013), međutim u oba istraživanja nije utvrđena razlika u dnevnim prirastima između muške i ženske prasadi ($P>0,05$). Slične zaključke navode Milligan i sur. (2001) koji također nisu utvrdili razlike u dnevnim prirastima ($P>0,3$). Vallet i sur. (2016) također navode nešto više vrijednosti dnevnog prirasta u laktaciji (230 g) uz prosječnu porodnu masu ženske prasadi od 1,46 kg što je dosta više u odnosu

na naše istraživanje. Škorjanc i sur. (2007) nisu utvrdili utjecaj spola na dnevni prirast u svakom od četiri tjedna laktacije, kao niti u ukupnom razdoblju od prasenja do odbića prasadi, što se podudara s rezultatima ovog istraživanja.

Rezultate koje smo dobili u našem istraživanju ukazuju na potrebu dodatnog istraživanja utjecaja spola na preživljavanje i svojstva rasta prasadi. Iako smo pokušali, osim klasičnog pristupa određivanja utjecaja spola na navedena svojstva, primijeniti i modificirani pristup određivanja utjecaja spola preko omjera broja muških i ženskih jedinki u leglu, to također nije pokazalo značajne razlike između tako definiranih skupina. U svakom slučaju, buduća istraživanja mogla bi ići u smjeru da se procijeni utjecaj ujednačavanja legla, ne samo prema broju prasadi i porodnoj masi, nego i prema omjeru muških i ženskih jedinki u leglu.

6. ZAKLJUČCI

1. Veličina legla prikazana kao broj ukupno oprasene i kao broj živooprasene prasadi značajno utječe na preživljavanje prasadi ($P < 0,05$). U leglima s manje od 17 ukupno oprasene prasadi utvrđen je signifikantno manji broj mrtvooprasene prasadi, prasadi uginule tijekom laktacije te ukupno uginule prasadi u odnosu na legla s više ili jednako 17 ukupno oprasene prasadi. Legla s manje od 14 živooprasene prasadi imaju najveći broj mrtvooprasene prasadi te najmanji broj prasadi uginule tijekom laktacije u odnosu na legla s 14 i više živoprasene prasadi.
2. Veličina legla prikazana kao broj ukupno oprasene prasadi ne utječe na porodnu masu prasadi, a prasad iz legala s manje od 17 ukupno oprasene prasadi imala su najveće mase pri odbiću, kao i najveće mase na kraju faze uzgoja prasadi. Veličina legla prikazana kao broj živooprasene prasadi značajno utječe na porodnu masu prasadi. Najmanju porodnu masu i najmanju masu pri odbiću imala je prasad iz legala s više od 16 živooprasene prasadi. Nije utvrđen utjecaj broja živooprasene prasadi na masu prasadi na kraju faze uzgoja ($P > 0,05$).
3. Veličina legla prikazana kao broj ukupno oprasene prasadi značajno utječe na dnevne priraste prasadi u laktaciji ($P < 0,05$), ali ne i u razdoblju od odbića do završetka faze uzgoja prasadi ($P > 0,05$). Veličina legla prikazana kao broj živooprasene prasadi značajno utječe na dnevne priraste u laktaciji, pri čemu najveće dnevne priraste ima prasad iz legala s 14 – 16 živooprasene prasadi.
4. Utjecaj porodne mase na broj mrtvooprasene i broj prasadi uginule tijekom laktacije nije utvrđen ($P > 0,05$), iako je vidljiv trend smanjivanja uginuća s rastom porodne mase prasadi.
5. Utjecaj porodne mase na masu prasadi pri odbiću i masu prasadi na kraju faze uzgoja je značajan. S porastom porodne mase raste masa prasadi pri odbiću i masa prasadi na kraju faze uzgoja ($P < 0,05$). Utjecaj porodne mase na dnevni prirast prasadi u razdoblju laktacije i uzgoja je značajan. S porastom porodne mase raste dnevni prirast u svim promatranim razdobljima od prasenja do završetka uzgoja prasadi.

6. Utjecaj spola na svojstva preživljavanja nije utvrđen ($P>0,05$). Nije utvrđena razlika između muške i ženske prasadi s obzirom na broj mrtvooprasene prasadi te broj prasadi uginule u laktaciji.
7. Utjecaj spola na svojstva tjelesne mase prasadi nije utvrđen ($P>0,05$). Nije utvrđena razlika između muške i ženske prasadi u pogledu porodne mase, mase prasadi pri odbiću te mase prasadi na kraju uzgoja. Utjecaj spola na dnevni prirast prasadi nije utvrđen ($P>0,05$). Nije utvrđena razlika između muške i ženske prasadi u pogledu dnevnih prirasta u laktaciji, niti u razdoblju uzgoja prasadi, kao niti u ukupnom razdoblju od prasenja do završetka uzgoja.

7. POPIS LITERATURE

1. AHDB. (2018). 2017 pig cost of production in selected countries. AHDB Pork, Stoneleigh Park, Warwickshire, UK. (preuzeto s: <https://pork.ahdb.org.uk/media/276386/cost-of-pig-production-2017.pdf>; 15.04.2020.)
2. Akdag F., Arslan S., Demir H. (2009). The effect of parity and litter size on birth weight and the effect of birth weight variations on weaning weight and pre-weaning survival in piglet. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8: 2133-2138.
3. Alexopoulos J.G., Lines D.S., Hallett S., Plush K.J. (2018). A Review of Success Factors for Piglet Fostering in Lactation. *Animals : an open access journal from MDPI* 8(3): 38.
4. Almeida F.R.C.L., Auler P.A., Moreira G.H.F.A., Jardim R.B.C., Bortolozzo F.P., Chiarini-Garcia H. (2013). Birth weight and its impacts on testicular development in boars. U: *Control of Pig Reproduction IX*. (ur. Rodriguez-Martinez H., Soede H.M., Flowers W.L.), Context Products Ltd, Leics, United Kingdom, str. 113–114.
5. Alonso-Spilsbury M., Rameríz-Necoecha R., González-Lozano M., Mota-Rojas D., Trujillo-Ortega M.E. (2007). Piglet survival in early lactation: a review. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 6: 78–86.
6. Arango J., Misztal I., Tsuruta S., Culbertson M., Holl J., Herring W. (2006). Genetic study of individual preweaning mortality and birth weight in Large White piglets using threshold-linear models. *Livestock Production Science* 101: 208-218.
7. Assan N., Chibvongodze T., Moyo T. (2014). The effect of non genetic factors on litter weight at birth and weaning in Dalland pig breed of Zimbabwe. *Scientific Journal of Animal Science* 3(6): 167-175.
8. Ashworth C.J. (2013). Late pregnancy: The effects of intra-uterine life on production traits in offspring. *Animal Frontiers* 3(4): 62-67.

9. Avalos E., Smith C. (1987). Genetic improvement of litter size in pigs. *Animal Science* 44(1): 153-163.
10. Baxter E.M., Jarvis S., D'Eath R.B., Ross D.W., Robson S.K., Farish M., Nevison I.M., Lawrence A.B., Edwards S.A. (2008). Investigating the behavioural and physiological indicators of neonatal survival in pigs. *Theriogenology* 69: 773-783.
11. Beaulieu A.D., Aalhus J.L., Williams N.H., Patience J.F. (2010). Impact of piglet birth weight, birth order and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition and eating quality of pork. *Journal of Animal Science* 88: 2767-2778.
12. Bee G. (2007). Birth weight of litters as a source of variation in postnatal growth and carcass and meat quality. *Advances in Pork Production* 18: 191-196.
13. Bérard J., Kreuzer M., Bee G. (2008). Effect of litter size and birth weight on growth, carcass and pork quality, and their relationship to postmortem proteolysis. *Journal of Animal Science* 86: 2357-2368.
14. Bérard J., Kreuzer M., Bee G. (2010). In large litters birth weight and gender is decisive for growth performance but less for carcass and pork quality traits. *Meat Science* 86: 845-851.
15. Bergstrom J.R., Potter M.L., Tokach M.D., Henry S.C., Dritz S.S., Nelssen J.L., Goodband R.D., DeRouchey J.M. (2009). Effects of piglet birth weight and litter size on the preweaning growth performance of pigs on a commercial farm. Swine Day, Kansas State University. Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, November 19 2009, Manhattan, KS, str. 1-7.
16. Bidanel J.-P., Gruand J., Legault C. (1994). An overview of twenty years of selection for litter size in pigs using „hyperprolific“ schemes. *Proceedings of the 5th World Congress of Genetic Applied to Livestock Production*, 7-12 August 1994., Guelph, Canada, 17: pp. 512-515.
17. Bierhals T., Magnabosco D., Ribeiro R.R., Perin J., Da Cruz R.A., Bernardi M.L., Wentz I., Bortolozzo F.P. (2012). Influence of pig weight classification at cross-

fostering on the performance of the primiparous sow and the adopted litter. *Livestock Science* 146: 115-122.

18. Bocian M., Jankowiak H., Cebulska A., Wisniewska J., Fratzczak K., Wlodarski W., Kapelanski W. (2012). Differences in piglets sex proportion in litter and in body weight at birth and weaning and fattening results. *Journal of Central European Agriculture* 13: 475-482.
19. Bolet G., Bidanel J.P., Ollivier L. (2001). Selection for litter size in pigs. II. Efficiency of closed and open selection lines. *Genetics Selection Evolution* 33: 515-528.
20. Caceres L., Bilkei G., Pena F.J. (2001). The effect of levamisole on the preweaning performance of lightweight born piglets. *Medicina Veterinaria* 18(5): 435-438.
21. Camargo E.G., Rego J.C.C., Dias L.T., Teixeira, R. de A. (2013). Effects of cross-fostering on performance of piglets, *Revista Brasileira de Saude e Producao Animal* 14: 142-148.
22. Campbell R., Taverner M., Curic D. (1988). The effects of sex and live weight on the growing pig's response to dietary protein. *Animal Science* 46(1): 123-130.
23. Canario L., Cantoni E., Le Behan E., Caritez Billon Y., Bidanel J.P., Foulley J.L. (2006). Between-breed variability of stillbirth and its relationship with sow and piglet characteristics. *Journal of Animal Science* 84: 3185-3196.
24. Canario L., Lundgren H., Haandlykkent M., Rydhmer L. (2014). Genetics of growth in piglets and the association with homogeneity of body weight within litters. *Journal of Animal Science* 88(4): 1240-1247.
25. Chen Z.Y., Dziuk P.J. (1993). Influence of initial length of uterus per embryo and gestation stage on prenatal survival, development, and sex ratio in the pig. *Journal of Animal Science* 71: 1895-1901.
26. Clark L.K., Leman, A.D. (1986a). Factors that influence litter size in pigs: Part 1. *Pig News and Info*. 7: 303-310.

27. Clark L.K., Leman, A.D. (1986b). Factors that influence litter size in pigs: Part 2. Pig News and Info. 7: 432-437.
28. Colson V., Orgeur P., Courboulay V., Dantec S., Foury A., Mormède P. (2006). Grouping piglets by sex at weaning reduces aggressive behaviour. Applied Animal Behaviour Science 97(2-4): 152-171.
29. Cornelison A., Karriker L., Williams N., Haberl B., Stalder K., Schulz L., Patience J. (2018). Impact of health challenges on pig growth performance, carcass characteristics and net returns under commercial conditions. Translational Animal Science 2(1): 50-61.
30. Cutler R.S., Fahy V.A., Spicer E.M., Cronin G.M. (1999). Prewaning mortality. U: Diseases of Swine. (ur: Straw B.E., D'Allaire S., Mengeling W.L., Taylor D.J.), Iowa StateUniversity Press, Ames, IA, str. 985-1002.
31. Damgaard L.H., Rydhmer L., Lovendahl P., Grandinson K. (2003). Genetic parameters for within litter variation in piglet birth weight and change in within litter variation during suckling. Journal of Animal Science 81: 604-610.
32. Declerck I., Dewulf J., Decaluwé R., Maes D. (2016). Effects of energy supplementation to neonatal (very) low birth weight piglets on mortality, weaning weight, daily weight gain and colostrum intake, Livestock Science 183: 48-53.
33. Declerck I., Sarrazin S., Dewulf J., Maes D. (2017). Sow and piglets factors determining variation of colostrum intake between and within litters. Animal 11(8): 1336-1343.
34. Deen M.G.H., Bilkei G. (2004). Cross fostering of low-birthweight piglets. Livestock Production Science 90: 279-284.
35. Dunshea F.R., Boyce J.M., King R.H. (1998). Effect of supplemental nutrients on the growth performance of sucking pigs. Australian Journal of Agricultural Research 49: 883-888.
36. Dunshea F.R. (2001). Sexual dimorphism in growth of sucking and growing pigs. Asian-Australasian Journal of Animal Science 14(11): 1610-1615.

37. Edwards S. (2002). Perinatal mortality in the pig: Environmental or physiological solutions?. *Livestock Production Science* 78: 3-12.
38. English P.R. (1993). Factors affecting neonatal piglet losses and management practices to minimize such losses. *The Veterinary Annual* 33: 107-119.
39. English P.R. (1998). Ten basic principles of fostering piglets. *Pig Progress* 4: 39-41.
40. English P.R., Wilkonson V. (1982). Management of the sow and litter in late pregnancy and lactation in relation to piglet survival and growth. U: *Control of Pig Reproduction* (ur. Cole D.J.A., Foxcroft G.R.). Butterworth Scientific, London, UK, str. 479-506.
41. Fix J.S., Cassady J.P., Herring W.O., Holl J.W., Culbertson M.S., See M.T. (2010a). Effect of piglet birth weight on body weight, growth, backfat, and longissimus muscle area of commercial market swine. *Livestock Science* 127: 51-59.
42. Fix J.S., Cassady J.P., Holl J.W., Herring W.O., Culbertson M.S., See M.T. (2010b). Effect of piglet birth weight on survival and quality of commercial market swine. *Livestock Science* 132: 98-106.
43. Foxcroft G.R., Dixon W.T., Novak S., Putman C.T., Town S.C., Vinsky M.D.A. (2006). The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. *Journal of Animal Science* 84: 105-112.
44. Gondret F., Lefaucheur L., Louveau I., Lebret B., Pichodo X., Le Cozler Y. (2005). Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance tissue, lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. *Livestock Production Science* 93: 137-146.
45. Grandinson K., Lund M.S., Rydhmer L., Strandberg E. (2002). Genetic parameters for the piglet mortality traits crushing, stillbirth and total mortality, and their relation to birth weight. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A - Animal Science* 52: 167-173.

46. Haley C.S., Lee G.J. (1993). Genetic basis of prolificacy of Meishan pigs. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement* 48: 247-259.
47. Haley C.S., Avalos E., Smith C. (1988). Selection for litter size in the pig. *Animal Breeding Abstracts* 56: 317-332.
48. Hamann H., Steinhauer R., Distl O. (2004). Estimation of genetic parameters for litter size as a sow and boar trait in German herdbook Landrace and Pietrain swine. *Livestock Production Science* 85: 201-207.
49. Heim G., Mellagi A.P.G., Bierhals T., De Souza L.P., De Fries H.C.C., Piuco P., Seidel E., Bernardi M.L., Wentz I., Bortolozzo F.P. (2012). Effects of cross-fostering within 24 h after birth on pre-weaning behaviour, growth performance and survival rate of biological and adopted piglets. *Livestock Science* 150: 121-127.
50. Herpin P., Hulin J.C., Le Dividich J., Fillaut M. (2001). Effect of oxygen inhalation at birth on the reduction of early postnatal mortality in pigs. *Journal of Animal Science* 79: 5-10.
51. Herpin P., Damon M., Le Dividich L. (2002). Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livestock Production Science* 78: 25-45.
52. Houben M.A.M., Tobias T.J., Holstege M.M.C. (2017). The effect of double nursing, an alternative nursing strategy for the hyper-prolific sow herd, on herd performance. *Porcine Health Management* 3(2): 1-7.
53. Jančo N., Jančo G., Škorput D., Luković Z. (2016). Utjecaj vremena tretiranja d-kloprostenola na početak partusa u krmača. *Zbornik radova 51st Croatian and 11th International Symposium on Agriculture. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 15.-18. veljače 2016., Opatija, Hrvatska, str. 347-350.*
54. Johnson R.K., Nielsen M.K., Casey D.S. (1999). Responses in ovulation rate, embryonal survival, and litter traits in swine to 14 generations of selection to increase litter size. *Journal of Animal Science*, 77(3): 541-557.

55. Kabalin A.E., Balenović T., Šperanda M., Milinković-Tur S., Štoković I., Menčik S., Maurić M., Pavičić Ž. (2017). Serum biochemical parameters in suckling piglets with low and average birth mass. *Veterinarski arhiv* 87(2): 171-184.
56. Kapell D.N.R.G., Ashworth C.J., Knap P.W., Roehe R. (2011). Genetic parameters for piglet survival, litter size and birth weight or its variation within litter in sire and dam lines using Bayesian analysis. *Livestock Science* 135: 215-224.
57. Kapš, M., Lamberson, W.R. (2009). *Biostatistics for Animal Science*, 2nd Edition. CAB International.
58. Kerr J.C., Cameron, N.D. (1995). Reproductive performance of pigs selected for components of efficient lean growth. *Animal Science* 60: 281-290.
59. King R.H., Mullan B.P., Dunshea F.R., Dove H. (1997). The influence of piglet body weight on milk production of sows. *Livestock Production Science* 47: 169-174.
60. Knol E.F., Leenhouwers J.I., van der Lende T. (2002). Genetic aspects of piglet survival. *Livestock Production Science* 78: 47-55.
61. Knol E.F., Bergsma R. (2004). Piglet survival and sow efficiency. *Proceedings of AGBU Pig Genetics Workshop*, 17.-18. November 2004. (preuzeto s: http://agbu.une.edu.au/pig_genetics/pdf/2004/Paper_9_EK_survival_2004.pdf; 16.04.2020.)
62. Kosovac O., Petrović M., Živković B., Fabjan M., Radović Č. (2005). Utjecaj genotipa i prašenja po redu na variranje osobina plodnosti svinja. *Biotechnology in Animal Husbandry* 21(3-4): 61-68.
63. Kumar V., Kumar R., Verma S.B., Prasad S., Kumar P. (2010). Study on effect of genetic and non-genetic factors on birth weight in pigs. *Pantnagar Journal of Research* 8(1): 108-111.
64. Le Cozler Y., Guyomarc'H C., Pichodo X., Quinio P-Y., Pellois, H. (2002). Factors associated with stillborn and mummified piglets in high-prolific sows. *Animal Research* 51(3): 261-268.

65. Leenhouwers J.I., van der Lende T., Know E.F. (1999). Analysis of stillbirth in different lines of pigs. *Livestock Production Science* 57: 243-253.
66. Leenhouwers J. I., Knol E.F., de Groot P. N., Vos H., van der Lende T. (2002). Fetal development in the pig in relation to genetic merit for piglet survival. *Journal of Animal Science* 80:1759-1770.
67. Luković Z. (2006). Covariance function for litter size in pigs using a random regression model. PhD thesis. Domžale, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Zootechnical Department, pp. 111.
68. Luković Z., Škorput D. (2015). Factors influencing litter size in pigs, CAB Reviews Perspectives in Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources 10(006): 1-9.
69. Lund M., Puonti M., Rydhmer L., Jensen J. (2002). Relationship between litter size and perinatal and pre-weaning survival in pigs. *Animal Science* 74: 217-222.
70. Lynch P.B., Cahill A., Lawlor P., Boyle L., O'Doherty J.V. , le Dividich J. (2006). Studies on growth rates in pigs and the effect of birth weight. End of Project Report RMIS No. 5220 (preuzeto s: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.497.3911&rep=rep1&type=pdf>; 17.04.2020.)
71. Marcatti N.A. (1986). Effect of cross fostering on piglets pre-weaning performance. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria Zootecnia* 38: 413-417.
72. Marchant J.N., Rudd A.R., Mendl M.T., Broom D.M., Meredith M.J., Corning S., Simmins P.H. (2000). Timing and causes of piglet mortality in alternative and conventional farrowing systems. *Veterinary Record* 147: 209-214.
73. Martineau G-P., Badouard B. (2009). Managing highly prolific sows. 9th London Swine Conference – Tools of the Trade, 1-2 April 2009, London, Ontario, Canada, str. 3-19.
74. Menčik S., Vuković V., Špehar M., Modrić M., Ostović M., Kabalin A.E. (2019). Association between ESR1 and RBP4 genes and litter size traits in a

hyperprolific line of Landrace x Large White cross sows. *Veterinarni Medicina* 64(3): 109-117.

75. Menčik S., Vuković V., Modrić M., Špehar M., Ostović M., Sušić V., Štoković I., Salajpal K., Kabalin H., Kabalin A.E. (2016). The effect of estrogen receptor genotypes on the number of stillborn and mummified piglets in Topigs 20 sows. *Veterinarski arhiv* 86(3): 311-322.
76. Milligan B.N., Fraser D., Kramer D.L. (2001). Birth weight variation in the domestic pig: effects on offspring survival, weight gain and suckling behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 73: 179-191.
77. Milligan B.N., Fraser D., Kramer D.L. (2002). Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. *Livestock Production Science* 76: 181-191.
78. Ministarstvo poljoprivrede (2019). Godišnje izvješće o stanju uzgoja svinja u Republici Hrvatskoj za 2018. godinu. Ministarstvo poljoprivrede 2019.
79. Muns R., Silva C., Manteca X., Gasa J. (2014). Effect of cross-fostering and oral supplementation with colostrums on performance of newborn piglets. *Journal of Animal Science* 92(3): 1193-1199.
80. Nielsen B., Su G., Lund M., Madsen P. (2013). Selection for increased number of piglets at d 5 after farrowing has increased litter size and reduced piglet mortality. *Journal of Animal Science* 91: 2575-2582.
81. Noguera J.L., Varona L., Babot D., Estany J. (2002): Multivariate analysis of litter size for multiple parities with production traits in pigs: II. Response to selection for litter size and correlated response to production traits. *Journal of Animal Science* 80: 2548-2555.
82. Ocepek M., Andersen-Ranberg I., Edwards S.A., Fredriksen B., Framstad T., Andersen I.L. (2016). Can a super sow be a robust sow? Consequences of litter investment in purebred and crossbred sows of different parities. *Journal of Animal Science* 94(8): 3550–3560.

83. Ollivier L. (1982). Selection for prolificacy in the pig. *Pig News and Information* 3: 383-388.
84. Ostović M., Pavičić Ž., Balenović T., Ekert Kabalin A. (2008). Utjecaj općih uvjeta u prasilištu na neonatalno vladanje prasadi, *Stočarstvo*, 62(4): 307-315.
85. Pardo C., Kreuzer M., Bee G. (2013). Effect of average litter weight in pigs on growth performance, carcass characteristics and meat quality of the offspring as depending on birth weight. *Animal* 7(11): 1884-1892.
86. Père M.C., Etienne M. (2000). Uterine blood flow in sows: Effects of pregnancy stage and litter size. *Reproduction Nutrition Development* 40: 369–382.
87. Pettigrew J.E., Cornelius S.G., Moser R.L., Heeg T.R., Hanke H.E., Miller K.P., Hagen C.D. (1986). Effects of oral doses of corn oil and other factors on pre-weaning survival and growth of piglets. *Journal of Animal Science* 62: 601–612.
88. Pluske J.R., Power G.N., Cranwell P., Pierzynowski S.G., Campbell R.G., Kerton D.J., King R.H., Dunshea F.R. (1997). Sex and age at weaning affect small intestinal histology and enzymatic capacity. U: *Manipulating Pig Production VI*, (ur. Hennessy, V.D.P., Cranwell, P.D.), Australian Pig Science Association, Werribee, Australia, str. 67.
89. Power G.N., Pluske J.R., Campbell R.G., Cranwell P.D., Kerton D.J., King R.H., Dunshea F.R. (1996). Effect of sex, weight and age on post-weaning growth of pigs. *Proceedings of the Nutrition Society of Australia* 20: str.137 (preuzeto s: https://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/22338/1/postweaning_growth_of_pigs.pdf; 18.04.2020.).
90. Quesnel H., Brossard L., Valancogne A., Quiniou N. (2008). Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. *Animal* 2: 1842–1849.
91. Quesnel H., Farmer C., Devillers N. (2012). Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. *Livestock Science* 146: 105-114.

92. Quiniou N., Dagorn J., Gaudre D. (2002). Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent growth performance. *Livestock Production Science* 78: 63–70.
93. Rehfeldt C., Nissen P.M., Kuhn G., Vestergaard M., Ender K., Oksbjerg N. (2004). Effects of maternal nutrition and porcine growth hormone (pGH) treatment during gestation on endocrine and metabolic factors in sows, fetuses and pigs, skeletal muscle development, and postnatal growth. *Domestic Animal Endocrinology* 27: 267–285.
94. Roehe R. (1999). Genetic determination of individual birth weight and its association with sow productivity traits using Bayesian analyses. *Livestock Production Science* 77: 170–175.
95. Rydhmer L., Lundeheim N., Canario L. (2008). Genetic correlations between gestation length, piglet survival and early growth. *Livestock Science* 115: 287-293.
96. SAS (2013): Statistical analysis systems user's guide, Version 9.4, SAS Institute Inc., North Carolina
97. Sarandan H., Sarandan R., Petroman I., Ognean L., Sarandan M., Rada O., Balint A., Faur B. (2009). Growth rate and mortality in suckling piglets and their correlation to the sow's milk yield. *Zootehnie si Biotehnologii*, 42(1): 277 – 283.
98. Schinckel A.P., Cabrera R., Boyd R.D., Jungst S., Booher C., Johnston M., Einstein M.E. (2007). Impact of birth and body weight at twenty days on the postweaning growth of pigs with different weaning management. *The Professional Animal Scientist* 23: 197-210.
99. Sevón-Aimonen M.L., Honkavaara M., Serenius T., Mäki-Tanila A., Puonti M. (2007). Genetic variation of loin and ham quality in Finnish Landrace and Large White pigs. *Agricultural and Food Science*, 16: 89-102.
100. Smit M., Spencer J., Almeida F., Patterson J., Chiarini-Garcia H., Dyck M., Foxcroft G. (2013). Consequences of a low litter birth weight phenotype for

postnatal lean growth performance and neonatal testicular morphology in the pig. *Animal* 7: 1-9.

101. Smith A.L., Stalder K.J., Serenius T.V., Bass T.J., Mabry J.W. (2007). Effect of piglet birth weight on weights at weaning and 42 days post weaning. *Journal of Swine Health and Production* 15(4): 213-218.
102. Souza L.P., Fries H.C.C., Heim G., Faccin J.E., Hernig L.F., Marimon B.T., Bernardi M.L., Bartolozzo F.P., Wentz I. (2014). Behaviour and growth performance of low-birth-weight piglets cross-fostered in multiparous sows with piglets of higher birth weights, *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria Zootecnia* 66: 510-518.
103. Straw B.E., Burgi E.J., Dewey C.E., Duran C.O. (1998a). Effects of extensive crossfostering on performance of pigs on a farm. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 212(6): 855-856.
104. Straw B.E., Dewey C.E., Burgi E.J. (1998b). Patterns of crossfostering and piglet mortality on commercial U.S. and Canadian swine farms. *Preventive Veterinary Medicine* 33: 83-89.
105. Superchi P., Saleri R., Mencik S., Dander S., Cavalli V., Izzi C., Ablondi M., Sabbioni A. (2019). Relationship among maternal backfat depth, plasma adipokines and the birth weight of piglets. *Livestock Science*, 223: 138-143.
106. Surek D., Barrilli L.N.E., Bueno I.J.M., Krabbe E. L., Alberton G. C., Mai A. (2014). Growth of suckling piglets in litters standardized by weight. *Journal of Animal Science* 92: 177-181.
107. Širanović J. (2012). Plodnost krmača danskog landrasa u prva dva legla na farmi Sizim d.o.o. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
108. Škorjanc D., Brus M., Čandek Potokar M. (2007). Effect of birth weight and sex on pre-weaning growth rate of piglets. *Archiv fur Tierzucht* 50(5): 476-486.

109. Škorput D., Luković Z. (2015). Upravljanje farmom visokoplodnih krmača. Zbornik radova XI. Savjetovanje uzgajivača svinja u Republici Hrvatskoj. Hrvatska poljoprivredna agencija, 2015, Đurđevac, Hrvatska, 19-26.
110. Škorput D., Dujmović Z., Karolyi D., Luković Z. (2018). Variability of birth weight and growth of piglets in highly prolific sows. *Journal of Central European Agriculture*, 19(4): 823-828.
111. Tang Z., Peng Z., Liu B., Zhao S., Li X., Xu S., Li K. (2008). Effect of breed, sex and birth parity on growth, carcass and meat quality in pigs. *Frontiers of Agriculture in China* 2: 331-337.
112. Tuchscherer M., Puppe B., Tuchscherer A., Tiemann U. (2000). Early identification of neonates at risk: Traits of newborn piglets with respect to survival. *Theriogenology* 54: 371-388.
113. Uremović M., Uremović Z. (1997). Svinjogojstvo. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
114. Uremović Z., Uremović M., Pavić V., Mioč B., Mužić S., Janječić Z. (2002). Stočarstvo. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
115. Václavková E., Daněk P., Rozkot M. (2012). The influence of piglet birth weight on growth performance. *Research in pig breeding* 6: 1.
116. Vallet J.L., Calderón-Díaz J.A., Stalder K.J., Phillips C., Cushman R.A., Miles J.R., Rempel, L.A., Rohrer G.A., Lents C.A., Freking B.A., Nonneman D.J. (2016). Litter-of-origin trait effects on gilt development. *Journal of Animal Science* 94(1): 96-105.
117. van der Lende T., de Jager D. (1991). Death risk and pre-weaning growth rate of piglets in relation to the within-litter weight distribution at birth. *Livestock Production Science* 28: 73–84.
118. van der Lende T., Knol E.F., Leenhouwers J.I. (2001). Prenatal development as a predisposing factor for perinatal losses in pigs. *Reproduction Supplement* 58: 247–261.

119. Vasdal G., Andersen I.L. (2012). A note on teat accessibility and sow parity – consequences for newborn piglets. *Livestock Science* 146: 91-94.
120. Vidović V., Štrbac Lj., Lukač D., Punoš D., Šević R., Stupar M., Višnjić V., Krnjajić J. (2011). Genetic parameters of reproduction traits of prolific and conventional purebred pigs. *Krmiva* 53(5): 193-200.
121. Wittenburg D., Guiard V., Teuscher F., Reinsch N. (2011). Analysis of birth weight variability in pigs with respect to liveborn and total born offspring. *Animal Breeding and Genetics* 128(1): 35-43.
122. Wolf J. (2010). Heritabilities and genetic correlations for litter size and semen traits in Czech Large White and Landrace pigs. *Journal of Animal Science* 88: 2893-2903.
123. Wolf J., Žáková E., Groeneveld E. (2008). Within-litter variation of birth weight in hyperprolific Czech Large White sows and its relation to litter size traits, stillborn piglets and losses until weaning. *Livestock Science* 115: 195-205.
124. Wolter B.F., Ellis M., Corrigan B.P., DeDecker J.M. (2002). The effect of birth weight and feeding of supplemental milk replacer to piglets during lactation on preweaning and postweaning growth performance and carcass characteristics. *Journal of Animal Science* 80: 301–308.
125. Xu R.J. (2003). Composition of porcine milk. U: *The Neonatal Pig- Gastrointestinal Physiology and Nutrition* (ur. Xu R.J. i Cranwell P.D.). Nottingham University Press, UK, str. 213-243.
126. Zaleski H.M., Hacker, R.R., (1993). Variable related to the progress of parturition and probability of stillbirth in swine. *The Canadian Veterinary Journal* 34: 109-113.
127. Zotti E., Resmini F., Schutz L., Volz N., Milani R., Bridi A., Alfieri A., Silva C. (2017). Impact of piglet birthweight and sow parity on mortality rates, growth performance, and carcass traits in pigs. *Revista Brasileira de Zootecnia* 46: 856-862.

ŽIVOTOPIS

Zrinko Dujmović rođen je 26.06.1975. godine u Đakovu, gdje završava Osnovnu školu „V. Nador“ 1990. godine i Opću gimnaziju „A. G. Matoš“ 1994. godine. Nakon toga upisuje Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu gdje kod profesora Vladimira Butkovića piše i brani diplomski rad pod nazivom „Značenje urografije u dijagnostici oboljenja uropoetskog sustava „. Zapošljava se 2003. godine u Merkur Veterinarskoj ambulanti d.o.o. gdje obavlja sve poslove vezane uz veterinarsku ambulantu u svojstvu ovlaštenog veterinarskog inspektora sa položenim državnim ispitom. Kako Merkur V. A. d.o.o. kao svoju primarnu proizvodnju ima uzgoj tovnih svinja u kooperaciji (na bazi godine oko 130 000) u svom djelokrugu odgovornosti brine o zdravstvenom stanju i tehnologiji uzgoja svinja na nekih 20-27 farmi. Od rujna 2013. godine do danas je zaposlen u veterinarskoj ambulanti Martes d.o.o. gdje također uz ambulantni posao zajedno sa kolegama radi i na farmama u sklopu Osatina Grupe d.o.o.: farma od 1500 tovnih junadi, 4500 tovljenika, 3500 muznih krava i farma od 1000 rasplodnih junica. Školske godine 2011/2012 upisuje poslijediplomski doktorski studij Poljoprivredne znanosti na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu kod mentora prof. dr. sc. Zorana Lukovića. Sudjeluje na nekoliko međunarodnih znanstvenih i stručnih projekata i skupova. Tu radi istraživanje, piše radove i izrađuje disertaciju pod nazivom: Utjecaj veličine legla, porodne mase i spola na preživljavanje i svojstva rasta prasadi visokoplodnih krmača. Autor ili koautor je jednog znanstvenog rada A1 kategorije, jednog znanstvenog rada A2 kategorije te ima dva sudjelovanja na međunarodnom znanstvenom skupu. Živi u Đakovu, u braku je i otac je dvoje djece.

Objavljeni radovi:

1. Dujmović Z., Škorput D., Karolyi D., Menčik S., Luković Z. (2018). Utjecaj veličine legla na porodnu masu prasadi. Zbornik radova s 53. hrvatskog i 13. međunarodnog simpozija agronoma, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku, str. 436-439. (usmeno izlaganje)
2. Škorput, D., Dujmović, Z., Karolyi, D., Luković, Z. 2018. Variability of birth weight and growth of piglets in highly prolific sows. Journal of central European agriculture, 19: 4, 823-828.
3. Škorput, D., Dujmović, Z., Luković, Z. (2018). Utjecaj porodne mase na dnevni prirast prasadi visokoplodnih krmača. Stočarstvo : časopis za unapređenje stočarstva, 72, 1-2, 18-22.
4. Dujmović Z., Kaić A., Škorput D., Luković Z. (2013). Debljina slanine mjerena u živo i mesnatost svinja, Zbornik sažetaka s 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku, 17.-22. veljače 2013., Dubrovnik, Hrvatska, str. 269-270.