

UTJECAJ TERMINALNOG NERASTA NA SVOJSTVA POLOVICA I MESA PODRIJETLOM OD ŽENSKIH I MUŠKIH KASTRIRANIH, IMUNO-KASTRIRANIH I NEKASTRIRANIH SVINJA

Cimerman, Emilija

Doctoral thesis / Disertacija

2016

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

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:741062>

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

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



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

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



REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Emilija Cimerman, dipl. ing.

**UTJECAJ TERMINALNOG NERASTA NA SVOJSTVA POLOVICA I
MESA PODRIJETLOM OD ŽENSKIH I MUŠKIH KASTRIRANIH,
IMUNO-KASTRIRANIH I NEKASTRIRANIH SVINJA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Osijek, 2016.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Emilija Cimerman, dipl. ing.

**UTJECAJ TERMINALNOG NERASTA NA SVOJSTVA POLOVICA I
MESA PODRIJETLOM OD ŽENSKIH I MUŠKIH KASTRIRANIH,
IMUNO-KASTRIRANIH I NEKASTRIRANIH SVINJA**

- Doktorska disertacija -

Osijek, 2016.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Emilija Cimerman, dipl. ing.

**UTJECAJ TERMINALNOG NERASTA NA SVOJSTVA POLOVICA I
MESA PODRIJETLOM OD ŽENSKIH I MUŠKIH KASTRIRANIH,
IMUNO-KASTRIRANIH I NEKASTRIRANIH SVINJA**

- Doktorska disertacija -

Mentorica: doc. dr. sc. Ivona Djurkin Kušec

Povjerenstvo za ocjenu:

- 1. Prof. dr. sc. Goran Kušec, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, predsjednik**
- 2. Doc. dr. sc. Ivona Djurkin Kušec, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, mentorica i član**
- 3. Doc. dr. sc. Martin Škrlep, Kmetijski inštitut Slovenije Ljubljana, komentor i član**

Osijek, 2016.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Emilija Cimerman, dipl. ing.

**UTJECAJ TERMINALNOG NERASTA NA SVOJSTVA POLOVICA I
MESA PODRIJETLOM OD ŽENSKIH I MUŠKIH KASTRIRANIH,
IMUNO-KASTRIRANIH I NEKASTRIRANIH SVINJA**

- Doktorska disertacija -

Mentorica: doc. dr. sc. Ivona Djurkin Kušec

**Javna obrana doktorske disertacije održana je 09. prosinca 2016. godine pred
Povjerenstvom za obranu:**

- 1. Prof. dr. sc. Goran Kušec, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, predsjednik**
- 2. Doc. dr. sc. Ivona Djurkin Kušec, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, mentorica i član**
- 3. Doc. dr. sc. Martin Škrlep, Kmetijski inštitut Slovenije Ljubljana, komentor i član**

Osijek, 2016.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Doktorska disertacija

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Poslijediplomski sveučilišni (doktorski) studij: Poljoprivredne znanosti

Smjer: Stočarstvo

UDK: 636.06:636.4

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Poljoprivreda

Grana: Stočarstvo

UTJECAJ TERMINALNOG NERASTA NA SVOJSTVA POLOVICA I MESA PODRIJETLOM OD ŽENSKIH I MUŠKIH KASTRIRANIH, IMUNO-KASTRIRANIH I NEKASTRIRANIH SVINJA Emilija Cimerman, dipl. ing.

Disertacija je izrađena na Poljoprivrednom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Mentorica: doc. dr. sc. Ivona Djurkin Kušec

U istraživanje je bilo uključeno 240 tovljenika, potomaka krmača i nazimica iste pasmine, pripuštenih s tri različite linije komercijalnih nerastova („A“, „B“ i „C“), koji su podijeljeni u četiri fiziološka statusa: kirurški kastrati (SC), imunokastrati (IC), nerastovi (EM) i nazimice (F). Tijekom tova životinje su vagane pri odbiću (25 dana starosti), sa 72 dana starosti (vrijeme aplikacije 1. vakcine - V_1), 116 dana starosti (rano razdoblje tova), 146 dana starosti (vrijeme aplikacije 2. vakcine - V_2) i 168 dana starosti (završetak tova) te su na osnovi ovih pokazatelja izračunati prosječni dnevni prirasti u pojedinim razdobljima, kao i ukupni završni dnevni prirast. Sa 168 dana starosti svinje su zaklane te su utvrđeni slijedeći pokazatelji: masa polovica, duljine polovica „a“ i „b“, duljina buta, opseg buta, debljina mišića i leđne slanine, pH_{45} u *m. longissimus dorsi* (LD) i u *m. semimembranosus* (MS), a nakon 24 h pH_{24} , CIE-L* a* b*, otpuštanje mesnog soka, kalo kuhanja, nježnost mesa, te koncentracije androstenona i skatola. Istraživane se svinje nisu razlikovale u masama ni prosječnom dnevnom prirastu u vrijeme odbića i sa 72 dana starosti. Najviše dnevne mase sa 116 dana starosti postigli su SC, dok su sa 141. danom starosti najviše mase utvrđene u EM i IC. Slično tome, u ranom razdoblju tova SC imali su značajno više priraste u odnosu na ostale fiziološke statuse, dok je u razdoblju od V_2 i kasnom razdoblju tova najviši prirast utvrđen u EM i IC. Najviši ukupni dnevni prirast postignut je u IC potomaka „C“ terminalne linije nerastova. Najmanja debljina slanine utvrđena je kod EM i F, a najveća debljina mišića i posljedično tome mesnatost utvrđena je u F. SC i F imali su veće duljine polovice u odnosu na IC i EM, a najveći opseg buta postignut je u SC. Najveća debljina slanine utvrđena je u pripadnika terminalne linije „C“, u koje je ujedno utvrđena najniža mesnatost. Međutim, pripadnici terminalne linije nerastova „C“ imali su najveće duljine polovica „a“ i „b“ te opseg buta. Najviši pH_{45} u SM imali su IC, dok je najviši pH_{24} u SM i LD postignut kod EM. Najniže otkapavanje mesnog soka i CIE L* utvrđeno je u F, dok su EM imali najviše CIE a* vrijednosti. Kalo kuhanja u SC i F bilo je značajno niže ($P < 0,05$) od IC i EM; EM i F imali su značajno niže WBSF vrijednosti od IC, dok se SC nisu razlikovali od ostalih fizioloških statusa u ovom svojstvu. Potomci terminalnih linija nerastova „A“ i „B“ imali su značajno niže vrijednosti pH_{45} u MS i LD te pH_{24} u SM. Najveće otpuštanje mesnog soka utvrđeno je u „B“ terminalne linije nerastova; pripadnici terminalne linije „C“ imali su najveći CIE a* i najniži WBSF.

U gotovo svih istraživanih svojstava utvrđena je značajna interakcija fiziološkog statusa i terminalne linije nerasta. Najveća debljina mišića i mesnatost u svih terminalnih linija utvrđena je kod F, a slijede ih EM, IC i potom SC. Najveća duljina polovice „a“ i duljina buta utvrđena je u IC pripadnika terminalne linije „C“. U LD mišiću nisu utvrđene značajne razlike u završnim pH vrijednostima između istraživanih fizioloških svojstava i linija terminalnih nerastova. Najviše otkapavanje mesnog soka u „A“ i „C“ terminalnih linija nerastova utvrđeno je u IC, a u terminalne linije nerastova „B“ u EM. Najviše CIE L* vrijednosti kod terminalnih linija nerastova „A“ i „C“ utvrđene su u IC, a u terminalne linije „B“ kod SC. SC terminalnih linija „A“ i „B“ imali su najviše CIE a* vrijednosti, dok su u terminalne linije „C“ najviše CIE a* vrijednosti utvrđene u EM. Najveće kalo kuhanja u terminalnih linija „A“ i „B“ utvrđeno je kod nerastova, dok su WBSF vrijednosti bile najviše u IC kod A i B terminalnih linija nerastova i EM u terminalne linije nerastova „C“. Najveća koncentracija androstenona utvrđena je u nerastova pripadnika „C“ terminalne linije nerastova, dok u koncentraciji skatola nisu utvrđene značajne razlike između nerastova potomaka pojedinih terminalnih linija nerastova. U terminalne linije nerastova „A“ utvrđena je jaka korelacija između koncentracije androstenona i skatola, dok je u terminalnih linija „B“ i „C“ utvrđena srednje jaka korelacija. Ovo upućuje na mogućnost redukcije skatola, a posljedično tome i androstenona i metodama koje su jeftinije i manje zahtjevne od genomske selekcije u ovih križanaca.

Broj stranica: 135

Broj slika: 35

Broj tablica: 46

Broj literaturnih navoda: 222

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: svinje, fiziološki status, terminalna linija nerasta, androstenon skatol

Datum obrane: 09. prosinca 2016.

Povjerenstvo za obranu:

1. **Prof. dr. sc. Goran Kušec, Poljoprivredni fakultet u Osijeku** – predsjednik
2. **Doc. dr. sc. Ivona Djurkin Kušec, Poljoprivredni fakultet u Osijeku** – mentorica i član
3. **Doc. dr. sc. Martin Škrlep, Kmetijski inštitut Slovenije Ljubljana** – komentor i član

Disertacija je pohranjena u:

Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Splitu

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

PhD thesis

Faculty of Agriculture in Osijek

Postgraduate university study: Agricultural sciences

Course: Animal Breeding

UDK: 636.06:636.4

Scientific Area: Biotechnical Sciences

Scientific Field: Agriculture

Branch: Animal Breeding

INFLUENCE OF TERMINAL SIRE ON CARCASS AND MEAT QUALITY TRAITS OF GILTS AND CASTRATED, IMMUNOCASTRATED AND ENTIRE MALE PIGS

Emilija Cimerman, M. Eng. Agr.

Thesis performed at Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Supervisor: Assistant Professor Ivona Djurkin Kušec

The investigation was carried out on 240 fatteners, originating from gilts and sows of the same breed inseminated with the semen from three commercial terminal sires (lines “A”, “B”, “C”), and divided into four genders: surgical castrates (SC), immunocastrates (IC), entire males (EM) and females (F). During fattening animals were weighed at weaning (at 25 days), at 72 days of age (time of 1st vaccination-V₁), 116 days (Early fattening period), 146 days (time of 2nd vaccination-V₂) and 168 days (End of fattening). Based on these measures average daily gains in certain periods of growth, as well as total daily gain were calculated. At 168 days of age pigs were slaughtered and following traits were determined: carcass weight, carcass lengths “a” and “b”, ham length and circumference, muscle and fat thickness, pH₄₅ in *m. longissimus dorsi* (LD) and *m. semimembranosus* (SM). After 24 h of cooling the carcasses pH₂₄ at LD and MS muscles, CIE L* a* b*, drip loss, cooking loss, instrumental tenderness (WBSF) and concentrations of androstenone and skatole were also estimated. Investigated pigs did not differ in weights and average daily gains at the time of weaning and at 72 days of age. The highest weights at 116 days were observed in SC, and at 141 days in EM and IC. Similarly, at Early fattening period SC had the highest average daily gain, while at V₂ and at the End of fattening the highest average daily gain determined in EM and IC. The highest total daily gain was determined in IC, members of “C” terminal sire line. The smallest fat thickness was determined in EM and F, the highest muscle thickness and consequently leanness was determined in F. SC and F had longer carcasses comparing to IC and EM, while the highest ham circumference was determined in SC. The highest fat thickness and the lowest leanness was determined in members of “C” terminal sire line. However, these pigs had the longest carcasses (lengths “a” and “b”) and ham circumference. The highest pH₄₅ in SM was observed in IC, while the highest pH₂₄ in SM and LD muscles was estimated in EM. The lowest drip loss and CIE L* a* b* was determined in F, while EM had the highest CIE a* values. Cooling loss of SC and F was significantly lower ($P<0.05$) than IC and EM; EM and F had significantly lower WBSF than IC, while SC did not differ from other genders in this trait. Pigs originating from terminal sire lines “A” and “B” had significantly lower pH₄₅ in MS and LD muscles, as well as pH₂₄ in SM muscle. The highest drip loss was determined in pigs originating from “B” terminal sire line; pigs members of “C” terminal sire line had highest CIE a* and lowest WBSF values.

In almost all investigated traits, interaction between gender and terminal sire line was significant. In all terminal sire lines the highest muscle thickness and leanness was determined in F followed by EM, IC and SC. The highest carcass length “a” and ham length was determined in IC originating from “C” terminal sire line. No significant differences in pH values between investigated genders according to specific sire line were observed. The highest drip loss in “A” and “C” terminal sire lines was determined for IC, and in “B” terminal sire line for EM. In “A” and “C” terminal sire lines IC had the highest CIE L* values and in “B” terminal sire line SC. SC of terminal sire lines “A” and “B” had the highest CIE a* values; in terminal sire line “C” EM had the highest CIE a* values. EM had the highest cooking loss in “A” and “B” terminal sire lines and the highest WBSF was determined in IC of “A” and “B” terminal sire lines and EM of “C” terminal sire line. The highest androstenone concentration was observed in EM originating from “C” terminal sire line. There were no significant differences between EM of investigated sire lines in skatole concentrations. In terminal sire line “A” strong correlation between skatole and androstenone concentrations was determined; in “B” and “C” terminal sire lines moderate correlation between investigated concentrations was observed. This indicates a possibility of skatole and consequently androstenone reduction using cheaper and less demanding methods than genomic selection in investigated crossbreds.

Number of pages: 135

Number of figures: 35

Number of tables: 46

Number of references: 222

Original in: Croatian

Key words: pigs, gender, terminal sire, androstenone, skatole

Date of the thesis defense: 9th December, 2016

Reviewers:

1. **Prof. Dr. Goran Kušec, Faculty of Agriculture in Osijek** – president
2. **Assist. Prof. Ivona Djurkin Kušec, Faculty of Agriculture in Osijek** – supervisor and member
3. **Assist. Prof. Martin Škrlep, The Agricultural Institute of Slovenia, Ljubljana** – co-supervisor and member

Thesis deposited in:

National and University Library, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, University of Zagreb; University of Rijeka; University of Split

KAZALO

	Stranica
1. UVOD	1
1.1. Pregled literature	3
1.1.1. Svojstva kakvoće svinjskog mesa	3
1.1.2. pH vrijednost	3
1.1.3. Boja	4
1.1.4. Sposobnost zadržavanja vode u mesu	5
1.1.5. Nježnost mesa	6
1.1.6. Proizvodna svojstva i kvaliteta mesa različitih kategorija tovljenika	7
1.1.6.1. Proizvodna svojstva i kvaliteta mesa ženskih svinja	7
1.1.6.2. Proizvodna svojstva i kvaliteta mesa kastriranih muških svinja	8
1.1.6.3. Proizvodna svojstva i kvaliteta mesa imunokastrata	11
1.1.6.4. Proizvodna svojstva i kvaliteta mesa nerastova	13
1.1.7. Uzročnici „nerastovskog svojstva“	16
1.1.8. Reagiranja (preferencije) potrošača na neugodan okus i miris mesa nerastova	19
1.1.9. Smanjenje „nerastovskog svojstva“ hranidbom	20
1.1.10. Smanjenje „nerastovskog svojstva“ genetskom selekcijom	21
1.1.11. Utjecaj linija nerastova na neugodan okus i miris mesa	22
1.2. Cilj istraživanja	24
2. MATERIJAL I METODE RADA	25
2.1. Postavljanje i provedba pokusa	25
2.1.1. Smještaj životinja	25
2.2. Hranidba	25
2.3. Tovni pokazatelji	26
2.4. Klanje i primarna obrada trupova	27
2.5. Imunokastracija	27
2.6. Sastav trupova i svojstva kakvoće mesa	27
2.7. Svojstva kakvoće mesa	28
2.8. Organoleptička svojstva	30
2.9. Utvrđivanje razine androstenona i skatola	30
2.10. Statistička obrada podataka	31
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA	32
3.1. Tovni pokazatelji	32
3.1.1. Tovni pokazatelji u odnosu na fiziološki status	32
3.1.2. Tovni pokazatelji u odnosu na terminalnu liniju nerasta	39
3.1.3. Tovni pokazatelji (masa i dnevni prirast) istraživanih svinja prema terminalnoj liniji nerasta i fiziološkom statusu	43

3.2.	Sastav trupova i kvaliteta mesa istraživanih svinja	52
3.2.1.	Utjecaj fiziološkog statusa i terminalne linije nerasta na svojstva polovica i kakvoću mesa istraživanih svinja	52
3.2.2.	Sastav trupova i kvaliteta mesa nerastova u odnosu na pripadnost terminalnoj liniji	81
3.2.3.	Sastav polovica i kvaliteta mesa imunokastrata potomaka različitih terminalnih linija nerastova	86
3.2.4.	Sastav polovica i kvaliteta mesa kirurških kastrata potomaka različitih terminalnih linija nerastova	92
3.2.5.	Sastav polovica i kvaliteta mesa nazimica potomaka različitih terminalnih linija nerastova	97
3.3.	Koncentracije androstenona i skatola u istraživanih svinja	102
4.	ZAKLJUČCI	110
5.	LITERATURA	112
6.	SAŽETAK	131
7.	SUMMARY	133
	ŽIVOTOPIS	135

KAZALO TABLICA

Tablica 1. Kalkulativni kemijski sastav krmnih smjesa korištenih za hranidbu svinja u istraživanju	26
Tablica 2. Postignute tjelesne mase i dnevni prirasti u 4 istraživana razdoblja rasta nerastova (N=60)	32
Tablica 3. Postignute tjelesne mase i dnevni prirasti u 4 istraživana razdoblja rasta imunokastrata (N=60)	33
Tablica 4. Postignute tjelesne mase i dnevni prirasti u 4 istraživana razdoblja rasta kirurških kastrata (N=60)	34
Tablica 5. Postignute tjelesne mase i dnevni prirasti u 4 istraživana razdoblja rasta nazimica (N=60).	35
Tablica 6. Utjecaj fiziološkog statusa na, linije terminalnog nerasta te njihove interakcije na tovrne pokazatelje u 4 istraživana razdoblja rasta (N=240)	36
Tablica 7. Usporedba procijenjenih srednjih vrijednosti i njihove standardne greške (u zagrada) za 4 istraživana razdoblja rasta u odnosu na fiziološki status	38
Tablica 8. Postignute tjelesne mase i dnevni prirasti u 4 istraživana razdoblja rasta potomaka terminalne linije nerastova „A“ (N=80)	39
Tablica 9. Postignute tjelesne mase i dnevni prirasti u 4 istraživana razdoblja rasta potomaka terminalne linije nerastova „B“ (N=80).	40
Tablica 10. Postignute tjelesne mase i dnevni prirasti u 4 istraživana razdoblja rasta potomaka terminalne linije nerastova „C“ (N=80)	41
Tablica 11. Procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške (u zagrada) za 4 istraživana razdoblja rasta u odnosu na genotip	42
Tablica 12. Utjecaj fiziološkog statusa, linije terminalnog nerasta te njihove interakcije na sastav polovica svinja	53
Tablica 13. Utjecaj fiziološkog statusa, linije terminalnog nerasta i njihove interakcije na istraživana svojstva kakvoće mesa.	53
Tablica 14. Procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške (u zagrada) sastava trupova prema fiziološkom statusu svinja	54
Tablica 15. Procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške (u zagrada) svojstva kvalitete mesa prema fiziološkom statusu svinja	56
Tablica 16. Procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške (u zagrada) sastava trupova prema genotipu svinja	60
Tablica 17. Procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške (u zagrada) svojstva kvalitete mesa prema genotipu svinja	61
Tablica 18. Sastav polovica nekastriranih svinja potomaka terminalne linije „A“ (N=20)	81
Tablica 19. Svojstva kakvoće mesa nekastriranih svinja potomaka terminalne linije „A“ (N=20)	81
Tablica 20. Sastav polovica nekastriranih svinja potomaka terminalne linije „B“ (N=20)	82
Tablica 21. Svojstva kakvoće mesa nekastriranih svinja potomaka terminalne linije „B“ (N=20)	82
Tablica 22. Sastav polovica nekastriranih svinja potomaka terminalne linije „C“ (N=20)	83
Tablica 23. Svojstva kakvoće nekastriranih svinja potomaka terminalne linije „C“ (N=20)	83

Tablica 24. Sastav polovica imunokastrata potomaka terminalne linije „A“ (N=20)	86
Tablica 25. Svojstva kakvoće mesa imunokastrata potomaka terminalne linije „A“ (N=20)	87
Tablica 26. Sastav polovica imunokastrata potomaka terminalne linije „B“ (N=20)	87
Tablica 27. Svojstva kakvoće mesa imunokastrata potomaka terminalne linije „B“ (N=20)	88
Tablica 28. Sastav polovica imunokastrata potomaka terminalne linije „C“ (N=20)	88
Tablica 29. Svojstva kakvoće mesa imunokastrata potomaka terminalne linije „C“ (N=20)	89
Tablica 30. Sastav polovica kirurških kastrata potomaka terminalne linije „A“ (N=20)	92
Tablica 31. Svojstva kvalitete mesa kirurških kastrata potomaka terminalne linije „A“ (N=20)	92
Tablica 32. Sastav polovica kirurških kastrata potomaka terminalne linije „B“ (N=20)	93
Tablica 33. Svojstva kvalitete mesa kirurških kastrata potomaka terminalne linije „B“ (N=20)	93
Tablica 34. Sastav polovica kirurških kastrata potomaka terminalne linije „C“ (N=20)	94
Tablica 35. Svojstva kvalitete mesa kirurških kastrata potomaka terminalne linije „C“ (N=20)	94
Tablica 36. Sastav polovica nazimica potomaka terminalne linije „A“ (N=20)	97
Tablica 37. Svojstva kvalitete mesa nazimica potomaka terminalne linije „A“ (N=20)	97
Tablica 38. Sastav polovica nazimica potomaka terminalne linije „B“ (N=20)	98
Tablica 39. Svojstva kvalitete mesa nazimica potomaka terminalne linije „B“ (N=20)	98
Tablica 40. Sastav polovica nazimica potomaka terminalne linije „C“ (N=20)	99
Tablica 41. Svojstva kvalitete mesa nazimica potomaka terminalne linije „C“ (N=20)	99
Tablica 42. Utjecaj fiziološkog statusa, linije terminalnog nerasta te njihove interakcije na koncentracije skatola i androstenona u istraživanih svinja (N=119)	102
Tablica 43. Procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške (u zgradama) skatola i androstenona u odnosu na genotip svinja	102
Tablica 44. Opisna statistika za koncentracije androstenona i slatola u imunokastrata prema istraživanim terminalnim linijama nerasta	103
Tablica 45. Procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške (u zgradama) za koncentracije skatola i androstenona nekastriranih muških životinja u odnosu na pripadnost terminalnoj liniji nerasta	104
Tablica 46. Korelacijski koeficijenti između koncentracija androstenona i skatola prema terminalnoj liniji nerasta	105

KAZALO SLIKA

Slika 1. Kemijska struktura androstenona i skatola (Zamaraskia, 2004.)	16
Slika 2. Prikaz metaboličkih puteva androstenona i skatola i uloge nuklearnih receptora (Zamaratskaia i Squires, 2009.)	18
Slika 3. Mjesto za određivanje mjera prema postupku »metoda dvije točke« (Pravilnik o kakvoći svinjskih trupova i polovica (N.N. 2/09, N.N.144.10 i N.N.03/11)	28
Slika. 4. Uzimanje uzoraka sa odsječka <i>m. longissimus dorsi</i> (Christensen 2003.)	29
Slika 5. Prikaz razlika u masi pri aplikaciji prve vakcine između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)	43
Slika 6. Prikaz razlika u masi u ranom razdoblju tova između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)	43
Slika 7. Prikaz razlika u masi pri aplikaciji druge vakcine između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)	45
Slika 8. Prikaz razlika u masi u kasnom razdoblju tova između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)	45
Slika 9. Prikaz razlika u masi na završetku tova (168 dana) između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)	47
Slika 10. Prikaz razlika u dnevnom prirastu od rođenja do V1 između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)	47
Slika 11. Prikaz razlika u dnevnom prirastu od V1 do ranog razdoblja tova između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)	49
Slika 12. Prikaz razlika u dnevnom prirastu od ranog razdoblja tova do V2 između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)	49
Slika 13. Prikaz razlika u dnevnom prirastu u razdoblju između V ₂ i završetka tova između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)	50
Slika 14. Prikaz razlika u ukupnom dnevnom prirastu između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice).	50
Slika 15. Razlike u debljini slanine (S) između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	64
Slika 16. Razlike u debljini mišića (M) između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	64
Slika 17. Razlike u mesnatosti između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	66
Slika 18. Razlike u duljini polovice „a“ između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	66

Slika 19. Razlike u duljini polovici „b“ između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	68
Slika 20. Razlike u duljini buta između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	68
Slika 21. Razlike u opsegu buta između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	70
Slika 22. Razlike u inicijalnom pH u butu između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	70
Slika 23. Razlike u inicijalnom pH u leđnom mišiću između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	72
Slika 24. Razlike u završnom pH u butu između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	72
Slika 25. Razlike u završnom pH u leđnom mišiću između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	74
Slika 26. Razlike u otkapavanju mesnog soka u leđnom mišiću između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	74
Slika 27. Razlike u CIE L* između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	76
Slika 28. Razlike u CIE a* između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	76
Slika 29. Razlike u CIE b* između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	78
Slika 30. Razlike u kalu kuhanja između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	78
Slika 31. Razlike u instrumentalnoj nježnosti između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta	80
Slika 32. Distribucija frekvencija koncentracija androstenona i skatola u masnom tkivu nerastova potomaka različitih terminalnih linija nerastova prema graničnim kriterijima (Walstra i sur., 1999.)	106
Slika 33. Rezultat ocjene senzorskog panela o karakterističnom mirisu mesa imunokastrata i nerastova potomaka terminalnih linija „A“, „B“ i „C“ (N=18)	107
Slika 34. Rezultat ocjene senzorskog panela o karakterističnom mirisu pečenog mesa imunokastrata i nerastova potomaka terminalnih linija „A“, „B“ i „C“ (N=18)	107
Slika 35. Rezultat ocjene senzorskog panela o karakterističnom okusu pečenog mesa imunokastrata i nerastova potomaka terminalnih linija „A“, „B“ i „C“ (N=18)	108

POPIS NEUOBIČAJENIH KRATICA

QTL – eng. Quantitative Trait Loci; lokusi kvantitativnih svojstava

BMV – blijedo, mekano, vodnjikavo meso; isto kao i **PSE** (eng. Pale, Soft, Exudative)

TČS – tamno, čvrsto, suho meso; isto kao i **DFD** (eng. Dark, Firm, Dry)

MLD – *m. longissimus dorsi*

LD – *longissimus dorsi*

IMF – sadržaj intramuskularne masti

WB - Warner-Bratzler nož

AMSA-American Meat Society Association

1. UVOD

Osim što je jedna od značajnih grana stočarske proizvodnje u Republici Hrvatskoj, svinjogojska proizvodnja vezana je i uz tradiciju, jer je naše podneblje pogodno za uzgoj koncentriranih krmiva za hranidbu svinja. Također i prehrambene navike potrošača u potrošnji svinjskog mesa i različitih prerađevina svinjskog mesa imaju važnu ulogu u navedenoj proizvodnji.

Jedan od najvažnijih ciljeva suvremenog svinjogojstva je proizvesti svinje s visokim udjelom mišićnog tkiva u polovicama, a ujedno sa zadovoljavajućim nutritivnim svojstvima mesa, kako bi se zadovoljile sve zahtjevnije prehrambene potrebe i preferencije potrošača. S druge strane, velika se pozornost pridaje dobrobiti životinja i održivoj poljoprivrednoj proizvodnji.

U današnjoj svinjogojskoj proizvodnji u cilju izbjegavanja neugodnog okusa i mirisa mesa nerastova ili kako bi se isti barem sveli na najmanju moguću razinu, kastriranje muške prasadi predstavlja uobičajenu zootehničku praksu. Međutim, u mnogim zemljama posljednjih nekoliko godina kastracija se zbog negativnih stavova udruga za dobrobit i zaštitu životinja sve manje provodi ili čak izbjegava, a očekuje se i njeno potpuno ukidanje 1. siječnja 2018. godine u zemljama Europske Unije (http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/farm/initiatives_en.htm). Kao privremeno praktično rješenje prihvaćena je kastracija prasadi uz anesteziju/analgeziju sve do njenog potpunog ukidanja.

Ključni razlog preferiranja uzgoja kastrata u odnosu na nekastrirane muške životinje su nepoželjna organoleptička svojstva mesa nerastova koja se odlikuju neugodnim i oštrim mirisom te okusom. Ova pojava često se naziva nerastovsko svojstvo. Međutim, valja naglasiti da proizvodnju nekastriranih nerastova prate i brojne prednosti: oni rastu brže, ostvaruju niže konverzije hrane te imaju poželjnija svojstva polovica, poput većeg udjela mišićnog tkiva u trupu s većim sadržajem bjelancevina u odnosu na kastrate.

Uzročnici neugodnog okusa i mirisa mesa nerastova, androstenon i skatol, kemijski su spojevi čije povišene koncentracije u masnom tkivu uzrokuju nerastovsko svojstvo, koji se ispoljavaju tijekom termičke obrade mesa. Istraživanja su pokazala da je određeni broj ljudi osjetljiv na androstenon, dok su gotovo svi osjetljivi na skatol (Weiler, 2000.).

Pojavu nerastovskog svojstva pokušava se eliminirati raznim istraživačkim pristupima poput genetske selekcije, hranidbe, načina držanja i različitih postupaka sa životinjama prije klanja te u novije vrijeme imunokastracijom.

Do sada je u komercijalnoj proizvodnji tovnih svinja uobičajena praksa primjenjivati različite linije terminalnih nerastova selekcioniranih na rast i sastav trupa i kvalitetu mesa. Međutim, vrlo je malo pozornosti pridano istraživanju utjecaja pasmine svinja na pojavu nerastovskog svojstva.

Stoga je cilj ovog istraživanja utvrditi utjecaj pasmine i fiziološkog statusa nerastova na sastav polovica i kakvoću mesa svinja korištenih u komercijalnom uzgoju u Republici Hrvatskoj, s posebnim naglaskom na pojavu nerastovskog svojstva te razinu androstenona i skatola.

1.1. Pregled literature

1.1.1. Svojstva kakvoće svinjskog mesa

Kvalitetu mesa čine svojstva koja potrošači pronalaze vizualno prihvatljivima, zbog kojih će kontinuirano kupovati meso i koja dosljedno pružaju prihvatljivi gastronomski doživljaj. Prema tome, kakvoća mesa obuhvaća vizualni doživljaj i gastronomsku kvalitetu (Miller, 2002.).

Za proizvođače svinjskog mesa važno je da je meso dobrih svojstava za preradu radi što boljeg iskorištavanja sirovine i postizanja što bolje kvalitete proizvoda (Barton-Gade, 1985.). Cross i sur. (1986.) naglašavaju kako su za prosudbu potrošača pri kupovini mesa najvažniji izgled mesa, njegova tekstura, sočnost, miris i okus. Hammond (1952.) pak definira kvalitetu mesa kao nešto što se potrošačima najviše sviđa i za što su spremni platiti više od prosječne cijene.

Za određivanje komercijalne i prehrambene vrijednosti svinjskog mesa najvažniju ulogu imaju senzorna i tehnološka svojstva. Ona zavise o većeg broja međusobno zavisnih čimbenika, među kojima su najvažniji pasmina, genotip, hranidba i način uzgoja životinja, postupanje sa životinjama prije klanja, omamljivanje i klanje životinja, hlađenje te način čuvanja mesa (Dalmau i sur., 2009.).

1.1.2. pH vrijednost

Nakon klanja životinje u mišićima se smanjuje količina kisika pa se glikogen počinje razgrađivati u anaerobnim uvjetima, što rezultira nastankom mliječne kiseline i snižavanjem pH vrijednosti u mesu (Warriss, 2000.). Pad pH vrijednosti dovodi do acidifikacije i pretvorbe mišića u meso, a završna je pH vrijednost obrnuto proporcionalna s koncentracijom mliječne kiseline u mesu. pH vrijednost mesa utječe na brojne parametre kakvoće mesa poput sposobnosti zadržavanja mesnog soka, boje, električne provodljivosti, i nježnosti mesa (Dalmau i sur., 2009.).

Prema Honikelu (1999.) mjerenje pH je jedan od najizravnijih načina da se dobiju informacije o svojstvima kvalitete mesa. Općenito, pH vrijednost može se uzimati u različito vrijeme *post mortem*: od 30 minuta do 24 sata nakon klanja (Santos i sur., 1997.), međutim velika većina autora slaže se da je najbolji trenutak za mjerenje pH vrijednosti 45

minuta i 24 sata nakon klanja (Fisher i sur., 2000.; Fortina i sur., 2005.; Correa i sur., 2006.). Prema Honikelu (1999.) optimalna pH vrijednost mesa 45 minuta nakon klanja ne bi trebala biti veća od 6,1, dok bi 24 sata nakon klanja trebale iznositi između 5,4 i 5,85. Prema Dalmau i sur. (2009.) pak optimalne vrijednosti pH 45 minuta nakon klanja trebale bi biti više od 6,1, a 24 sata *post mortem* između 5,6-5,9.

Pri završnim vrijednostima pH 5,5 i nižim gotovo 99,0% mesa ukazivat će na pojavu blijedog, mekanog i vodnjikavog (BMV) mesa (Forrest, 1998.). Suprotno tome, vrlo spor i nepotpun pad pH vrijednosti upućuje na tamno, čvrsto i suho (TČS) meso koje nije dugo održivo (Hoffman, 1994.). Nadalje, u svinjskog mesa moguća je i pojava vrlo niskog konačnog pH (5,4 - 5,3) kod kojeg je gubitak mesnog soka veći nego kod mesa s normalnim konačnim pH vrijednostima (5,6 – 5,7). Takvo se meso naziva "kiselo" i javlja se kod svinja kod kojih je količina glikogena u mišićima u trenutku klanja povećana, a uzročnik mu je mutacija na *PRKAG3* genu (Karolyi, 2004.).

1.1.3. Boja

Boja svježeg mesa je jedna od presudnih karakteristika za donošenje odluke potrošača o kupnji mesa (Faustman i Caness, 1990.). Boja svinjskog mesa može se opisati kao svijetlo-crveno-ružičasta (Lawrie, 1966.), svijetlo-ružičasta (Briskey i Kauffman, 1971.), odnosno svijetlo-crvena (Mancini i Hunt, 2005.). Kupci kvalitetno svježe svinjsko meso povezuju sa svijetlocrvenom bojom, dok tamnije meso smatraju nepoželjnim. Na boju mesa utječe razina proteinskog pigmenta mioglobina pohranjenog u mišiću, ali i brojni drugi čimbenici poput genetike, uvjeta prije i poslije klanja, vrste mišića te čimbenika koji se odnose na obradu mesa, pakiranje, distribuciju, skladištenje, izlaganje do konačne potrošnje i pripreme (Mancini i Hunt, 2005.). Mioglobin kao primarni nositelj boje mesa dolazi u tri oblika:

- purpurnocrveni deoksimioglobin (Mb^{2+}),
- svijetlocrveni oksimioglobin (MbO_2) i
- tamnosmeđi metmioglobin (MetMb^{3+})

Mioglobin se nalazi u obliku deoksimioglobina sve do trenutka izlaganja površine mesa zraku, te oksigenacijom prelazi u oblik oksimioglobina. Potom oksihemoglobin prodire dublje ili pliće u meso, što ovisi o temperaturi, parcijalnom pritisku kisika, pH vrijednosti i drugim u mišiću kompetitivnim respiratornim procesima. Ovisno o navedenim

čimbenicima oksidacijom mioglobina nastaje metmioglobin (Mancini i Hunt, 2005.). Na sadržaj mioglobina mogu utjecati pasmina, klaonička dob, hranidba te vrsta i tip mišića (Tikk, 2007.).

Za ocjenjivanje boje mesa može se koristiti vizualna i instrumentalna procjena. Za vizualnu procjenu potrebno je odrediti timove osoba obučениh za korištenje skala boja i objektivno mjeriti refleksiju svjetla na posebno pripremljenom uzorku mesa pomoću uređaja. Instrumentalna procjena boje može se utvrditi pomoću nekoliko tipova uređaja koji rade na principu kolorimetrije i spektrofotometrije. Svaki od ovih instrumenata nudi razne mogućnosti odabira između nekoliko sustava mjerenja boja, kao što su Hunter, CIE i XYZ i izvora svjetlosti (A, C, D65). Dalmau i sur. (2009.) predložili su da se mjerenje vizualnom i instrumentalnom procjenom radi 24 sata nakon klanja, nakon stabilizacije završnog pH, te kada se stabilizira sposobnost zadržavanja mesnog soka i pigment se više ne gubi otkapavanjem. Škrlep i sur. (2007.) utvrdili kako je potrebno 20 do 30 minuta da bi se stabilizirala boja na površini izuzetog mišića.

1.1.4. Sposobnost zadržavanja vode u mesu

Sposobnost zadržavanja vode je u stvari sposobnost mišića *post mortem* da zadrže vodu spontano i pod utjecajem vanjskih čimbenika, poput gravitacije ili termičke obrade (Huff-Lorengan, 2002.). Mišićno tkivo sadrži do 75% vode, 20% bjelančevina, oko 2% masti i oko 3% mikro komponenti (minerali i vitamini) (Pedersen i sur., 2003.). Većina vode u mišiću (70%) nalazi se unutar miofibrila, 20% u sarkoplazmi, te preostalih 10% vode zadržavaju vezivnotkivne ovojnice (Hamm, 1972.). Sposobnost zadržavanja vode nije ni u kakvom odnosu s apsolutnom količinom vode u mesu, već zavisi od načina vezanja vode za molekule bjelančevina i od njene imobilizacije unutar mikrostrukture mesa (Živković, 1986.). Procijenjeno je da se učestalost neprihvatljivo visokog otpuštanja mesnog soka kod svinjskog mesa javlja u više od 50% slučajeva (Stetzer i McKeith, 2003.), dok gubitak u ukupnoj težini svježeg mesa, izražen kroz calo hlađenja, može iznositi 1-2% (Offer i Knight, 1988.). Općenito, gubitak vode iz mesa je vrlo mali prije nastupa *rigor mortis*, međutim kako vrijeme nakon klanja odmiče, a mišić zahvaća ukočenost, količina ekshudata iz mesa ima tendenciju povećanja (Jolley i sur., 1981.).

Hamm (1986.) navodi da se sposobnost zadržavanja vode u mesu očituje tijekom različitih procesa i iskazuje različitim terminima, te gubitak tekućine nastaje: tijekom

isticanja tekućine iz mesa bez primjene vanjske sile, isticanja tekućine iz mesa koje se odleđuje bez primjene vanjske sile, zatim tijekom zagrijavanja mesa sa ili bez primjene vanjske sile u vidu centrifugiranja ili pritiskanja, te primjenom vanjske sile na svježe meso ili meso koje se odleđuje u vidu pritiskanja (npr. metoda pritiskanja filter papirom), centrifugiranja ili metode usisavanja (npr. kapilarna volumetrijska metoda).

Danas postoji više metoda utvrđivanja sposobnosti zadržavanja vode u mesu, od kojih su najčešće kompresija prema Grau i Hammu (1952.), otpuštanje vode metodom vrećice (Honikel, 1998.), te EZ_Drip metoda (Christensen, 2003.).

1.1.5. Nježnost mesa

Percepcija kvalitete mesa od strane potrošača odnosi se na osjetilna svojstva kao što su boja, okus i nježnost, međutim najčešće pritužbe uglavnom se odnose na veliku varijabilnost u nježnosti mesa (Maltin i sur., 2003.). Unatoč naporima da se kontroliraju i optimiziraju uvjeti prije, za vrijeme i poslije klanja, još se uvijek primjećuju velike varijabilnosti u nježnosti mesa na tržištu. Ova pojava ukazuje da na nježnost mesa utječe više strukturnih i metaboličkih čimbenika, kao što su koncentracija vezivnog tkiva, završne pH vrijednosti, kontrakcija mišića tijekom *rigor mortis*, i vjerojatno najvažnije, aktivnost proteolitičkih enzima (kalpaini i katepsini). Čini se da je uloga kalpaina najviše izražena u ranom omekšavanju mesa *post mortem*, nakon čega se njihova aktivnost smanjuje uslijed snižavanja pH, dajući prednost katepsinima izlučenim iz lizosoma (Cong i sur., 1989.; Cong i Goll, 1993.). Glavne odrednice nježnosti mesa su vezivno tkivo, sadržaj intramuskularne masti (IMF) te stanje miofibrilarnih proteina, a na nježnost mesa utječu dob, vrsta, spol, pasmina i kondicija životinje, odnosno uzročnici koji formiraju građu mišićnog tkiva, razvijenost i osobine tkiva te količinu intramuskularne masti, kao i njihovu povezanost u mesu.

Ovo se svojstvo može mjeriti na više načina, a oni uključuju senzorsku ocjenu pomoću panela te objektivno - uporabom mehaničke sile. Potonje se metode u praksi češće koriste zbog manjih troškova u odnosu na senzornu metodu. Postoji više mehaničkih metoda za određivanje nježnosti mesa, međutim najčešće se koristi mjerenje sile presjecanja (Kušec, 2007.) i to pomoću Warner-Bratzler noža (WB), kojim se mjeri sila potrebna da bi se između dvije metalne ploče provuklo sječivo koje u svom otvoru nosi cilindrični uzorak mesa. Nadalje, u literaturi i praksi poznati su i drugi mehanički načini

utvrđivanja nježnosti mesa kao što su mjerenje sila ugriza „metalnim zubom“ (umjetni ugriz), penetracije, kompresije, istezanja (elastičnost) i dr. (Purchas, 2004.).

1.1.6. Proizvodna svojstva i kvaliteta mesa različitih kategorija tovljenika

Za dobivanje svinjskog mesa u proizvodnji današnjih tovljenika u industrijskoj proizvodnji uglavnom se koriste muška kastrirana i ženska grla (nazimice) u intenzivnom tovu do završnih težina od oko 110 kg. Uz navedene kategorije, kao alternativa muškim kastratima u proizvodnji se također mogu koristiti imunokastrati i nerastovi, kada se radi dobrobiti životinja izbjegava kirurška kastracija muške prasadi bez anestezije/analgezije.

1.1.6.1. Proizvodna svojstva i kvaliteta mesa ženskih svinja

a) Proizvodna svojstva

Unatoč uvriježenom mišljenju da kastrati postižu bolje proizvodne performanse, istraživanja su pokazala da ženske životinje u tovu postižu bolju mesnatost s manje masnog tkiva u svim težinskim kategorijama, te ostvaruju niži dnevni prirast u odnosu na kastrate (Rukavina, 1988.). No, valja imati na umu kako ženske svinje u odnosu na kastrirane muške svinje završavaju tov s nižom tjelesnom masom i do 10%, a razlog njihova zaostajanja je pojava puberteta između 70 i 80 kilograma tjelesne mase, koja uzrokuje nemirnije ponašanje. Iz ovog razloga Vincek (2010.) preporučuje razdvajanje svinje prema spolu što je moguće ranije u tovu. Isti autor navodi da je konverzija hrane kod ženskih svinja bolja nego kod kastriranih muških svinja. U odnosu na kastrate, ženske svinje u tovu daju više mesa s manje masti u svim težinskim kategorijama.

Rezultati istraživanja Sathera i sur. (1991.) i Younga (1992.) pokazuju da je udio mišićnog tkiva kod nazimica obično bliži nerastima nego kastratima, dok su Bahelka i sur. (2011.) utvrdili da spol svinja ima različit utjecaj na postotak mišićnog tkiva u području trbuha te su dokazali da su nazimice imale veći postotak trbušnog mišićnog tkiva (51,41%), nasuprot nerastova (47,21%).

Latorre i sur. (2004.) utvrdili su kako je postotak mišićnog tkiva kastrata bio manji ($P < 0,01$) nego u nazimica. Isti autori navode kako su polovice nazimica imale veći postotak buta ($P < 0,05$) i postotak plečke za razliku od kastrata, dok se polovice buta nisu razlikovale ($P < 0,10$) s obzirom na spol. U istraživanju Moralesa i sur. (2013.) utvrđene su

veće težine buta i leđnog dijela kod ženskih svinja nego kod imunokastrata i kastrata. U odnosu na kastrate ženske svinje imale su i veću procijenjenu mesnatost (58,8% : 56,2%) i tanju slaninu (11,3 mm : 14,7 mm), ali nije bilo značajne razlike ($P=0,223$) u tjelesnoj masi prije klanja (Olsson i sur., 2003.). Nadalje, Kušec i sur. (2004., 2006.) navode da spol nije signifikantno utjecao ($P>0,05$) na distribuciju tkiva u svinjskim trupovima.

b) Kvaliteta mesa

Josell i sur. (2003.) utvrdili su više vrijednosti pH_{24} kod kastrata u odnosu na nazimice (5,54 : 5,52), iako one nisu bile statistički značajne, dok Jaturasitha i sur. (2006.) nisu utvrdili razlike u pH između spolova.

Istraživanja brojnih autora utvrdila su da na karakteristike boje svinjskog mesa spol svinja nije imao utjecaja (Barton-Gade, 1987.; Latorre i sur., 2004.; Correa i sur., 2006.), dok su primjerice Warris sur. (1990.) utvrdili višu ($CIE\ a^*$) vrijednost i manji kut boje u nazimica u odnosu na kastrate. Ova razlika povezana je s utvrđenom većom koncentracijom pigmenta u mišićima nazimica u odnosu na kastrate, ali odstupanja su bila relativno mala.

Latorre i sur. (2004.) navode da meso nazimica ima veće kalo kuhanja u odnosu na meso kastrata, dok su Lloveras i sur. (2008.) utvrdili više vrijednosti instrumentalne nježnosti mesa nazimica. Nadalje, Barton-Gade (1987.) navodi da ženske svinje imaju značajno viši sadržaj bjelančevina i niži postotak intramuskularne masti od kastrata i nekastriranih muških svinja. Brojna su istraživanja pokazala da je spol svinja značajan čimbenik o kojem ovisi sastav masnih kiselina. Tako je u istraživanju Kosa i sur. (2012.) utvrđeno da meso ženskih svinja sadrži veći udio nezasićenih masnih kiselina, dok je meso muških kastrata bogatije zasićenim masnim kiselinama.

1.1.6.2. Proizvodna svojstva i kvaliteta mesa kastriranih muških svinja

Do sada se u većini zemalja svijeta kastracija u ranoj dobi provodila kao uobičajena preventivna mjera protiv neugodnog okusa i mirisa mesa, odnosno smanjenja visokih koncentracija androstenona i skatola koji ga uzrokuju. Svake godine u Europskoj uniji kastrira se oko 100 milijuna svinja u komercijalnom uzgoju (Thun i sur., 2006.). Međutim, u većini EU zemalja posljednjih nekoliko godina kastracija se zbog negativnih stavova udruga za dobrobit i zaštitu životinja sve manje provodi ili izbjegava, a očekuje se i njeno potpuno ukidanje 1. siječnja 2018. godine u zemljama EU (Pig Progress, 2010.). Kao

privremeno praktično rješenje prihvaćena je kastracija prasadi uz anesteziju sve do njenog potpunog ukidanja.

Kastracijom se smanjuje agresivno ponašanje tijekom tova, olakšava postupanje sa životinjom (Robić i sur., 2008.) te sprječava neplanirano razmnožavanje svinja (Haugen i sur., 2012.). S druge strane, kastracija ima i svoje negativne učinke. Primjerice, kastracija bez anestezije u ranoj dobi prasadi (od 3. do 7. dana) uzrokuje bolove i stres pa nije sukladna zahtjevima o dobrobiti životinja (Prunier i sur., 2006.; Lundström i sur., 2009.; Pig Progres, 2010.). Nadalje, kirurška kastracija negativno utječe na performanse rasta (Stamer i sur., 1993.; Walstra i Vermer, 1993.; Dunshea i sur., 2001.; Turkstra i sur., 2002.), povećano je izlučivanje dušika i fosfata u okolinu (Vermer i sur., 1992.), te se povećava akumuliranje masnog tkiva u trupu, odnosno negativno se utječe na kakvoću trupova (Campbell i Taverner, 1988.).

Postupak kirurške kastracije povećava troškove uzgoja (EFSA, 2004.), dovodi do smanjenja sadržaja mesa u trupu životinje (PIGCAS, 2009.) te povećava mortalitet od 0,5 do 1% uslijed komplikacija poput infekcije i prolapsusa anusa (Clarke i sur., 2008.).

U istraživanju Bonneaua (1998.) utvrđeno je kako se postupkom kastracije smanjuje koncentracija androstenona i skatola ispod graničnih vrijednosti (0,5 i 0,25 mg g⁻¹), ali i usporava rast svinja, te se zbog toga povećavaju troškovi uzgoja.

a) Proizvodna svojstva

Kastrirani nerasti u tovu mirniji su nego nazimice, pa samim time postižu bolje iskorištavanje hrane kao i veće dnevne priraste, te općenito rastu bolje u usporedbi s nazimicama (Vincek, 2010.). Nadalje, istraživanja Moralesa i sur. (2010.) pokazala su da u razdoblju između 74 i 145 dana starosti kastrati imaju slabiju konverziju hrane u usporedbi s nerastima i imunokastratima, dok u prosječnom dnevnom prirastu nisu uočene statistički značajne razlike. Isti autori navode da u drugom razdoblju tova (od 145 do 172 dana starosti), odnosno nakon druge vakcinacije, između nerastova, kastrata i imunokastrata nisu utvrđene značajne razlike u prosječnom dnevnom prirastu, dok je konverzija hrane bila najbolja kod nerastova, zatim kod imunokastrata, a najslabija u kastrata. Suprotno tome, u istraživanju Jaroša i sur. (2005.) ustanovljeno je da se proizvodni rezultati u imunokastrata i kastrata nisu značajno razlikovali. Istraživanja Campbell i Taverner (1988.) pokazala su da kada se kastrati hrane *ad libitum* konzumiraju više hrane u

usporedbi s nerastima, dok im je prirast sličan. Isti autori navode da restriktivnim režimom hranidbe nerastovi rastu brže u odnosu na kastrate u razdoblju od 45 do 90 kilograma.

U usporedbi s nerastovima, kastrati imaju veći randman mesa, a razlog je veća težina spolnih organa nerasta (Hansson, i sur., 1975.; Bonneau i Desmoulin, 1980.).

U istraživanju Jaturasitha i sur. (2006.) kastrati su imali veći postotak intramuskularne masti za razliku od narastova i nazimica, dok je postotak mišićnog tkiva bio niži. Debljina slanine kod kastrata je za oko 0,6 cm veća u usporedbi s debljinom slanine nerastova, kako izvješćuju Matenko i sur. (1986.).

S obzirom da meso kastrata ima viši sadržaj masti, nepoželjnije je za potrošače jer je na tržištu povećana potražnja za polovicama svinja s većim udjelom mišićnog tkiva, dok je za preradu, odnosno za proizvodnju suhih i salamurenih proizvoda, to meso poželjnije (Bañón i sur., 2004.).

b) Kvaliteta mesa

Kako je gore navedeno, u mnogim istraživanjima nisu utvrđene statistički značajne razlike između spolova u pH vrijednostima (Latorre i sur., 2004.; Jaturasitha i sur., 2006.; Renaudeau i Mourot, 2007.; Peinado i sur., 2008.; Palomares-Cuellar i sur., 2011.). Suprotno tome, u istraživanju Larzulove i sur. (1997.) utvrđene su više pH vrijednosti u LD (*musculus longissimus dorsi*) mišiću u kastrata u odnosu na nazimice. Ove razlike između rezultata u istraživanjima mogu se protumačiti različitim genotipovima, živom masom te postupanjem sa životinjama prije klanja, kao i s mesom nakon klanja.

U istraživanju Renaudeaua i Mourota (2007.) utvrđen je značajan utjecaj spola na vrijednost otpuštanja mesnog soka, koji je bio značajno veći kod nazimica u odnosu na kastrate. Cisneros i sur. (1996.) te Palomares-Cuellar i sur. (2011.) utvrdili su veće CIE a* vrijednosti u nazimica nego kastrata. Međutim, suprotno navedenim istraživanjima, utvrđene su veće CIE b* vrijednosti kod kastrata u odnosu na nazimice (Lloveras i sur., 2008.).

U istraživanju Cisnerosa i sur. (1996.) utvrđeno je da boja, čvrstoća i mramoriranost imaju veće vrijednosti u kastrata, što ukazuje da su kastrati imali tamnije i čvršće mišiće s vidljivo većom mramoriranošću u odnosu na nazimice. Ovi rezultati su u suglasnosti i s rezultatima Latorrea i sur. (2004.), koji su utvrdili da je meso kastrata bilo crvenije nego meso nazimica.

1.1.6.3. Proizvodna svojstva i kvaliteta mesa imunokastrata

Jedna od obećavajućih alternativa kastraciji je imunokastracija, za koju se tvrdi da pruža proizvodne prednosti uzgoja nerastova, uz izbjegavanje neugodnog okusa i mirisa mesa (Lundström i sur., 2009.). Obavlja se ImprovacTM cjepivom, koje se kod tovljenika u intenzivnim sustavima aplicira dvokratno: u razdoblju rasta i završnom razdoblju, u razmaku najmanje 4 tjedna, injekcijom pobuđivanja 4 do 6 tjedana prije klanja (Evans, 2006.). Pri tome je od izuzetne važnosti pravilno odrediti interval između dvije injekcije u tretmanu (EFSA, 2004.). Prva injekcija samo priprema imunološki sustav, dok druga injekcija 4 do 5 tjedana prije klanja potiče stvaranje visoke razine GnRh antitijela, te na taj način inhibiranje djelovanja GnRH (von Borell i sur., 2009.). Cjepivo uključuje primjenu modificiranog oblika GnRH, da bi se izazvao razvoj anti-GnRH antitijela, koji se povezuju s GnRH, a da bi spriječili pobuđivanje izlučivanja hipofiznog LH. Tako zatim dolazi do smanjenja sekrecije i izlučivanja testisnih steroidnih hormona (Zamaratskaia i Squires, 2009.).

Ovakav pristup prvi puta počeo se koristiti u Australiji i Novom Zelandu devedesetih godina prošlog stoljeća. Trenutno cjepivo registrirano je u više od 50 zemalja u svijetu, uključujući Brazil (gdje se najviše koristi), Švicarsku i zemlje Europske Unije u kojima je imunokastracija odobrena od 2009. godine (Škrlep i sur., 2014.).

Potencijalni nedostaci uzgoja imunokastrata su cijena koštanja tretmana, nemogućnost kontrole neugodnog okusa i mirisa mesa na liniji klanja te prihvatljivost tretiranog mesa od strane potrošača. Naime, postoji vjerojatnost da ljudi odbiju konzumaciju ovakvog mesa zbog aplikacije vakcine koja se koristi pri kastraciji, a osim toga moguća je i opasnost od samoubrizgavanja cjepiva (autoimunizacije) u čovjeka prilikom provođenja tretmana na svinjama (Prunier i sur., 2006.). Jedan od nedostataka je i strah proizvođača prema prihvatljivosti takvoga mesa od strane potrošača i negativnog stava javnosti prema imunokastraciji. Provedena istraživanja pokazala su razlike u stavovima potrošača prema imunokastraciji u pojedinim europskim zemljama, pri čemu je prihvatljivost postupka bila veća kod informiranih ispitanika (Škrlep i sur., 2014.).

Osim navedenih nedostataka, imunokastracija ima mnoge pozitivne učinke. U istraživanju von Borella i sur. (2009.) utvrđeno je da ponašanje imunokastriranih životinja

sliči ponašanju kastrata. Sukladno tome, Cronin i sur. (2003.) izvještavaju da su imunokastrati, poput kastrata, manje agresivni od nerastova.

Imunokastracijom se smanjuje veličina reproduktivnih organa, a Gispert i sur. (2010.) utvrdili su da je bulbouteralna žlijezda bila manja za 34,0%, a prostata za 23,0%, dok su Škrlep i sur. (2012.) utvrdili smanjivanje bulbouteralne žlijezde u imunokastrata od 50,0%, a prostate i do 35,0% u odnosu na reproduktivne organe nerastova. Uzročnici neugodnih mirisa mesa nerasta znakovito su sniženi kod imunokastrata nego kod nerastova, a razine su bile usporedive s kastratima (Škrlep i sur., 2012.).

a) Proizvodna svojstva

Imunokastrati imaju više masnog tkiva, ali prirast im je bolji i očituju bolja svojstva kvalitete mesa u odnosu na nerastove. U usporedbi s kastratima imaju i bolje toвне performanse, uzimajući u obzir čitavo razdoblje tova (Batorek i sur., 2012a.).

Imunokastracijom je omogućen uzgoj teških svinja poboljšane kvalitete mesa bez neugodnog okusa i mirisa mesa (Dunshea i sur., 2001.). Kada se usporede s kastratima, imunokastrati imaju brži rast, manju potrošnju hrane i bolju konverziju hrane (Mackinon i Pearce, 2007.). Nadalje, rezultati istraživanja Hennesya i sur. (2000.) te Cronina i sur. (2003.) pokazala su da imunokastrati imaju značajno veći dnevni prirast nego kastrati, dok su Dean i sur. (2008.) zaključili da je uzgoj imunokastrata ekonomičniji u odnosu na uzgoj kastriranih muških svinja. U razdoblju od druge vakcinacije do klanja imunokastrati imaju veću potrošnju hrane i viši prirast, sa sličnom konverzijom kao i nekastrirani nerastovi (Moore i sur., 2005.). Ovo je posljedica smanjene razine testosterona i više razine IGF-1 (Batorek i sur., 2012.b) i hormona rasta (Metz i Claus, 2003.), kao smanjenja agresivnog seksualnog ponašanja koje je posljedica suspresije funkcije testisa (Dunshea i sur., 2001.). Nadalje, imunokastrati imaju više mišićnog tkiva i manje potkožne masti nego kastrati, ali i manje mišićnog tkiva od nerastova (Dunshea i sur., 2001.; Jaroš i sur., 2005.; Morales i sur., 2011.; Boler i sur., 2012.; Morales i sur., 2013.). Lealiifano i sur. (2011.) istraživali su taloženje masnog tkiva kod imunokastrata u razdoblju između druge imunizacije i klanja, te su zaključili da je debljina leđne slanine kod imunokastrata u odnosu na kastrate bila manja pred klanje. To potvrđuju i istraživanja Marine Gispert i sur. (2010.), a kako je potrošačima glavni kriterij pri kupovini mesa postotak mišićnog tkiva, to daje prednost u odnosu na kastrate.

b) Kvaliteta mesa

Istraživanja Škrlepa i sur. (2012.) pokazala su kako su imunokastrati imali veću sposobnost zadržavanja mesnog soka u odnosu na nerastove te nešto viši pH₂₄ u odnosu na kastrate, što je rezultiralo tamnijom bojom mesa, odnosno manjom CIE L* vrijednošću te manjim CIE a* (stupanj crvenila) i CIE b* (stupanj žutoće) vrijednostima. Isti autori navode kako je otpuštanje mesnog soka tijekom 48 sati bilo za 3% manje kod imunokastriranih životinja u odnosu na kirurški kastrirane životinje. U usporedbi s nerastovima imunokastrati imaju svjetliju boju mesa (Gispert i sur., 2010.).

Manji gubitak mesnog soka i tamnija boja u imunokastrata ukazuje na manju sklonost nastajanja blijedog, mekanog i vodnjikavog mesa s nakupinama ekshudata iz popucalih kapilara (Hennessy i Walker, 2004.; Macinon i Pearce, 2007.). Škrlep i sur. (2010.) utvrdili su da imunokastrati imaju podjednak sadržaj intramuskularne masti u LD mišiću kao i nerastovi, dok u BF mišiću imaju manji sadržaj intramuskularne masti.

Batorek i sur. (2012.b) istraživali su utjecaj restriktivne hranidbe imunokastrata u razdoblju nakon druge vakcinacije (V2) protiv GnRH hormona na hormonalni status, toвне performanse te kvalitetu trupova i mesa. Autori su utvrdili kako imunokastracija, kao i restriktivna hranidba imunokastriranih životinja, nisu utjecali na mjerena svojstva kvalitete mesa. Nadalje, isti autori navode da su nerastovi imali veći gubitak vode otkapavanjem, manje intramuskularne masti i bolju nježnost mesa u odnosu na kirurške kastrate.

1.1.6.4. Proizvodna svojstva i kvaliteta mesa nerastova

Kvalitetu svinjskog mesa određuju mnogi aspekti, među kojima su miris i okus najvažnija obilježja (Lundström i sur., 2009.). Ovi autori navode kako da se proizvodnja mesa od nerastova pokazala unosnija i profitabilnija, međutim rijetko se koristi jer bi potrošači imali primjedbe na neugodan okus i miris mesa, koji imaju tendenciju povećanja sa spolnom zrelošću nerastova (Frieden i sur., 2011.).

a) Proizvodna svojstva

Tov nerastova je unosniji i profitabilniji u odnosu na kirurške kastrate jer rastu brže, učinkovitije konvertiraju hranu u tjelesnu masu te imaju trupove s nižim udjelom masti i većim udjelom bjelančevina nego kastrati (EFSA, 2004.; Lundström i sur., 2009.). Ukoliko se uzgajaju na otvorenom prostoru na paši, odnosno u ekstenzivnom sustavu uzgoja,

nerastovi imaju manju potrebu za dodatnom hranom (Dragoeva i Stoikov, 2003.). Osim toga, u usporedbi s kastratima uzgoj nerastova je ekološki prihvatljiviji proizvodni sustav, jer nerastovi ekstrahiraju manje dušika zbog njegove efikasnije retencije (Walstra, 1974.).

Za razliku od kastrata nerastovi imaju viši prirast za oko 13,0%, jedu manje hrane i do 9,0% te postižu i do 14,0% nižu konverziju hrane. Nadalje, u nekim istraživanjima utvrđeno je i 20,0-40,0% manje masnog tkiva u trupovima (Naděje i sur., 2000.; EFSA, 2004.; Lundström i sur., 2009.). Njari (1986.) navodi da meso nerastova sadrži više vode (73,67%) u odnosu na meso kastrata (72,80%), dok se po sadržaju vode ne razlikuje značajno od mesa nazimica (73,37%). To dovodi do bolje ocjene trupova na liniji klanja i posljedično njihove više cijene, iako metode ocjene trupova na liniji klanja, koje se trenutno koriste, često netočno procjenjuju razlike između spolova (Andersson i sur., 1995.).

Miyahara i sur. (2004.) navode da trup nerastova ima više mišićnog tkiva i veću površinu LD mišića. Pauly i sur. (2012.) proveli su meta-analizu na 28 radova od 1990. do 2010. godine te su utvrdili kako je mesnatost trupa nerasta procijenjena većom ($P < 0,05$), a razina intramuskularne masti nižom ($P < 0,05$) nego u kastrata, imunokastrata i ženskih svinja. Uspoređujući kakvoću trupova i mesa kirurških kastrata, imunokastrata i nerastova, Aluwé i sur (2013.) utvrdili su veći udio mesa u trupu i manju debljinu leđne slanine kod nerastova i imunokastrata u odnosu na kirurške kastrate.

Udio mišićnog tkiva kod nazimica obično je bliži nerastima nego kastratima kao što pokazuju rezultati istraživanja Sathera i sur. (1991.) te Younga (1992.). Postotak klaoničkog iskorištenja mesa, odnosno randman nerastova, u prosjeku je niži za 2,0% do 2,5% u odnosu na nazimice (Ellis i sur., 1983.; Sather i sur., 1991.; 1993.) i kastrate (Wood i Mottram, 1981.; Wood i Riley, 1982.; Friend i sur., 1989.). Suprotno navedenome, Hansson i sur. (1975.) te Knudson i sur. (1985.) nisu utvrdili razlike između spolova u randmanu mesa. Ovakva nedosljednost vjerojatno je posljedica različitih tehnika obrezivanja spolnih organa. Sather i sur. (1993.) utvrdili su da čitavi reproduktivni trakt nerastova iznosi 2,5% ukupne mase trupa, dok trakt nazimica i kastrata iznosi 0,5% i 1,0% ukupne mase trupa. Nadalje, bubrezi nerastova su teži (Wood i Riley, 1982.; Sather i sur., 1993.) te imaju nešto veće proporcije glave, papaka i utrobe, što može doprinijeti smanjenom randmanu mesa. S obzirom da nerastovi imaju deblju kožu u odnosu na druge spolove, i uklanjanje kože također može dovesti do dodatnog smanjenja randmana mesa nerastova (Wood i Reley, 1982.; Kudson i sur., 1985.).

b) Kvaliteta mesa

U istraživanju Tarranta i sur. (1979.) utvrđeno je da su nerastovi imali više pH vrijednosti u odnosu na kastrate. To može biti posljedica agresivnog ponašanja i viših razina tjelesne aktivnosti (Fernandez i sur., 1994.; Sather i sur., 1995.; D'Souza i sur., 1998., 1999.; Cronin i sur., 2003.) koje očituju nerastovi.

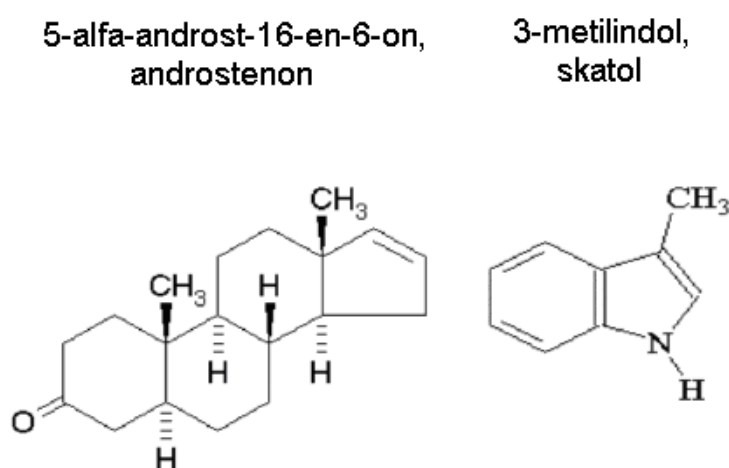
Gispert i sur. (2010.) uspoređivali su kvalitetu mesa nekastriranih nerastova u odnosu na kastrate, imunokastrate i nazimice te su utvrdili da je meso nerastova imalo najniže vrijednosti stupnja bljedoće te najviše vrijednosti stupnja crvenila ($L^*=47,02$ vs $48,62$ i $48,84$ u kastrata i imunokastrata; $a^*=6,60$ vs $5,76$ i $5,87$ u kastrata i nazimica). S obzirom da je boja jedno od najvažnijih svojstava pri odabiru mesa za preradu u visokovrijedne tradicionalne proizvode (šunka, pršut), može se zaključiti da je meso nerastova prikladno za preradu u takve proizvode. Isti autori navode da je meso nerastova imalo značajno niži stupanj intramuskularne masti u odnosu na kastrate, dok se nije razlikovalo od mesa nazimica i imunokastrata. Miyahara i sur. (2004.) utvrdili su da meso nerastova ima crveniju boju i manje otpuštanje vode iz mesa, za razliku od nazimica i kastrata.

U istraživanju Aluwéa i sur. (2013.) kod nerasta je utvrđen niži konačni pH nego kod imunokastrata i kirurških kastrata, dok su gubitak vode otkapavanjem te kalo kuhanja bili najniži kod kirurških kastrata u odnosu na nerastove i imunokastrate. Međusobna usporedba potonjih ujedno je pokazala i viši kalo kuhanja imunokastarata spram nerastova. Također je postojala tendencija ($P=0,066$) svjetlijeg ($>CIE L^*$) mesa kod kirurških kastrata i nerastova u odnosu na imunokastrate, dok je stupanj crvenila ($CIE a^*$) mesa bio viši u imunokastrata nego u kirurških kastrata, a stupanj žutoće ($CIE b^*$) bio je viši u imunokastarata nego u nerasta. Razlike u nježnosti između nerasta, imunokastrata i kirurških kastrata u provedenom istraživanju nisu bile značajne.

Suprotno ovome, Pauly i sur. (2012.) navode jedino postojanje značajnih razlika u nježnosti mesa imunokastrata i nerastova, uz generalno niže vrijednosti kod nerastova te zaključuju da pitanje kakvoće mesa ne bi trebalo omesti uvođenje proizvodnje nerastova u svinjogojstvo.

1.1.7. Uzročnici „nerastovskog svojstva“

Glavni uzročnici pojave neugodnih mirisa i okusa mesa nerastova su visoke koncentracije dva kemijska spoja: androstenona (5α -androst-16-en-3-one) (Patterson, 1968.) i skatola (3-metilindol) (Vold, 1970.; Walstra i Maarse, 1970.), koji se akumuliraju u masnom tkivu (Robic i sur., 2008). Ova dva kemijska spoja variraju zbog mnogih čimbenika, uključujući obilježja procjenjivanja svinjetine, postupke pripreme mesa te mogućnosti potrošača u zamjećivanju (Lundstrom i sur., 2009.).



Slika 1. Kemijska struktura androstenona i skatola (Zamaraskia, 2004.)

Androstenon je steroidni hormon testisa koji uzrokuje miris poput urina i pohranjuje se u masnom tkivu radi svojih lipofilnih osobina, a sintetizira se iz progesterona (Brooks i Pearson, 1986.). Također se može oslobađati i u žlijezdama slinovnicama. Kada se nerast spolno uzbuđi androstenon se ispušta s mješavinom steroida da bi se privukle ženke (Pearce i Huges, 1987.). Koncentracija androstenona povezuje se sa spolnom zrelošću (Bonneau, 1982.). Osim toga, na koncentracije androstenona može utjecati i socijalno okruženje životinje (Patterson i Lightoff, 1984.; Da Yu Lin i sur., 2005.). Prag prihvatljivosti androstenona u odsustvu skatola ovisi o različitim čimbenicima, kao što su vrsta i priprema mesa te osjetljivost samih potrošača, a kreće se u rasponu od 0,5-1 $\mu\text{g/g}$ (Walstra i sur., 1999.) do 2-3 $\mu\text{g/g}$ tekuće masti (Bonneau i Chevillon, 2012.), dok koncentracija androstenona ovisi o fazi sazrijevanja ili puberteta, te genetici (h^2 od 0,25 do 0,88; Seiler, 1998.).

Biosinteza androstenona je niska kod mladih svinja i postepeno raste zajedno s ostalim steroidima testisa u spolnoj zrelosti (Gower, 1972.; Bonneau, 1982.).

Visoke razine androstenona u masnom tkivu pripisuju se njegovoj pojačanoj sintezi u testisima, smanjenoj razgradnji u jetri i umanjenom testikularnom metabolizmu (Robic i sur., 2008.).

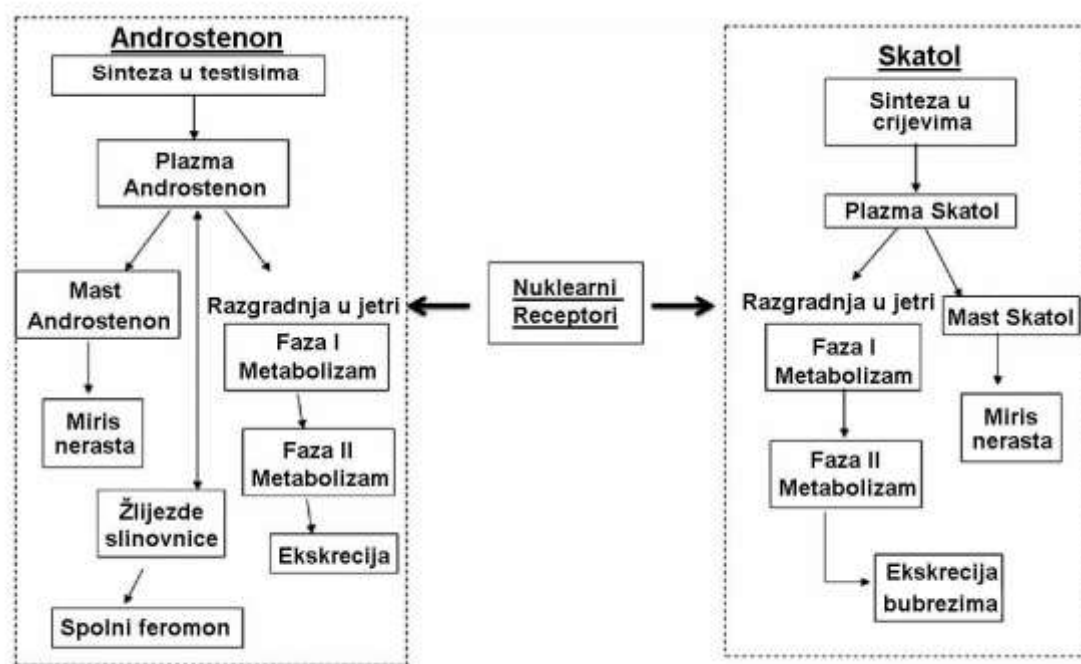
Skatol se može nalaziti u nekoliko vrsta životinja, uključujući i preživače gdje se stvara u buragu, dok kod monogastričnih životinja, poput svinja, nastaje u debelom crijevu (Yokoyama i sur., 1979.). Nadalje, povišene koncentracije skatola, osim kod nekastriranih nerastova, ponekad se mogu pojaviti i kod ženskih svinja i kastrata (Weiler i sur., 2000.).

Prisustvo viših koncentracija skatola u mesu ima za posljedicu njegov gorak okus (Hansson i sur., 1980.; Lundstrom i sur., 1984.), a većina potrošača skatol opisuje kao „fekalni miris“ (Walstra i Maarse, 1970.). Prihvatljive koncentracije za skatol iznose od 0,20 do 0,25 $\mu\text{g/g}$ (Walstra i sur., 1999.).

Skatol kod svinja nastaje u debelom crijevu bakterijskom razgradnjom esencijalne aminokiseline triptofana, koji se metabolizira u jetrenim citokromnim P450 enzimima i enzimom sulfo-transferaze (Zamaratskaia, 2004, Slika 1.). Dio koji se ne razgrađuje nakuplja se u masnom tkivu (Zamaratskaia i Squires, 2009.). Ženske svinje i kastrati metaboliziraju višak koncentracije skatola i tako ih izbacuju iz tijela, dok je kod nerastova metabolizam skatola usporen zbog djelovanja reproduktivnih hormona kao što su testosteron, estradiol i androstenon (Zamaratskaia i Squires, 2009., Slika 2.). Koncentracija skatola prvenstveno ovisi o uvjetima okruženja i hranidbe (Jansen i Jensen, 1997.; Walstra i sur., 1999.), međutim utvrđeno da razina skatola ima relativno visok heribilitet, osobito u populaciji landrasa ($h^2 = 0,39-0,89$). U duroka je utvrđen nešto niži heritabilitet ($h^2 = 0,23-0,87$), a u pietrena je iznosio 0,50 (Varona i sur., 2005.; Tajet i sur., 2006.; Grindflek i sur., 2011.; Mathur i sur., 2013.; Rowe i sur., 2014.). Smatra se da su dva specifična enzima, CYP2E1 i CYP2A, izozimi citokroma P450 odgovorni za fazu 1 metabolizma skatola (Doran i sur., 2002.; Wiercinska i sur., 2011.). Rowe i sur. (2014.) utvrdili su da su SNP-ovi u CYP2E1 genu na kromosomu 14 visoko značajno povezani s razinom skatola.

Poznato je da, osim navedenih uzročnika, na koncentracije androstenona i skatola u masnom tkivu imaju utjecaj stres i transport životinja prije klanja. Prema istraživanju Weilera i sur. (2013.) utvrđen je značajan utjecaj transporta nerastova na povećanje koncentracije androstenona u masnom tkivu i krvnoj plazmi nerastova, dok je vrijeme provedeno u transportnom prostoru kamiona prije istovara bilo bez ikakvog utjecaja na

količinu androstenona. Isti autori navode da duljina čekanja na istovar iz transportnog sredstva uglavnom utječe na više koncentracije skatola u masnom tkivu nerastova, a to je vjerojatno posljedica stresa uzrokovanog agresivnim ponašanjem između jedinki. Zajedničko držanje svinja u sustavu "od prasnja do klaonice", uključujući prijevoz i mjesta odmora tijekom prijevoza, smanjuju oštećenja kože i razinu androstenona u nekastriranih nerastova na najmanju moguću mjeru (Fredriksen i sur., 2006.). Nadalje Fredriksen i sur. (2011.) uspoređivali su legla koja su bila zajedno smještena od prasnja do klanja s leglima koja su bila pomiješana kada je prasad dosegla težinu 25 kg. Autori su ustanovili da je miješano leglo imalo veću razinu koncentracije androstenona, za razliku od legla koje nije bilo pomiješano.



Slika 2. Prikaz metaboličkih puteva androstenona i skatola i uloge nuklearnih receptora (Zamaratskaia i Squires, 2009.)

Nadalje, i drugi spojevi mogu uzrokovati neugodan okus i miris mesa (Zamaratskaia i Squires, 2009.). Utvrđeno je da indol (Annor-Frempong i sur., 1998.), 4-fenil-3-buten-2-one i kratke masne kiseline (Sole i García Regueiro, 2001.; Rius i sur., 2005.) također mogu biti uzročnici neugodnih okusa i mirisa mesa, ali je glavni naglasak u ovom istraživanju dat na androstenon i skatol.

1.1.8. Reagiranja (preferencije) potrošača na neugodan okus i miris mesa nerastova

Potrošači su zadnja karika u lancu uzgoja svinja. Njihovo mišljenje je važno kada se proučava potencijal tržišta pri uvođenju novog proizvoda, kontrole kvalitete postojećih proizvoda ili utvrđivanja specifičnih čimbenika važnim potrošačima (Amerine i sur., 1965.).

Neugodni miris i okus mesa nerasta utječe na prihvaćanje njihova mesa od strane potrošača (Font-Furnols, 2012.). Pri tome valja naglasiti da što je veća izloženost neugodnom okusu i mirisu mesa, to je veća i osjetljivost potrošača (Xue i Dial, 1997.).

Matthews i sur. (2000.) ustanovili su da se neugodan okus i miris mesa brže zamjećuje tijekom kuhanja ili pečenja nego tijekom konzumacije, te da doprinos androstenona i skatola neugodnom mirisu i okusu nisu isti u tim dvjema prilikama. Kako androstenon i skatol nisu visoko hlapljivi spojevi u masnom tkivu iako dio ovih tvari ispari tijekom procesa kuhanja (Lunde i sur., 2008.), učinkom temperature prilikom kuhanja može se mijenjati percepcija potrošača (Font i Furnols, 2012.). Priprema jela, začini, kao i serviranje jela u toplom i hladnom stanju te razlike u prehrambenim navikama imaju važan učinak u zamjećivanju neugodnog okusa i mirisa mesa nerastova (Pearson i sur., 1971.; De Kock i sur., 2001.). U zamjećivanju neugodnog okusa i mirisa mesa ima važnu ulogu i upotreba tekućeg dima, a to se može objasniti reakcijom između skatola i jedne komponente dima formaldehida (Dehnhard i sur., 1995.), te se u fermentiranim kobasicama njegova primjena pokazala vrlo efikasna (Stolzenbach i sur., 2009.). Nadalje, u maskiranju neugodnih okusa i mirisa mesa važnu ulogu imaju razni začini tijekom prerade, te su tako Lundre i sur. (2008.) utvrdili da se zamjećivanje neugodnog okusa i mirisa mesa nerastova može znatno smanjiti dodavanjem marinade s ekstraktom origana.

Skatol zamjećuje 99,0% potrošača (Weiler i sur., 1997.), dok je osjetljivost potrošača na androstenon vrlo različita (Wysocki i sur., 1989.). Naime, neki potrošači ne mogu uopće zamjećivati androstenon, čak i pri velikim koncentracijama (anosmija), dok je njihova sposobnost osjeta drugih supstanci prirodno razvijena (Elsely, 1968.; Griffith i Patterson, 1970.). U istraživanju Gilberta i Wysockog (1987.) udio potrošača s cjelovitom anosmijom androstenona kretala se u rasponu između 24,1 i 25,5% u muškaraca, odnosno od 15,8 do 17,9% u žena stanovnika kontinentalne Europe, Azije i Australije. Značajno viša frekvencija anosmije otkrivena je kod ispitanika iz SAD-a i Velike Britanije (muškarci : žene = 37,5% : 29,5% u SAD-u; 30% : 20,9% u Velikoj Britaniji). Nadalje, u

istraživanju Weiler i sur. (2000.), 66% žena i 70% muškaraca u Njemačkoj te 48% žena i 60% muškaraca u Španjolskoj ne osjeća androstenon. Također, utvrđeno je da su potrošači u ruralnim sredinama bili osjetljiviji negoli potrošači u urbanim sredinama (Panella-Riera i sur., 2010.). Bremner i sur. (2003.), sagledavajući različite studije o osjetljivosti na androstenon, neizravno povezanim s neugodnim mirisom mesa nerasta (eng.=*boar taint*), utvrdili su da je anosmični postotak između 7,6 i 75%, što ukazuje na raznolikost u metodologiji istraživanja ovog fenomena.

Aaslyng i sur. (2013.) istraživali su utjecaj dobi potrošača na osjetljivost na neugodan okus i miris mesa nerastova uzrokovanog koncentracijama androstenona i skatola u dobnoj skupini potrošača od 15 do 99 godina. Autori su utvrdili da je dobna skupina iznad 80 godina imala najmanju sposobnost osjetljivosti na neugodan miris i okus nerastova, dok je među mlađim potrošačima jedna trećina bila klasificirana kao osjetljiva prema androstenonu, dok je 5 do 10% bilo klasificirano kao vrlo osjetljivo prema androstenonu ili skatolu.

Bonneau i sur. (1980.) utvrdili su da tijekom procesa obrade nestaje dio androstenona u masnom tkivu, dok su Moerman i Walstra (1978.) te Desmoulin i sur. (1982.) utvrdili da u prerađenim proizvodima prag za opažanje neugodnog okusa i mirisa mesa može biti veći, posebno u onima koji se konzumiraju na sobnoj temperaturi. Font-Furnols i sur. (2008.) utvrdili su da je meso imunokastriranih svinja bilo prihvaćeno od strane potrošača te su ga usporedili s mesom kastrata i nazimica, nasuprot mesu nekastriranih nerastova.

Za utvrđivanje mirisa androstenona najzaslužniji ljudski receptor mirisa ORD7D4, koji se kod ljudi razlikuje. Utvrđeno je da je ORD7D4 genotip objašnjavao 39% odstupanja i promjena u intenzitetu zamjećivanja mirisa androstenona (Keller i sur., 2007.).

1.1.9. Smanjenje „nerastovskog svojstva“ hranidbom

Odgovarajućom hranidbom, odnosno uparabom različitih sastojaka i dodataka hrani moguće je kontrolirati neugodne mirise i okuse mesa nerastova. Primjerice, hranidbom mladih nerastova uz dodatak hidrolizabilnog tanina iz ekstrakta drveta pitomog kestena utvrđeno je smanjenje produkcije skatola u crijevima za više od pola, kao i manja sinteza androstenona, što ukazuje na mogući pozitivan učinak ove vrste tanina na reguliranje

pojavnosti nerastovskog svojstva (Bilić-Šobot i sur., 2016). U sličnom istraživanju, Wealleans i sur. (2013.) također su utvrdili potencijalne pozitivne učinke hidrolizabilnih tanina u regulaciji nerastovskog svojstva, kao primjerice manje razvijenosti bulbouretralne žlijezde kod nerastova hranjenih uz dodatak 3% hidrolizabilnog tanina. Nadalje u istraživanju Čandek-Potokar i sur. (2015.) u pokusnim skupinama tovljenika svinja koje su hranjene komercijalnom hranom u peletama s dodatkom 1,0, 2,0 i 3,0% ekstrakta drveta kestena s 75% hidrolizabilnog tanina utvrdili su za 30, 35 i 51% niže koncentracije androstenona u odnosu na kontrolnu skupinu koja je hranjena bez dodatka tanina, ali te razlike nisu bile statistički značajne vjerojatno zbog malog broja pokusnih životinja. Istovremeno, razina skatola bila je više nego dvostruko veća ($P < 0,05$) u skupini hranjenoj uz dodatak 1% tanina, dok je kod ostalih pokusnih skupina utvrđena za oko 30% niža razina skatola u odnosu na kontrolnu skupinu, iako te razlike također nisu bile statistički značajne. Nadalje, više provedenih istraživanja je pokazalo da se s dodatkom cikorije u hranu mogu ostvariti značajna smanjenja razine skatola, ali ne i androstenona u masnom tkivu nerastova (Hansen-Møller i sur., 1994.; Zammerini i sur., 2012.; Maribo i sur., 2013.).

1.1.10. Smanjenje „nerastovskog svojstva“ genetskom selekcijom

Strategija u smanjenju prevladavanja neugodnog okusa i mirisa mesa nerastova može biti i selektivni uzgoj. Prva istraživanja o primjeni genetske selekcije protiv povišenih razina androstenona i skatola u masnom tkivu započela su 1980. godine (Willeke i sur., 1980.), nakon čega su uslijedila brojna druga istraživanja sa sličnim rezultatima (Willeke i Pichner, 1989.; Seillier i sur., 1998.). Prosječni heritabilitet androstenona je visok i kreće se od 0,25 do 0,88 (Sellier, 1998.), dok je heritabilitet skatola srednje visok i kreće se od 0,19 do 0,54 (Pedersen i sur., 1998.; Tajet i sur., 2006.). Nadalje, između koncentracija androstenona i skatola u masnom tkivu postoji pozitivna korelacija ($r = 0,36-0,62$) (Tajet i sur., 2006.). Robic i sur. (2008.) utvrdili su da su potomci selekcioniranih kandidata imali česte izostanke spolne zrelosti, zakržljale spolne organe i druge reproduktivne probleme nastale zbog pozitivnih genetskih korelacija androstenona i drugih steroidnih hormona.

Pojavom suvremenih metoda naprednog sekvenciranja genoma (engl. *Next Generation Sequencing*) otvaraju se nove mogućnosti u selekciji, tzv. genomskoj selekciji. Genetska selekcija u smanjenju neugodnog okusa i mirisa mesa nerastova smanjenjem

koncentracije androstenona i skatola je jedan prihvatljiviji izbor nego današnja praksa kastracije prasadi (Lukić i sur., 2015.).

S glavnim ciljem utvrđivanja povezanosti genetskih markera i razina androstenona te skatola u znanstvenim su istraživanjima korišteni različiti pristupi, a to su utvrđivanje odgovornih kandidatnih gena i lokusa kvantitativnih svojstava ili QTL-ova (od engl., *Quantitative trait loci*) (Quintanilla i sur., 2003.; Lee i sur., 2004.), utvrđivanje razine ekspresije gena (Lin i sur., 2006.; Moe i sur., 2009.; Gunawan i sur., 2013.) te genom-wide pristup (Grindflek i sur., 2011.; Gregersen i sur., 2012.) u kojem se cijeli genom pretražuje radi utvrđivanja odgovornih genetskih varijanti. Navedena su istraživanja utvrdila brojne pozitivne te negativne genetske utjecaje na miris i okus mesa nerastova raspoređene na čitavom genomu, koji bi primjenom u uzgojnim programima omogućili proizvodnju križanaca lišenog nerastovskog svojstva. Ograničavajuće elemente, međutim, i dalje predstavljaju pozitivna genetska korelacija androstenona s drugim steroidima te varijabilnost u utvrđenim razinama androstenona i skatola između pasmina. Međutim, neka su istraživanja u posljednjih nekoliko godina utvrdila odgovorne genetske markere bez negativnih utjecaja na reproduktivna svojstva (Moe i sur., 2009.; Grindflek i sur., 2011.). Stoga se u skoroj budućnosti mogu očekivati primjene tih informacija u praksi.

1.1.11. Utjecaj linija nerastova na neugodan okus i miris mesa

U komercijalnoj proizvodnji tovnih svinja danas je uobičajena praksa primjenjivati različite linije terminalnih nerastova za rast i sastav trupa (Blasco i sur., 1994.) te kvalitetu mesa (Oliver i sur., 1993., 1994.).

Međutim, kako je već navedeno, na neugodan okus i miris mesa utječu i razlike između linija nerastova, odnosno koncentracije spojeva androstenona i skatola koji imaju značajno do vrlo značajno nasljeđivanje (Merks i sur., 2009.). Xue i sur. (1996.) u svojim istraživanjima utvrdili su razlike između pasmina durok, hampšir, landras i jorkšir u razini neugodnih mirisa i okusa mesa nerastova. Senzorski panel utvrdio je da je u trupovima svinja pasmine hampšir bio značajno manji udio trupova s odlikama nerastovskog svojstva u odnosu na ostale tri ispitivane pasmine. Također je utvrđeno da je veći udio ($P < 0,05$) mesa nerastova pasmine durok imao androstenon iznad razina njegova praga. Osim toga, nerastovi pasmine landras imali su u masnom tkivu najniže ($P < 0,05$) koncentracije skatola i androstenona.

Boneau i sur. (1979.) utvrdili su da nerastovi pasmine pietren imaju veće koncentracije androstenona u odnosu na nerastove belgijskog landrasa, dok su koncentracije androstenona u njemačke pasmine Edelschwein veće nego u nerastova njemačkog landrasa (Falkenberg i Bödov, 1981.).

U nekim novinskim navodima (Pig Progres News, 2012.) prikazan je značajan utjecaj terminalnog nerasta Maximus na pojavu neugodnog okusa i mirisa mesa koji se javljao u samo 2% tovljenika. Također, u istim je istraživanjima sugerirano koristiti pasminu pietren kao terminalnu s ciljem smanjivanja nerastovskog svojstva.

Mathur i sur. (2013.) istraživali su genetsku korelaciju neugodnog okusa i mirisa mesa između dvije ženske linije landras i jorkšir i jedne nerastovske linije pietren, te su ustanovili kako su koncentracije androstenona i skatola značajno veće ($P < 0,05$) u dvije ženske linije u odnosu na nerastovsku liniju. Frieden i sur. (2011.) su u skladu s rezultatima svog istraživanja predložili model smanjenja neugodnog okusa i mirisa mesa nerastova korištenjem testiranih pasmina nerastova u cilju smanjenja nerastovskog svojstva u rasponu od 4 do 6 generacija, odnosno od 8 do 12 godina za 5 do 20%.

1.2. Cilj istraživanja

Poznato je da je u suvremenoj proizvodnji svinjskog mesa uobičajena zootehnička praksa uzgoj ženskih svinja i muške prasadi kastrirane u ranoj dobi, kako bi se spriječio neugodan okus i miris mesa karakterističan za nerastove („nerastovsko svojstvo“), koje uzrokuju androstenon - steroidni hormon testisa i skatol - proizvod bakterijske razgradnje esencijalne aminokiseline triptofana u završnom dijelu probavnog trakta.

Međutim danas se u mnogim zemljama velika pozornost pridaje dobrobiti životinja, te se zbog negativnih stavova i potrošača i struke kastracija muške prasadi sve rjeđe provodi. Primjerice, u nekim zemljama Europske Unije (Belgija i Nizozemska) postupno se napušta ovakva praksa, a očekuje se i njeno potpuno ukidanje u većini zemalja Europske Unije od 1. siječnja 2018. godine. Kao privremeno praktično rješenje prihvaćena je kastracija prasadi uz anesteziju sve do njenog potpunog ukidanja, no valja naglasiti da se danas istražuju i druge mogućnosti koje bi predstavljale prikladnu alternativu kirurškoj kastraciji, a to su: seksiranje sperme i uzgoj ženskih životinja, uzgoj nerastova i njihovo klanje pri nižim završnim masama prije nastupa punog puberteta, hranidba i/ili genetska selekcija usmjerena na smanjenje pojavnosti nerastovskog svojstva, te primjena imunokastracije. Među njima genetska selekcija protiv nerastovskog svojstva i imunokastracija, najizglednija su alternativna rješenja za prevladavanje nerastovskog svojstva.,

Stoga su ciljevi ovoga istraživanja utvrditi utjecaj terminalnog nerasta na svojstva polovica i mesa svinja različitog genotipa i fiziološkog statusa (nekastrirani nerastovi, imunokastrati, kastrati i nazimice) te utvrditi razine pokazatelja nerastovskog svojstva u nekastriranih i imunokastrata muških muških životinja.

S obzirom na navedeno postavljene su slijedeće znanstvene hipoteze:

1. Različiti terminalni nerastovi imaju značajan utjecaj na tova svojstva, te svojstva kvalitete polovica i mesa svinja različitog fiziološkog statusa,
2. Imunokastrati će imati niže koncentracije androstenona i skatola u odnosu na nekastrirane muške životinje
3. Odabir terminalne linije nerasta imat će utjecaj na pojavu „nerastovskog svojstva“.

2. MATERIJAL I METODE RADA

2.1. Postavljanje i provedba istraživanja

Istraživanje je provedeno na jednoj modernoj farmi u istočnoj Hrvatskoj. U istraživanje je bilo uključeno 240 tovljenika, potomaka krmača i nazimica iste pasmine koje su bile pripuštene s tri različite linije komercijalnih nerastova A (pietren*veliki jorkšir), B (pietren kojem je isključen halotan gen) i C (pietren*durok*veliki jorkšir). Metodom slučajnog odabira izuzeto je po 80 prasadi iz svake linije nerasta te su podijeljeni u slijedeće četiri skupine: prasad koja je bila kastrirana treći dan po rođenju (60 životinja), imunokastrati (60 životinja), prasad koja nije bila kastrirana tijekom života (60 životinja) i nazimice (60 životinja).

2.1.1. Smještaj životinja

Za vrijeme istraživanja životinje su držane u moderno dizajniranim boksovima na način da je u svakom boksu držano 12 do 15 životinja, osiguravajući svakoj životinji 0,65 m² do 1 m² prostora kako to propisuje direktiva EU 2008/120/EC. Tijekom istraživanja životinje su držane u jednakim mikroklimatskim uvjetima. Kako bi se izbjegao dodatan stres životinje su tijekom cijelog pokusnog razdoblja držane u istim boksovima.

2.2. Hranidba

Hranidba i pristup vodi tijekom istraživanja bio je *ad libitum*. Životinje su bile hranjene uobičajenom smjesom za tovljenike „SO-1“ (13,58 MJ ME/kg i 17,36% sirovih proteina) od odbića do prosječno 30 kg, ST-2“ (13,26 MJ ME/kg i 16,05% sirovih proteina) od 30 kg do 70 kg žive mase i ST-3“ (12,95 MJ ME/kg i 14,06% sirovih proteina) od 70 kg do završetka istraživanja (Tablica 1).

Tablica 1. Kalkulativni kemijski sastav krmnih smjesa korištenih za hranidbu svinja u istraživanju

Pokazatelji	Smjesa		
	SO – 1	ST - 2	ST- 3
Suha tvar (%)	88,7	88,54	88,69
Sirovi protein (%)	17,36	16,05	14,06
Sirova mast (%)	4,04	3,23	2,90
Sirova vlakna (%)	3,79	4,89	5,53
ME kcal/kg	2928,50	3140,17	3097,36
ME MJ/kg	13,58	13,26	12,95
Metionin (%)	0,40	0,26	0,24
Lizin (%)	1,21	1,00	0,83
Treonin (%)	0,68	0,63	0,56
Triptofan (%)	0,22	0,20	0,17
Kalcij (%)	0,79	0,73	0,65
Vlaga (%)	11,30	11,20	11,30

2.3. Tovni pokazatelji

Tijekom istraživanja u tovilištu prikupljeni su tovnj pokazatelji pokusnih skupina, tjelesna masa i dnevni prirast.

Za vrijeme istraživanja pokusne životinje su bile vagane kako slijedi:

- u vrijeme odbića (25 dana);
- u vrijeme aplikacije 1. vakcine – ulazak u tov (72 dana – 10 tjedana);
- u ranom razdoblju tova – prelazak s SO-1 na ST -2 (116 dana);
- u vrijeme aplikacije 2. vakcine prelazak s SO2 na ST-3 (147 dana, odnosno 30 dana prije klanja);
- na kraju tova (168. dan tova).

Za izračun ukupnih prirasta i prosječnih dnevnih prirasta tijekom tova korišteni su podatci dobiveni vaganjem životinja.

2.4. Klanje i primarna obrada trupova

Nakon završetka tova životinje su bile transportirane u klaonicu udaljenosti 250 km, gdje su omamljene pomoću CO₂ te žrtvovane.

Na liniji klanja iz trupova zaklanih i ošurenih životinja odstranjeni su svi unutarnji organi, te su rasječeni na polovice po sredini kralješnice i glave kako je propisano Pravilnikom o kakvoći svinjskih trupova i polovica (N.N. 2/09, N.N.144.10,N.N.03/11).

2.5. Imunokastracija

Imunokastracija je obavljena ImprovacTM cjepivom (Pfizer LTD., formely CSL Limited, Parkville, Victoria, Australija) u dva navrata. Prva vakcinacija bila je 3. dan nakon ulaska u odgajalište (s 72 dana starosti, a druga četiri tjedna prije planirane isporuke tovljenika u klaonicu (s 147 dana starosti), u 40. tjednu tova, odnosno 30 dana prije klanja.

2.6. Sastav trupova i svojstva kakvoće mesa

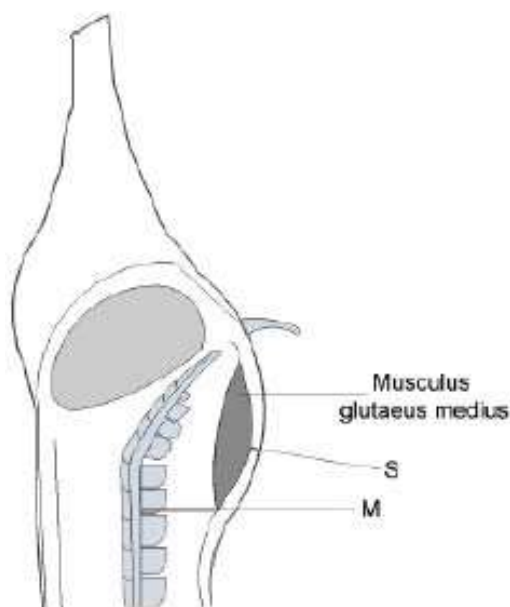
Na liniji klanja i laboratoriju utvrđeni su slijedeći pokazatelji kvalitete polovica: masa polovica, duljina polovica, duljina buta, opseg buta, debljina mišića (*longissimus dorsi* LD) i leđne slanine.

Duljina polovica "a" izmjerena je od *os pubis* do kranijalnog ruba prvog rebra, a duljina "b" od *os pubis* do kranijalog ruba *atlase*.

Duljina buta mjerena je od prednjeg dijela *Symphysis pubis* do skočnog zgloba, dok se opseg mjerio na najširem dijelu buta. Sva svojstva izmjerena su mjernom trakom (cm), u svrhu utvrđivanja indeksa buta prema matematičkom izrazu:

$$\text{Indeks buta} = \frac{\text{duljina buta}}{\text{obujam buta}}$$

Prema važećem Pravilniku o kakvoći svinjskih trupova i polovica (NN, br. 2/09) izmjerena je debljina mišića (M) na mjestu najkraće udaljenosti između kranijalnog završetka *m. gluteus medius-a* i dorzalnog spinalnog kanala) i leđne slanine (S), (na mjestu gdje *m. gluteus medius* najdublje prodire u slaninu) u svrhu procjene mesnatosti polovice (%) prema metodi „Dvije točke” (DT), Slika 3.



Slika 3. Mjesto za određivanje mjera prema postupku »metoda dvije točke« (Pravilnik o kakvoći svinjskih trupova i polovica (N.N. 2/09, N.N.144.10 i N.N.03/11).

Procjena mesnatosti polovica prema metodi „Dvije točke“ (DT) izračunata je pomoću matematičkog izraza:

$$\text{Procjena mesnatosti polovica } M\% = 67,93148 - (43,07594 \times S/M) + (1,6567 \times \sqrt{M}) - (49,45989 \times \log S) + (10,99155 \times \sqrt{S})$$

2.7. Svojstva kakvoće mesa

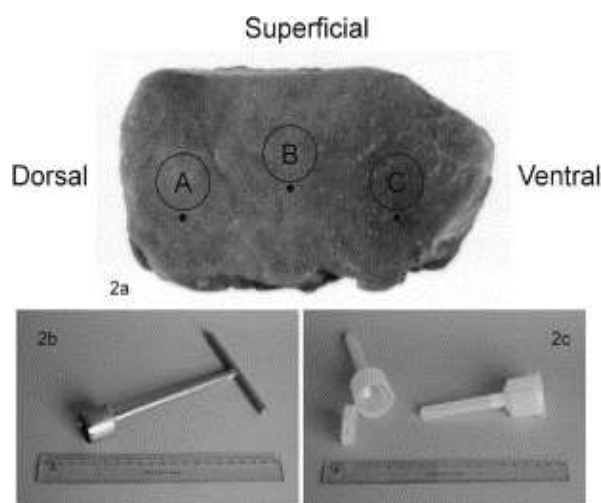
Početne pH vrijednosti izmjerene su digitalnim pH metrom u klaonici 45 minuta *post mortem* (pH₄₅) na prijelazu prsnog dijela kralješnice u slabinski dio ubodom mjerne sonde između dorzalnih podužno rasječenih trnastih nastavaka kralježaka u dugi leđni mišić (*m. longissimus dorsi*) te u *m. semimebranosus* ubodom mjerne sonde, a nakon 24 h *post mortem* na istim mjestima izmjerene su završne vrijednosti pH (pH₂₄). Vrijednosti pH mjerene su pomoću digitalnog prijenosnog pH-metra „Mettler 120-B“.

Otpuštanje mesnog soka utvrđena je metodom „EZ-Drip“, prema Christensenu (2003., Slika 4.). Nakon hlađenja polovica cilindričnom jezgrom promjera 25 mm iz uzorka MLD (*m. longissimus dorsi*) debljine 2,5 cm izvađena su tri uzorka sa dorzalnog, ventralnog i površinskog dijela odsječka. Uzorci su zatim stavljeni u lijevke (KABE Labortechnik, Nümbrecht-Elsenroth, Germany) prethodno izvagane pomoću vage Mettler-toledo (model PB1502-S; Greifensee, Švicarska) te su skladišteni na temperaturi od 4 °C

24 h. Potom je lijevak s uzorkom ponovno izvagan, a postotak otpuštanja mesnog soka izračunat slijedećom jednadžbom:

Otpuštanje mesnog soka (%)

$$= \frac{\text{masa prije hlađenja (g)} - \text{masa nakon hlađenja (g)}}{\text{masa prije hlađenja (g)}} \times 100$$



Slika. 4. Uzimanje uzoraka sa odsječka *m. longissimus dorsi* (Christensen, 2003.)

Boja mesa na odsječku MLD-a utvrđena je 24 sata *post mortem* uporabom Minolta CR-410 kromametra (Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japan), kalibriranim na bijelu keramičku pločicu ($Y=84,9$; $x=0,32$ i $y=0,3381$). Promjer optičke leće je bio 8 mm, osvjetljenje D65, te standardno opažanje 2° . Parametri boje izraženi kao CIE- L^* a^* b^* (Commission Internationale de l'Eclairage, 1976.), pri čemu se vrijednost L^* odnosi na bljedoću mesa, a^* na stupanj crvenila mesa i b^* raspon od plave do žute boje u spektru.

U svrhu ispitivanja nježnosti mesa iz *m. longissimus dorsi* iz svakog trupa izuzet je odsječak debljine 2,54 cm. Potom su uzorci zatvoreni u plastične vrećice i zamrznuti na temperaturi od -20°C i uskladišteni sve do njihove daljnje obrade. Prije obrade uzorci MLD-a su otapani pri temperaturi od $+4^\circ\text{C}$ tijekom 24 sata, zatim su stavljani u nepropusne vrećice i potom kuhani u vodenoj kupelji na temperaturi od 80°C tijekom 55 minuta, odnosno sve dok u unutrašnjosti mesa nije postignuta temperatura od 73°C , te su

hlađeni na temperaturi +4°C kroz 24 sata. Vrijednost otpornosti na presijecanje utvrđena je na minimalno 6 poduzoraka svakog ohlađenog uzorka koji su izuzeti cilindrom promjera 1,27 cm. Potom su poduzorci presječeni pomoću Warner-Bratzler noža pričvršćenog na TA.XTplus uređaj, a prosječna vrijednost maksimalne snage potrebne za presijecanje uzorka (WBSF; eng Warner-Bratzler Shear Force,) izražena u Newton-ima (N) izračunata pomoću Texture Exponent 4.0 programa (Stable Microsystems, London, UK).

Kalo kuhanja utvrđeno je mjerenjem mase uzorka *m. longissimus dorsi* 2,54 cm debljine prije i nakon kuhanja u vodenoj kupelji, a dobiveno je izračunom:

$$\text{Kalo kuhanja (\%)} = \frac{\text{težina prije kuhanja (g)} - \text{težina nakon kuhanja (g)}}{\text{težina prije kuhanja (g)}} \times 100$$

Važno je naglasiti, s obzirom da su prije obrade uzorci mesa bili smrznuti, da je u kalo kuhanja uračunato i kalo odmrzavanja.

2.8. Organoleptička svojstva

Za određivanje organoleptičkih svojstava uzeti su uzorci mesa i masnog tkiva iz područja vrata. Organoleptička svojstva odredio je panel senzoričara, posebno obučenih za tu priliku. Rezultati ocjene prikazani su u obliku histograma programom excell (Microsoft office 2013).

2.9. Utvrđivanje razine androstenona i skatola

Za određivanje spojeva neugodnih mirisa androstenona i skatola izuzeti su uzorci potkožnog masnog tkiva s područja zadnjeg rebra.

Koncentracija androstenona i skatola utvrđena je metodom tekućinske kromatografije (Hansen-Møller, 1994; Pauly i sur., 2008.). Uzorci masnog tkiva rastapani su do tekućeg stanja u mikrovalnoj pećnici tijekom 2 x 1 min pri snazi od 350 W. Otopljeni lipidi centrifugirani su potom 20 minuta pri 11.200 x g na temperaturi od 20°C. Nakon centrifugiranja lipidi su zagrijavani do 50°C. Potom je 0,5 ± 0,01 g bezvodne tekuće masti preneseno u epruvete zapremine 2,5 ml (Eppendorf, Njemačka) zajedno s 1 mL metanola, koji je sadržavao 0,496 mg/L androstenona (interni standard).

Nakon miješanja u trajanju od 30 sekundi tubice su inkubirane 5 minuta u ultrazvučnoj vodenoj kupki pri 30° C, te su potom stavljene na led u trajanju od 20 minuta i naposljetku centrifugirane pri temperaturi od 4° C te brzini okretaja 11.200 x g kroz 20 minuta.

Za utvrđivanje androstenona, 50 µL supernatanta je derivatizirano s danzil hidrazinom tijekom točno 2 minute. Potom je alikvot od 10 µL dobivene smjese ubrizgan u HPLC kolonu te je detektirana fluorescencija (ekscitacija pri 346 nm i emisiji pri 521 nm) uporabom uređaja HP1200 (Agilent Technologies, Waldbronn, Njemačka).

Za utvrđivanje skatola u kolonu je ubrizgano 20 µL supernatanta, a fluorescencija (ekscitacija pri 285 nm i emisija od 340 nm) je utvrđena korištenjem istog HPLC sustava.

Koncentracije su izražene u gramima frakcije lipida iz adipoznog, masnog tkiva. Kao granične vrijednosti detekcije određeno je 0,24 mg/g androstenona te 0,03 mg/g skatola.

2.10. Statistička obrada podataka

Podaci dobiveni istraživanjem analizirani su uporabom generalnog linearnog modela (GLM) s dva faktora utjecaja na zavisnu varijablu (factorial ANOVA, eng. faktorska analiza varijance).

Model prikazuje slijedeća jednadžba:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_{ij} + \epsilon_{ijk},$$

$$i = 1, 2, \dots, a$$

$$j = 1, 2, \dots, b$$

$$k = 1, 2, \dots, r$$

Y_{ijk} – ijk -ta opservacija;

μ – srednja vrijednost promatranog svojstva;

τ_i – utjecaj nastao zbog i -te razine terminalne linije nerasta (A, B, C);

β_j – utjecaj nastao zbog j -te razine fiziološkog svojstva (nerastovi, imunokastrati, kirurški kastrati, nazimice);

γ_{ij} – utjecaj nastao bilo kojom interakcijom i -te razine terminalne linije nerasta i j -te razine fiziološkog statusa.

U slučajevima statistički značajnog utjecaja terminalne linije nerasta, fiziološkog svojstva ili njihove interakcije korišten je Tuckeyev HSD test, pri čemu je razina $P < 0,05$ klasificirana kao statistički značajna, dok je razina između 0,05 i 0,10 klasificirana kao tendencija. Podaci su obrađeni uz pomoću programa Statistica 13.2 (StatSoft Inc., 1984.-2016.)

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

3.1. Tovni pokazatelji

3.1.1. Tovni pokazatelji u odnosu na fiziološki status

U Tablici 2. prikazana je tjelesna masa nerastova u trenutku odbića koja se kretala od 5 kg do 12,00 kg te je prosječno iznosila 7,98 kg s prosječnim dnevnim prirastom 298,60 g, uz raspon od 148,90 g do 489,40 g u razdoblju od 25-72 dana starosti. Tjelesna masa nerastova u ranom razdoblju tova (116 dana starosti) u prosjeku je iznosila 22,01 kg. U razdoblju od 72.-116. dana starosti prosječni dnevni prirast kretao se u rasponu od 443,20 g do 1284,10 g uz prosjek od 773,70 g. Prosječna tjelesna masa nerastova sa 147 dana starosti iznosila je 56,05 kg, uz raspon od 42,00 kg do 78,50 kg, dok se prosječni dnevni prirast u razdoblju od 116.-147. dana starosti kretao od 548,40 g do 1871,00 g, te je u prosjeku iznosio 1160,10 g. U razdoblju kasnog završetka tova (s 147 dana starosti) tjelesna masa nerastova kretala u rasponu od 72,50 kg do 114,00 kg, te prosječno iznosila 92,18 kg. U razdoblju od 147.-168. dana starosti prosječni dnevni prirast iznosio je 1379,2 g uz raspon od 642,90 g do 2452,40 g. Prosječna tjelesna masa nerastova pri završetku tova je iznosila 121,14 kg uz raspon od 104,50 kg do 141,00 kg i varijabilnost ($V_k=6,99\%$), dok je ukupni prosječni dnevni prirast iznosio 791,40 g, te se kretao u rasponu od 678,30 g do 940,60 g i varijabilnost od 7,73% ($V_k=7,73\%$).

Tablica 2. Postignute tjelesne mase i dnevni prirasti u 4 istraživana razdoblja rasta nerastova (N=60)

	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	V_k	$\sigma_{\bar{x}}$
Tjelesna masa (kg)						
Odbiće (25 dana starosti)	7,98	5,00	12,00	1,47	18,45	0,19
V_1 (72 dana starosti)	22,01	16,00	31,50	3,66	16,64	0,47
Rano razdoblje tova (116 dana starosti)	56,05	42,00	78,50	8,09	14,43	1,04
V_2 (147 dana starosti)	92,18	72,50	114,00	8,88	9,64	1,15
Završetak tova (168 dana starosti)	121,14	104,50	141,00	8,47	6,99	1,09
Prosječni dnevni prirast (g)						
Odbiće- V_1 (starost 25–72 dana)	298,60	148,90	489,40	7,82	26,21	1,01
V_1 - rano razdoblje tova (starost 72 -116 dana)	773,70	443,20	1284,10	17,85	23,07	2,30
Rano razdoblje tova - V_2 (starost 116-147 dana)	1160,10	548,40	1871,00	30,93	26,66	3,99
V_2 - kasno razdoblje tova (starost 147-168 dana)	1379,20	642,90	2452,40	41,08	29,79	5,30
Ukupni prosječni dnevni prirast (starost 25-168 dana)	791,40	678,30	940,60	6,11	7,73	0,79

* V_1 =vrijeme aplikacije 1. vakcine (10 tjedana); V_2 =vrijeme aplikacije 2. vakcine (20 tjedana)

Tablica 3. Postignute tjelesne mase i dnevni prirasti u 4 istraživana razdoblja rasta imunokastrata (N=60)

	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Tjelesna masa (kg)						
Odbiće (25 dana starosti)	7,96	5,50	11,00	1,17	14,69	0,15
V ₁ (72 dana starosti)	21,23	15,00	29,50	4,04	19,04	0,52
Rano razdoblje tova (116 dana starosti)	55,06	34,50	79,50	9,57	17,39	1,24
V ₂ (147 dana starosti)	88,92	54,50	110,50	10,71	12,05	1,38
Završetak tova (168 dana starosti)	120,23	103,00	148,00	9,60	7,99	1,24
Prosječni dnevni prirast (g)						
Odbiće-V ₁ (25–72 dana)	282,40	148,90	457,40	8,26	29,23	1,07
V ₁ - rano razdoblje tova (starost 72 - 116 dana)	768,80	363,60	1397,70	20,97	27,28	2,71
Rano razdoblje tova - V ₂ (starost 116-147 dana)	1092,20	435,50	1983,90	30,56	27,98	3,95
V ₂ - kasno razdoblje tova (starost 147-168 dana)	1490,90	642,90	3142,90	55,43	37,18	7,16
Ukupni prosječni dnevni prirast (starost 25-168 dana)	785,10	674,80	986,00	6,68	8,50	0,86

*V₁=vrijeme aplikacije 1. vakcine (10 tjedana); V₂=vrijeme aplikacije 2. vakcine (20 tjedana)

Iz Tablice 3. vidljivo je kako je prosječna tjelesna masa imunokastrata u vrijeme odbića iznosila 7,96 kg, te se kretala u rasponu od 5,50 kg do 11,00 kg s prosječnim dnevnim prirastom od 282,4 g u periodu od odbića do aplikacije 1. vakcine. Za vrijeme ranog razdoblja tova tjelesna masa imunokastrata kretala se u rasponu od 15,00 kg do 29,50 kg uz prosjek 21,23 kg, dok se dnevni prirast u razdoblju od 1. aplikacije vakcine do ranog razdoblja tova kretao u rasponu od 363,60 g do 1397,70 g i prosječno iznosio 768,80 g. U vrijeme aplikacije 2. vakcine tjelesna masa imunokastrata kretala se od 34,50 kg do 79,50 kg, te je prosječno iznosila 55,06 kg s prosječnim s dnevnim prirastom u razdoblju od ranog razdoblja tova do 2. aplikacije vakcine od 1092,20 g. Prosječna tjelesna masa imunokastrata u vrijeme kasnog razdoblja tova iznosila je 88,92, kg, dok je prosječni dnevni prirast u razdoblju od termina 2. aplikacije vakcine do kasnog razdoblja tova (147.-168. dan starosti) iznosio 1490,90 g. Pri završetku tova prosječna tjelesna masa imunokastrata iznosila je 120,23 kg te se kretala u rasponu od 103,00 kg do 148,00 kg uz visoku homogenost uzorka (Vk=7,99%), dok je ukupni prosječni dnevni prirast iznosio 785,10 g i kretao se u rasponu od 674,80 g do 986,00 g, uz visoku homogenost uzorka (Vk=8,5%).

Tablica 4. Postignute tjelesne mase i dnevni prirasti u 4 istraživana razdoblja rasta kirurških kastrata (N=60)

	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Tjelesna masa (kg)						
Odbiće (25 dana starosti)	7,85	6,00	11,00	1,19	15,17	0,15
V ₁ (72 dana starosti)	21,85	12,50	30,50	3,96	18,11	0,51
Rano razdoblje tova (116 dana starosti)	61,73	45,50	81,50	8,39	13,58	1,08
V ₂ (147 dana starosti)	97,33	78,50	112,50	7,81	8,02	1,01
Završetak tova (168 dana starosti)	120,13	101,00	136,50	7,82	6,51	1,01
Prosječni dnevni prirast (g)						
Odbiće-V ₁ (starost 25–72 dana)	297,90	127,70	489,40	8,36	28,07	1,08
V ₁ - rano razdoblje tova (starost 72 - 116 dana)	906,40	522,70	1329,50	17,13	18,90	2,21
Rano razdoblje tova - V ₂ (starost 116-147 dana)	1148,10	580,60	1887,10	23,71	20,65	3,06
V ₂ - kasno razdoblje tova (starost 147-168 dana)	1086,10	404,80	2023,80	36,47	33,58	4,71
Ukupni prosječni dnevni prirast (starost 25-168 dana)	785,20	657,30	891,60	5,49	6,99	0,71

*V₁=vrijeme aplikacije 1. vaccine (10 tjedana); V₂=vrijeme aplikacije 2. vaccine (20 tjedana)

Iz Tablice 4. vidljivo je da je tjelesna masa kirurških kastrata u vrijeme odbića u prosjeku iznosila 7,85 kg uz raspon od 6,00 kg do 11,00 kg, s prosječnim dnevnim prirastom u razdoblju između 25. i 72. dana starosti od 297,90 g. U vrijeme ranog razdoblja tova tjelesna masa kirurških kastrata u prosjeku je iznosila 21,85 kg uz raspon od 12,50 kg do 30,50 kg, dok se prosječni dnevni prirast u razdoblju od 72. do 116. dana starosti kretao u rasponu od 522,70 g do 1329,50 g, te je u prosjeku iznosio 906,40 g. Tjelesna masa kirurških kastrata sa 72 dana starosti u prosjeku je iznosila 61,73 kg uz raspon od 45,50 kg do 81,50 kg s prosječnim dnevnim prirastom od 1148,10 g u razdoblju 116.-147. dana starosti. Prosječna tjelesna masa kirurških kastrata u terminu kasnog tova se kretala u rasponu od 78,50 kg do 112,50 kg, te prosječno iznosila 97,33 kg, dok se dnevni prirast od 147. do 168. dana starosti kretao u rasponu od 404,80 g do 2023,80 g uz prosjek od 1086,10 g. Prosječna tjelesna masa kirurških kastrata pri završetku tova iznosila je 120,13 kg, te se kretala u rasponu od 101,00 kg do 136,50 kg i varijabilnost (Vk = 6,51%), dok se ukupni prosječni dnevni prirast kretao u rasponu od 657,30 g do 891,60 g uz prosjek od 785,20 g i varijabilnost (Vk) 6,99%.

Tablica 5. Postignute tjelesne mase i dnevni prirasti u 4 istraživana razdoblja rasta nazimica (N=60)

	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Tjelesna masa (kg)						
Odbiće (25 dana starosti)	7,95	5,00	12,00	1,47	18,52	0,19
V ₁ (72 dana starosti)	21,73	14,50	30,50	3,66	16,83	0,47
Rano razdoblje tova (116 dana starosti)	58,17	44,00	75,00	6,53	11,23	0,84
V ₂ (147 dana starosti)	88,41	69,50	104,50	8,61	9,73	1,11
Završetak tova (168 dana starosti)	114,42	102,00	128,00	5,68	4,97	0,73
Prosječni dnevni prirast (g)						
Odbiće-V ₁ (starost 25–72 dana)	293,30	127,70	510,60	7,66	26,12	0,99
V ₁ - rano razdoblje tova (starost 72 -116 dana)	828,00	477,30	1215,90	13,92	16,81	1,80
Rano razdoblje tova - V ₂ (starost 116-147 dana)	975,50	306,50	1483,90	25,19	25,83	3,25
V ₂ - kasno razdoblje tova (starost 147-168 dana)	1238,50	452,40	2785,70	48,25	38,96	6,23
Ukupni prosječni dnevni prirast (starost 25-168 dana)	744,50	653,80	846,20	3,99	5,36	0,52

*V₁=vrijeme aplikacije 1. vakcine (10 tjedana); V₂=vrijeme aplikacije 2. vakcine (20 tjedana)

Prosječna tjelesna masa nazimica prilikom odbića vidljiva (Tablica 5.) iznosila je 7,95 kg, a kretala se od 5,00 kg do 12,00 kg, dok se prosječni dnevni prirast kretao u rasponu od 127,70 g do 510,60 g, te u prosjeku iznosio 293,30 g u razdoblju od 25. do 72. dana starosti. U terminu ranog razdoblja tova prosječna tjelesna masa nazimica iznosila je 21,73 kg uz raspon od 14,50 kg do 30,50 kg s prosječnim dnevnim prirastom 828,00 g u razdoblju od 72 do 116 dana starosti. Prosječna tjelesna masa nazimica sa 72 dana starosti iznosila je 58,17 kg, dok se prosječni dnevni prirast u terminu od 116. do 147. dana starosti kretao u rasponu od 306,50 g do 1483,90 g i u prosjeku iznosio 975,50 g. U vrijeme kasnog razdoblja tova tjelesna masa nazimica kretala u rasponu od 69,50 kg do 104,50 kg, te u prosjeku iznosila 88,41 kg s prosječnim dnevnim prirastom od 1238,50 g u razdoblju od 147. do 168. dana starosti. Pri završetku tova prosječna tjelesna masa nazimica iznosila je 114,42 kg, te se kretala u rasponu od 102,00 kg do 128,00 kg i visoku homogenost uzorka (Vk = 4,97%), dok je ukupni prosječni dnevni prirast iznosio 744,50 g, te se kretao od 653,80 g do 846,20 i visoku homogenost uzorka (Vk = 5,36%).

Tablica 6. Utjecaj fiziološkog statusa na, linije terminalnog nerasta te njihove interakcije na tovrne pokazatelje u 4 istraživana razdoblja rasta (N=240)

	Fiziološki status (T)	Genotip (G)	Interakcija (T*G)
Tjelesna masa (kg)			
Odbiće (25 dana starosti)	0,956	0,120	0,775
V ₁ (72 dana starosti)	0,712	<0,001	0,014
Rano razdoblje tova (116 dana starosti)	<0,001	0,001	0,047
V ₂ (147 dana starosti)	<0,001	0,997	0,004
Završetak tova (168 dana starosti)	<0,001	0,092	0,041
Prosječni dnevni prirast (g)			
Odbiće-V ₁ (starost 25–72 dana)	0,672	<0,001	0,007
V ₁ - rano razdoblje tova (starost 72 -116 dana)	<0,001	0,131	0,408
Rano razdoblje tova - V ₂ (starost 116-147 dana)	0,002	0,001	0,582
V ₂ - kasno razdoblje tova (starost 147- 168 dana)	<0,001	0,168	0,098
Ukupni prosječni dnevni prirast (starost 25-168 dana)	<0,001	0,161	0,044

*V₁=vrijeme aplikacije 1. vakcine (10 tjedana); V₂=vrijeme aplikacije 2. vakcine (20 tjedana)

Iz Tablice 7. vidljivo je kako se istraživane svinje nisu međusobno razlikovale u masi pri odbiću i u ranom razdoblju tova (razdoblje između dviju aplikacija), dok su statistički značajne razlike utvrđene u masama u trenutku aplikacije druge vakcine, u kasnom razdoblju tova te pri završetku tova. Pri tome se može vidjeti da su najvišu masu 20. tjedna života imali kirurški kastrati, koje potom slijede nerastovi, imunokastrati i na kraju nazimice, dok su nakon aplikacije druge vakcine (s 24 tjedna) najvišu masu imali nerastovi, a slijede ih potom imunokastrati te kirurški kastrati i potom nazimice. Pri završetku tova završnom masi utvrđene su statistički značajne razlike jedino između nazimica i ostala tri istraživana fiziološka svojstva. U istraživanju Paulyja i sur. (2009.), eksperiment koji se odnosio na rast bio je podijeljen u razdoblje rasta (27-63 kg) i završno razdoblje (63 kg do klanja, cca 107 kg) gdje, suprotno rezultatima ovog istraživanja, u razdoblju rasta, koje odgovara približno razdoblju aplikacije druge vakcine u našem istraživanju, najveću masu su očitovali nerastovi, a slijede ih imunokastrati te potom kirurški kastrati. Nadalje, Batorek i sur. (2012.b) su u svom istraživanju primijenili prvu vakcinu u svinja starosti 83 dana i drugu vakcinu sa 130 dana. Slično rezultatima ovog istraživanja ni navedeni autori nisu utvrdili značajne razlike između imunokastrata,

kirurških kastrata i nerastova, te su sa 183 dana starosti utvrdili najvišu masu u nerastova, a slijedili su ih potom kirurški kastrati i imunokastrati. Suprotno tome, Caldara i sur. (2015.) su u istraživanju o utjecaju aplikacije vakcine na tova svojstva kirurških kastrata, nazimica i imunokastrata gdje je prva vakcina aplicirana s 80 dana starosti, a druga sa 110 dana, te u prvom razdoblju rasta (70-110 dana starosti) između ispitivanih skupina svinja nisu utvrđene statistički značajne razlike, dok su u drugoj fazi rasta (111-140 dana starosti) najviša masa utvrđena u kirurških kastrata, a slijede ih imunokastrati, te potom nazimice. Nadalje, slično rezultatima našeg istraživanja, i Albrecht (2011.) navodi da su imunokastrati imali manje mase u 1. fazi rasta u odnosu na kirurške kastrate, dok su u drugoj fazi rasta imunokastrati imali značajno više mase u odnosu na kirurške kastrate. Jednako rezultatima dobivenim za masu u istraživanim fazama rasta, iz Tablice 7. vidljivo je da su se svinje međusobno razlikovale u dnevnom prirastu, gdje je u prvoj fazi rasta najviši dnevni prirast uočen kod kirurških kastrata, da bi potom, nakon primjene druge vakcine najviši dnevni prirast imali nerastovi, dok su u završnoj fazi tova superiorni za ovo svojstvo bili imunokastrati. Ovo je u skladu s rezultatima brojnih istraživanja (Bonneau i sur., 1994.; Škrlep i sur., 2010; 2011; Albrecht, 2011.; Dunshea i sur., 2011.; Fabrega i sur., 2011.; Batorek i sur., 2012.b). Ovo povećanje u dnevnom prirastu rezultat je promjene u ponašanju imunokastrata, koji nakon aplikacije druge doze vakcine postaju mirniji i posvećuju više vremena hranjenju (Fabrega, 2010.) te promjena u njihovom metabolizmu. Naime, nakon druge vakcinacije imunokastrati počnu proizvoditi veliku količinu antitijela dovoljnih za neutralizaciju GnRH hormona, te se unutar slijedećih 5 dana supresira sekrecija luteinizirajućeg i sterodinih hormona, na što se metabolizam prilagođava u slijedećih 7 dana (Claus i sur., 2007. cit. u Batorek i sur., 2012.b). Nadalje, nakon druge imunizacije imunokastrati počinju izlučivati i manje leptina, koji smanjuje apetit, te relativno visoke količine rezidualnog IGF-1, koji doprinosi poboljšanju konzumacije hrane (Batorek i sur., 2012.b). Sve ovo ima za posljedicu drastične promjene u imunokastrata, koje se primarno očituju u unosu i konverziji hrane.

Tablica 7. Usporedba procijenjenih srednjih vrijednosti i njihovih standardnih greški (u zgradama) za 4 istraživana razdoblja rasta u odnosu na fiziološki status

	Nerastovi	Imunokastrati	Kirurški kastrati	Nazimice
N	60	60	60	60
Tjelesna masa (kg)				
Odbiće (25 dana starosti)	7,98 (0,17)	7,96 (0,17)	7,85 (0,17)	7,95 (0,17)
V ₁ (72 dana starosti)	22,01 (0,50)	21,23 (0,50)	21,85 (0,50)	21,73 (0,50)
Rano razdoblje tova (116 dana starosti)	56,05 ^b (1,06)	55,06 ^b (1,06)	61,73 ^a (1,06)	58,17 ^b (1,06)
V ₂ (147 dana starosti)	97,33 ^a (1,17)	92,18 ^{Ab} (1,17)	88,92 ^b (1,17)	88,41 ^{bB} (1,17)
Završetak tova (168 dana starosti)	121,14 ^a (1,04)	120,23 ^a (1,04)	120,13 ^a (1,04)	114,42 ^b (1,04)
Prosječni dnevni prirast (g)				
Odbiće-V ₁ (starost 25–72 dana)	298,60 (1,04)	282,40 (1,04)	297,90 (1,04)	293,30 (1,04)
V ₁ - rano razdoblje tova (starost 72 -116 dana)	773,70 ^b (2,28)	768,80 ^b (2,28)	906,40 ^a (2,28)	828,00 ^b (2,28)
Rano razdoblje tova - V ₂ (starost 116-147 dana)	1160,10 ^a (3,59)	1148,10 ^a (3,59)	1092,20 ^{abA} (3,59)	975,50 ^{bB} (3,59)
V ₂ - kasno razdoblje tova (starost 147- 168 dana)	1379,20 ^a (5,92)	1490,90 ^a (5,92)	1086,10 ^b (5,92)	1238,50 ^b (5,92)
Ukupni prosječni dnevni prirast (starost 25-168 dana)	791,40 ^a (0,73)	785,10 ^a (0,73)	785,20 ^a (0,73)	744,50 ^b (0,73)

*V₁=vrijeme aplikacije 1. vakcine (10 tjedana); V₂=vrijeme aplikacije 2. vakcine (20 tjedana); ^{abc}P<0,05; ^{AB}P<0,1

3.1.2. Tovni pokazatelji u odnosu na terminalnu liniju nerasta

U Tablici 8. vidljivo je da je prosječna tjelesna masa potomaka terminalne linije nerastova „A“ u vrijeme odbića (25. dana starosti) iznosila 7,71 kg uz raspon od 5,00 kg do 12,00 kg s prosječnim dnevnim prirastom od 276,10 g u razdoblju od 25. do 72. dana starosti. Tjelesna masa potomaka terminalne linije nerastova „A“ sa 72 dana starosti kretala se u rasponu od 15,00 kg do 30,50 kg, te prosječno iznosila 20,69 kg, dok se dnevni prirast u razdoblju od 72. do 116. dana starosti kretao u rasponu od 443,20 g do 1329,50 g, te u prosjeku iznosio 785,40 g. Sa 116 dana starosti prosječna tjelesna masa potomaka terminalne linije nerastova „A“ iznosila je 55,24 kg uz raspon od 39,00 kg do 81,50 kg, dok se dnevni prirast u razdoblju od 116. do 147. dana starosti kretao u rasponu od 677,40 g do 1983,90 g, te prosječno iznosio 1177,40 g. Prosječna tjelesna masa potomaka terminalne linije nerastova „A“ sa 147 dana starosti iznosila je 91,74 kg u rasponu od 69,50 kg do 112,50 kg s prosječnim dnevnim prirastom od 1261,90 g u razdoblju od 147. do 168. dana starosti. Pri završetku tova prosječna tjelesna masa potomaka terminalne linije nerastova „A“ iznosila je 118,24 kg u rasponu od 102,00 kg do 141,00 kg i varijabilnost ($V_k = 6,67\%$), dok je ukupni prosječni dnevni prirast iznosio je 772,90 g u rasponu od 664,30 g do 940,60 g i varijabilnost ($V_k = 7,22\%$).

Tablica 8. Postignute tjelesne mase i dnevni prirasti u 4 istraživana razdoblja rasta potomaka terminalne linije nerastova „A“ (N=80)

	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	V_k	$\sigma_{\bar{x}}$
Tjelesna masa (kg)						
Odbiće (25 dana starosti)	7,71	5,00	12,00	1,37	17,74	0,15
V_1 (72 dana starosti)	20,69	15,00	30,50	3,34	16,13	0,37
Rano razdoblje tova (116 dana starosti)	55,24	39,00	81,50	8,18	14,81	0,91
V_2 (147 dana starosti)	91,74	69,50	112,50	9,53	10,39	1,07
Završetak tova (168 dana starosti)	118,24	102,00	141,00	7,88	6,67	0,88
Prosječni dnevni prirast (g)						
Odbiće- V_1 (starost 25–72 dana)	276,10	148,90	489,40	7,21	26,10	0,81
V_1 - rano razdoblje tova (starost 72 -116 dana)	785,40	443,20	1329,50	15,63	19,90	1,75
Rano razdoblje tova - V_2 (starost 116-147 dana)	1177,40	677,40	1983,90	25,24	21,44	2,82
V_2 . kasno razdoblje tova (starost 147-168 dana)	1261,90	476,20	2785,70	47,04	37,27	5,26
Ukupni prosječni dnevni prirast (starost 25-168 dana)	772,90	664,30	940,60	5,58	7,22	0,62

* V_1 =vrijeme aplikacije 1. vakcine (10 tjedana); V_2 =vrijeme aplikacije 2. vakcine (20 tjedana)

Tablica 9. Postignute tjelesne mase i dnevni prirasti u 4 istraživana razdoblja rasta potomaka terminalne linije nerastova „B“ (N=80)

	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Tjelesna masa (kg)						
Odbiće (25 dana starosti)	7,94	5,00	12,00	1,36	17,17	0,15
V ₁ (72 dana starosti)	21,06	12,50	31,50	4,04	19,17	0,45
Rano razdoblje tova (116 dana starosti)	57,88	37,00	78,50	8,16	14,10	0,91
V ₂ (147 dana starosti)	91,74	71,50	114,00	8,17	8,90	0,91
Završetak tova (168 dana starosti)	118,04	101,00	134,50	7,75	6,56	0,87
Prosječni dnevni prirast (g)						
Odbiće-V ₁ (starost 25–72 dana)	279,00	127,70	489,40	8,25	29,56	0,92
V ₁ - rano razdoblje tova (starost 72 -116 dana)	836,80	431,80	1284,10	20,08	24,00	2,24
Rano razdoblje tova - V ₂ (starost 116-147 dana)	1092,30	532,30	1871,00	29,38	26,90	3,28
V ₂ - kasno razdoblje tova (starost 147- 168 dana)	1252,70	619,00	2261,90	37,27	29,75	4,17
Ukupni prosječni dnevni prirast (starost 25-168 dana)	769,90	653,80	895,10	5,51	7,16	0,62

*V₁=vrijeme aplikacije 1. vakcine (10 tjedana); V₂=vrijeme aplikacije 2. vakcine (20 tjedana)

Prosječna tjelesna masa potomaka terminalne linije nerastova „B“ (Tablica 9.) u vrijeme odbića (25. dana starosti) iznosila je 7,94 kg, a kretala se od 5,00 kg do 12,00 kg, dok se prosječni dnevni prirast kretao u rasponu od 127,70 g do 489,40 g, te u prosjeku iznosio 279,00 g u razdoblju od 25. do 72. dana starosti. Sa 72 dana starosti prosječna tjelesna masa potomaka terminalne linije nerastova „B“ iznosila je 21,06 kg i kretala se o rasponu od 12,50 kg do 31,50 kg s prosječnim dnevnim prirastom od 836,80 g u terminu od 72. do 116. dana starosti. Tjelesna masa sa 116. dana starosti potomaka terminalne linije nerastova „B“ prosječno je iznosila 57,88 kg uz raspon od 37,00 kg do 78,50 kg s prosječnim dnevnim prirastom od 109,23 g koji se kretao u rasponu od 532,30 g do 1284,10 g od 116. do 147. dana starosti. Prosječna tjelesna masa potomaka terminalne linije nerastova „B“ sa 147 dana starosti iznosila je 91,74 kg uz raspon od 71,50 kg do 114,00 kg, dok je prosječni dnevni prirast iznosio 1252,70 g u rasponu od 619,00 g do 2261,90 g u razdoblju od 147. do 168. dana starosti. Pri završetku tova prosječna tjelesna masa potomaka terminalne linije nerastova „B“ iznosila je 118,04 kg uz raspon od 101,00 kg do 134,500 kg i varijabilnost (Vk = 6,56 %). Ukupni prosječni dnevni prirast iznosio je 769,90 g uz raspon od 653,80 g do 895,10 g i varijabilnost (Vk = 7,16%).

Tablica 10. Postignute tjelesne mase i dnevni prirasti u 4 istraživana razdoblja rasta potomaka terminalne linije nerastova „C“ (N=80)

	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Tjelesna masa (kg)						
Odbiće (25 dana starosti)	8,14	5,00	11,00	1,22	15,01	0,14
V ₁ (72 dana starosti)	23,38	14,50	30,50	3,53	15,10	0,39
Rano razdoblje tova (116 dana starosti)	60,14	34,50	79,50	8,71	14,49	0,97
V ₂ (147 dana starosti)	91,64	54,50	110,50	11,23	12,26	1,26
Završetak tova (168 dana starosti)	120,65	104,50	148,00	9,35	7,75	1,04
Prosječni dnevni prirast (g)						
Odbiće-V ₁ (starost 25–72 dana)	324,10	127,70	510,60	7,70	23,76	0,86
V ₁ - rano razdoblje tova (starost 72 - 116 dana)	835,50	363,60	1397,70	18,95	22,68	2,12
Rano razdoblje tova - V ₂ (starost 116-147 dana)	1012,20	306,50	1887,10	28,80	28,45	3,22
V ₂ - kasno razdoblje tova (starost 147-168 dana)	1381,40	404,80	3142,90	57,28	41,47	6,40
Ukupni prosječni dnevni prirast (starost 25-168 dana)	786,70	671,30	986,00	6,56	8,34	0,73

*V₁=vrijeme aplikacije 1. vakcine (10 tjedana); V₂=vrijeme aplikacije 2. vakcine (20 tjedana)

Prosječna tjelesna masa potomaka terminalne linije nerastova „C“ u vrijeme odbića (25. dana starosti), vidljiva u Tablici 10., iznosila je 8,14 kg, a kretala se od 5,00 kg do 11,00 kg, dok se prosječni dnevni prirast kretao u rasponu od 127,70 g do 510,60 g, te u prosjeku iznosio 324,10 g u razdoblju od 25. do 72. dana starosti. Tjelesna masa potomaka terminalne linije nerastova „C“ sa 72 dana starosti kretala se u rasponu od 14,50 kg do 30,50 kg, te u prosjeku za razdoblje od 72. do 116. dana starosti iznosila 23,38 kg s prosječnim dnevnim prirastom od 835,50 g. Prosječna tjelesna masa potomaka terminalne linije nerastova „C“ sa 116 dana starosti iznosila je 91,64 kg u rasponu od 54,50 kg do 110,50 kg s prosječnim dnevnim prirastom od 1012,20 g u rasponu od 306,50 g do 1887,10 g u razdoblju od 116. do 147. dana starosti. Prosječna tjelesna masa potomaka terminalne linije nerastova „C“ sa 147. danom starosti iznosila je 91,64 kg u rasponu od 54,50 kg do 110,50 kg s prosječnim dnevnim prirastom od 1381,40 g u razdoblju od 147. do 168. dana starosti. Pri završetku tova prosječna tjelesna masa potomaka terminalne linije nerastova „C“ iznosila je 120,65 kg u rasponu od 104,50 kg do 148,00 kg i varijabilnost (Vk = 7,75%), dok se ukupni prosječni dnevni prirast kretao od 671,30 g do 986,00 g, te prosječno 786,70 g i varijabilnost (Vk = 8,34%).

U Tablici 11. prikazana je usporedba tovnih svojstava istraživanih svinja u odnosu na njihov genotip. Vidljivo je da je terminalna linija nerasta utjecala na postignute tjelesne mase i prosječne dnevne priraste pri odbiću, te u vrijeme aplikacije druge doze vakcine. Pri tome je u razdoblju od odbića do 72 dana najviši dnevni prirast očitovale svinje potomci terminalne linije C (križanac duroka s pietrenom i velikim jorkšiirom), a u razdoblju od 116. do 147. dana starosti najviši dnevni prirast očitovale su svinje potomci linije A (križanac pietrena i velikog jorkšira). U razdoblju tova od 147. do 168. dana starosti nisu pak utvrđene statistički značajne razlike između potomaka pojedinih terminalnih linija nerastova.

Tablica 11. Procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške (u zagradama) za 4 istraživana razdoblja rasta u odnosu na genotip

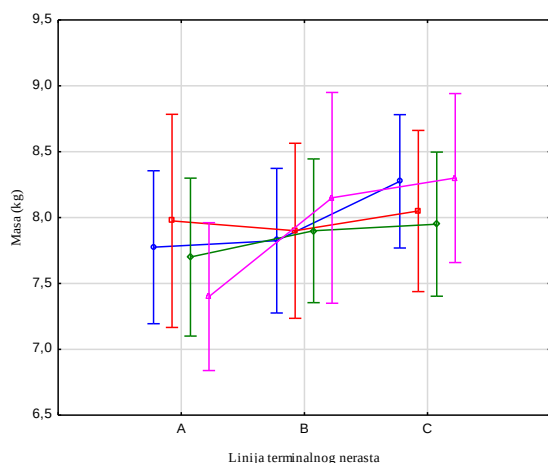
	Terminalna linija nerasta		
	A	B	C
N	80	80	80
Tjelesna masa (kg)			
Odbiće (25 dana starosti)	7,71 ^B (0,15)	7,94 ^{AB} (0,15)	8,14 ^A (0,15)
V ₁ (72 dana starosti)	20,69 ^b (0,41)	21,06 ^b (0,41)	23,38 ^a (0,41)
Rano razdoblje tova (116 dana starosti)	55,24 ^b (0,93)	57,88 ^{ab} (0,93)	60,14 ^a (0,93)
V ₂ (147 dana starosti)	91,74 (1,09)	91,74 (1,09)	91,64 (1,09)
Završetak tova (168 dana starosti)	118,24 (0,93)	118,04 (0,93)	120,65 (0,93)
Prosječni dnevni prirast (g)			
Odbiće-V ₁ (starost 25–72 dana)	276,10 ^b (0,86)	279,00 ^b (0,86)	324,10 ^a (0,86)
V ₁ - rano razdoblje tova (starost 72 -116 dana)	785,40 (2,05)	836,80 (2,05)	835,50 (2,05)
Rano razdoblje tova - V ₂ (starost 116-147 dana)	1177,40 ^a (3,12)	1092,30 ^{ab} (3,12)	1012,20 ^b (3,12)
V ₂ - kasno razdoblje tova (starost 147- 168 dana)	1261,90 (5,36)	1252,70 (5,36)	1381,40 (5,36)
Ukupni prosječni dnevni prirast (starost 25-168 dana)	772,90 (0,66)	769,90 (0,66)	786,70 (0,66)

*V₁=vrijeme aplikacije 1. vakcine (10 tjedana); V₂=vrijeme aplikacije 2. vakcine (20 tjedana); ^{ab}P<0,05; ^{AB}P<0,1.

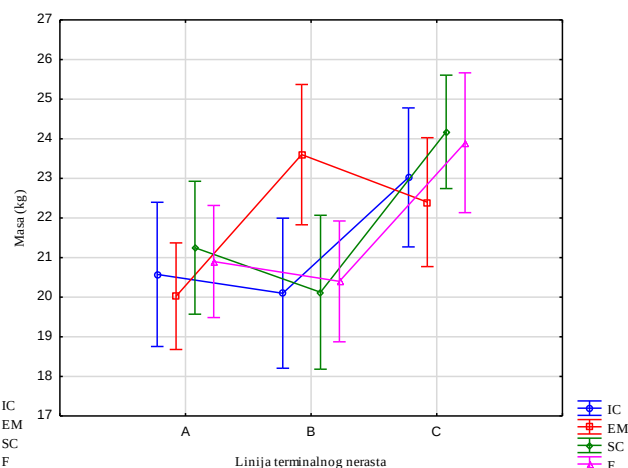
Suprotno ovome, Škrlep i sur. (2011.) navode da su svinje križanci sa 50% duroka imali značajno viši prirast u razdoblju između 12. i 19. tjedna života, dok Thao i sur. (ANON) navode da se križanjem krmača velikog jorkšira s durokom značajno povećava ukupni prosječni dnevni prirast u odnosu na križance velikog jorkšira s pietrenom (602,7 g vs. 635,5 g). Slično navedenome, Eckert i sur. (2003.) te Tyra i Žak (2010.) također navode viši dnevni prirast u razdoblju između 30 i 100 kg žive mase u svinja u čijem je stvaranju sudjelovao durok kao terminalni nerast u odnosu na svinje u čijem je stvaranju sudjelovao pietren. U skladu pak s rezultatima ovog istraživanja, Latorre i sur. (2003.) nisu utvrdili razlike u ukupnom prosječnom dnevnom prirastu između svinja križanih s pietrenom, odnosno durokom kao terminalnim nerastom.

3.1.3. Tovni pokazatelji (masa i dnevni prirast) istraživanih svinja prema terminalnoj liniji nerasta i fiziološkom statusu (Interakcija G*T)

Slika 5. prikazuje razlike između 4 istraživana fiziološka statusa u odnosu na pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Iz Tablice 8. o utjecaju interakcije terminalna linija nerasta i fiziološkog stanja te prikazanog grafikona vidljivo je kako na masu prasadi pri odbiću nije utjecao niti jedan od navedenih čimbenika te nisu utvrđene statistički značajne razlike ($P>0,05$) između svinja različitog fiziološkog statusa pripadnika različitih terminalnih linija nerastova.



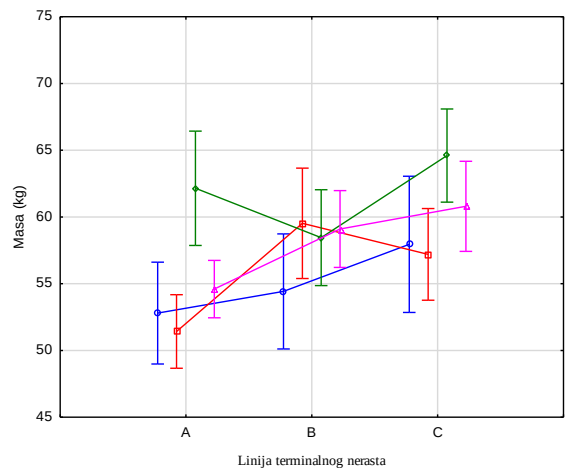
Slika 5. Prikaz razlika u masi pri odbiću (25 dana starosti) između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)



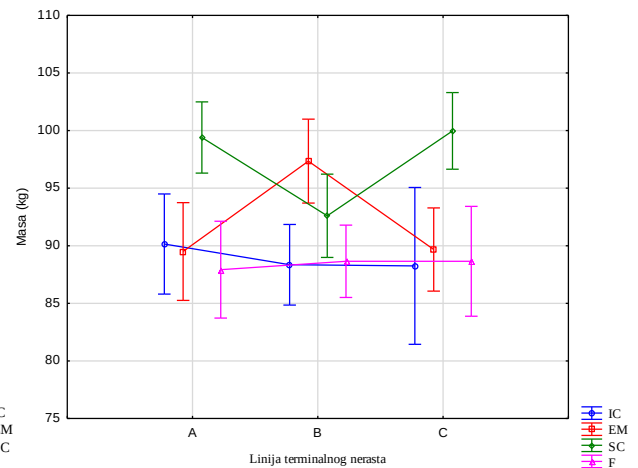
Slika 6. Prikaz razlika u masi u 72. danu starosti između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)

Na Slici 6 prikazan je grafikon razlika u masi sa 72 dana starosti između svinja potomaka različitih terminalnih linija nerastova u odnosu na njihov fiziološki status. Pri tome su se kirurški kastrati terminalne linije nerasta „C“ (24,18 kg) značajno razlikovali ($P<0,05$) od imunokastrata potomaka terminalne linije nerasta „A“ (20,57 kg; $P=0,065$); nerastova pripadnika terminalnoj liniji nerasta „A“ (20,025 kg; $P=0,013$); imunokastrata pripadnika terminalnoj liniji nerasta „B“ (20,1 kg; $P=0,017$); kirurških kastrata pripadnika terminalnoj liniji nerastova „B“ (20,125 kg; $P=0,018$) i nazimica pripadnika terminalnoj liniji „B“ (20,4 kg; $P=0,084$). Nerastovi pripadnici terminalne linije „B“ (23,60) razlikovali su se od nerastova pripadnika terminalnoj liniji „A“ (20,03 kg; $P=0,069$) te imunokastrata pripadnika istoj terminalnoj liniji (20,1 kg; $P=0,084$). Nazimice pripadnici terminalnoj liniji nerasta „B“ (23,9 kg) razlikovale su se od nerastova pripadnika terminalnoj liniji „A“ (20,03 kg; $P=0,03$), imunokastrata pripadnika terminalnoj liniji nerasta „B“ (20,10 kg; $P=0,038$); kirurških kastrata pripadnika terminalnoj liniji nerasta „B“ (20,13 kg; $P=0,041$) i nazimica pripadnika terminalnoj liniji nerasta „B“ (20,4 kg; $P=0,084$), dok su se kirurški kastrati pripadnici terminalne linije „B“ (20,13 kg) značajno razlikovali od nerastova pripadnika istoj terminalnoj liniji nerasta (23,60 kg; $P=0,018$).

Promatrajući razlike između pojedinih fizioloških statusa u odnosu na pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji iz Slike 6. može se uočiti kako je najviša masa sa 72 dana starosti u potomaka nerastova terminalnih linija A i C uočena u kirurških kastrata, a potom su ih slijedili nazimice, nerastovi i imunokastrati, dok je u potomaka terminalne linije B najviša masa utvrđena u nekastriranih muških životinja, a slijedili su ih nazimice, kirurški kastrati te potom imunokastrirane muške životinje. Valja međutim naglasiti da unutar pojedinih pasmina nisu utvrđene statistički značajne razlike ($P<0,05$) između svinja pripadnika različitim fiziološkim statusima.



Slika 7. Prikaz razlika u masi u 116. danu starosti između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)



Slika 8. Prikaz razlika u masi u 147. danu starosti između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)

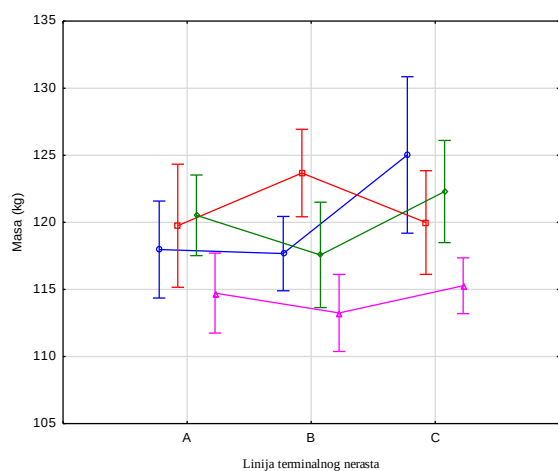
Slika 7. prikazuje graf razlika u masi istraživanih svinja sa 116 dana starosti u odnosu na njihov fiziološki status i pripadnost pojedinoj liniji terminalnog nerasta. Imunokastrati pripadnici terminalnoj liniji nerasta „A“ (52,80 kg) značajno su se razlikovali od kirurških kastrata pripadnika iste terminalne linije nerasta (62,15 kg; $P=0,009$), kirurških kastrata pripadnika terminalne linije nerasta „C“ (64,40 kg; $P=0,001$) te nazimica pripadnika terminalnoj liniji nerastova „C“ (60,80 kg; $P=0,060$). Nerastovi pripadnici terminalne linije nerastova „A“ (51,42 kg) razlikovali su se od kirurških kastrata pripadnika istoj terminalnoj liniji nerasta (62,15 kg; $P=0,001$), nerastova pripadnika terminalnoj liniji „B“ (59,25 kg; $P=0,053$), nazimica pripadnika terminalnoj liniji „B“ (59,10 kg; $P=0,087$), kirurških kastrata pripadnika terminalnoj liniji „C“ (64,60 kg; $P<0,001$) te nazimica pripadnika terminalnoj liniji nerastova „C“ (60,80 kg; $P=0,009$). Imunokastrati pripadnici terminalne linije nerastova „B“ (59,52 kg) značajno su se razlikovali od kirurških kastrata pripadnika terminalnoj liniji A (62,15 kg; $P=0,082$) i kirurških kastrata pripadnika terminalnoj liniji „C“ (64,40 kg; $P=0,002$), dok su se nazimice pripadnici terminalne linije nerasta „A“ statistički značajno razlikovale od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije nerasta „C“ (64,40 kg; $P=0,040$).

Slično rezultatima prikazanim na Slici 6., trend u porastu mase nastavlja se i u 116. danu starosti, te se može uočiti da su kirurški kastrati imali najvišu masu, potom ih sljede nazimice, nerastovi i imunokastrati u terminalnih linija „A“ i „C“. U terminalnoj liniji „B“

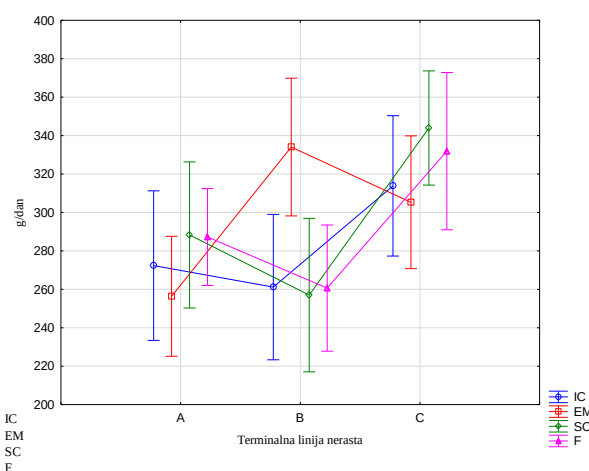
najviša masa utvrđena je kod nerastova, a slijede ih nazimice, kirurški kastrati i imunokastrati. Statistički značajne razlike ($P<0,05$) unutar pojedinih terminalnih linija nerastova utvrđene su, međutim, samo između kirurških kastrata i nerastova, te imunokastrata, a ostali fiziološki statusi nisu se razlikovali u ovom svojstvu ($P>0,05$).

Slika 8. prikazuje razlike između istraživanih grupa svinja prema njihovom fiziološkom statusu i genotipu u masi na kraju kasnog razdoblja tova. Pri tome su se imunokastrati pripadnici terminalnoj liniji nerasta „A“ (90,15 kg) statistički značajno razlikovali od nerastova iste terminalne linije (99,40 kg; $P=0,044$) te nerastova terminalne linije „C“ (99,97 kg; $P=0,022$); kirurški kastrati linije „A“ (89,50 kg) od nazimica iste linije (87,9 kg; $P=0,021$) i nerastova linije „C“ (99,97 kg; $P=0,009$); nerastovi linije „A“ (99,4 kg) od nazimica iste linije (87,90³ kg; $P=0,002$), imunokastrata linije „B“ (88,35 kg; $P=0,004$), nazimica linije „B“ (88,65 kg; $P=0,007$); kirurških kastrata linije „C“ (88,25 kg; $P=0,004$), imunokastrata iste linije (89,68 kg; $P=0,025$) te nazimica linije „C“ (88,65 kg; $P=0,007$). Nazimice terminalne linije nerastova „A“ (87,92 kg) značajno su se razlikovale od nerastova linije „B“ (97,35 kg; $P=0,0337$) i nerastova terminalne linije „C“ (99,97 kg; $P=0,002$); imunokastrati potomci terminalne linije „B“ (88,35 kg) razlikovali su se od nerastova iste terminalne linije (97,35 kg; $P=0,058$) te nerastova terminalne linije „C“ (99,97 kg; $P=0,002$); nerastovi pripadnici terminalnoj liniji „B“ (97,354 kg) razlikovali su se od nazimica pripadnika istoj terminalnoj liniji (88,65 kg; $P=0,080$), dok su se nazimice terminalne linije „B“ također razlikovale od nerastova pripadnika terminalnoj liniji „C“ ($P=0,003$). Nadalje, imunokastrati (89,6 kg), nerastovi (99,97 kg) i nazimice (88,65 kg) pripadnici terminalnoj liniji „C“ međusobno su se razlikovali i to: imunokastrati vs. nerastovi $P=0,001$; nerastovi vs. nazimice $P=0,003$. Na slici 8. vidljivo je kako su u 147. danu starosti kirurški kastrati imali najvišu masu u terminalnih linija „A“ i „C“, dok je u terminalnoj liniji „B“ najviša masa utvrđena u nerastova, a potom slijede kirurški kastrati, nazimice i imunokastrati. Statistički značajne razlike unutar pojedinih terminalnih linija nerastova utvrđene su između potomaka terminalne linije „A“ gdje su kirurški kastrati imali statistički značajno ($P<0,05$) višu masu od ostalih istraživanih spolova, dok između njih nisu utvrđene statistički značajne razlike ($P>0,05$). Unutar terminalne linije B uočena je tendencija postojanja značajnih razlika ($P<0,1$) između nekastriranih i imunokastriranih muških životinja, dok su kirurški kastrirane muške životinje imale značajno višu masu ($P<0,05$) od ostalih životinja u terminalne linije nerastova C.

Slika 9. prikazuje razlike u masi istraživanih svinja u odnosu na njihov fiziološki status i genotip pri završetku tova. Utvrđene su statistički značajne između slijedećih ispitivanih skupina: nazimice terminalne linije „A“ (114,72 kg) vs. nerastovi terminalne linije „B“ (123,68 kg) – $P=0,016$; nazimice terminalne linije „A“ vs. imunokastrati terminalne linije „C“ (125,02 kg) – $P=0,002$; nazimice terminalne linije „A“ vs. kirurški kastrati terminalne linije „C“ (122,30 kg) – $P=0,093$; nerastovi terminalne linije „B“ (123,68 kg) vs. nazimice iste terminalne linije (113,25 kg) – $P=0,035$; nazimice terminalne linije „B“ vs. imunokastrati terminalne linije „C“ (125,03 kg) – $P<0,001$; nazimice terminalne linije „B“ vs. kirurški kastrati terminalne linije „C“ (122,30 kg) – $P=0,014$; imunokastrati terminalne linije „C“ vs. nazimice terminalne linije „C“ (115,00 kg) – $P=0,005$.



Slika 9. Prikaz razlika u masi na završetku tova (168 dana starosti) između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)



Slika 10. Prikaz razlika u dnevnom prirastu od 25. do 72. dana starosti između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)

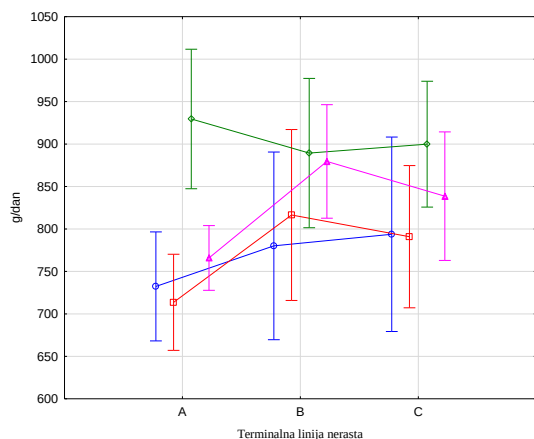
Iz Slike 9. vidljivo je kako je na završetku tova sa 168 dana starosti u terminalnoj liniji „A“ najviša masa utvrđena kod kirurških kastrata, potom slijede nerastovi, imunokastrati i nazimice, te između njih nisu utvrđene statistički značajne razlike ($P>0,05$). Najvišu masu kod potomaka terminalne linije „B“ imali su nerastovi, potom ih slijede imunokastrati, kirurški kastrati i nazimice. Međutim, statistički značajne razlike utvrđene su jedino između nazimica i nerastova. Najviša masa u terminalnoj liniji „C“ utvrđena je kod imunokastrata, potom kod kastriranih muških svinja, nerastova, a najmanju masu imale su

nazimice. Statistički značajna razlika ($P<0,05$) unutar terminalne linije „C“ uočena je jedino između nazimica i imunokastrata.

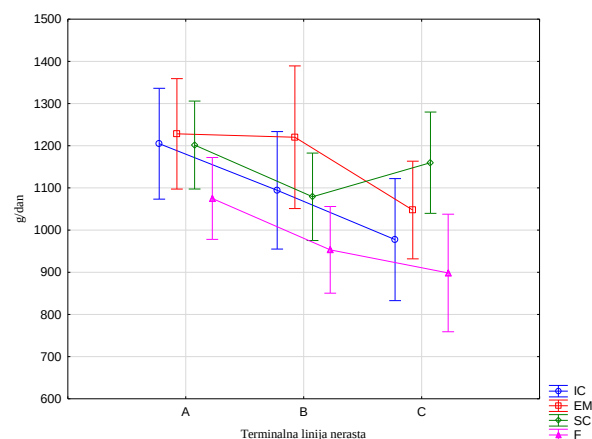
Slika 10. prikazuje razlike između istraživanih svinja u njihovom dnevnom prirastu u razdoblju od rođenja do odbića, odnosno aplikacije prve vakcine u imunokastrata. Pri tome su se kirurški kastrati pripadnici terminalnoj liniji „C“ (345,32 g) razlikovali od imunokastrata terminalne linije „A“ (272,30 g; $P=0,095$), nerastova terminalne linije „A“ (256,38 g; $P=0,012$), kirurških kastrata terminalne linije „B“ (260,11 g; $P=0,019$), nazimica terminalne linije „B“ (260,64 g; $P=0,021$) i imunokastrata terminalne linije „B“ (261,17 g; $P=0,022$). Nerastovi terminalne linije „B“ (334,04 g) razlikovali su se od nerastova terminalne linije „A“ ($P=0,053$), a nazimice terminalne linije „C“ (331,9 g) od nerastova terminalne linije „A“ ($P=0,069$). Nerastovi pripadnici terminalnoj liniji „B“ (345,32 g) imali su viši dnevni prirast od imunokastrata pripadnika istoj terminalnoj liniji ($P=0,094$), a kirurški kastrati pripadnici terminalnoj liniji „B“ od nerastova pripadnika iste terminalne linije (334,04 g; $P=0,083$).

Promatrajući razlike između pojedinih terminalnih linija nerastova i pojedinih fizioloških statusa iz Slike 10. može se uočiti kako je najviši dnevni prirast u razdoblju od 25. dana do 72. dana kod terminalne linije „A“ i „C“ bio kod kirurških kastrata, a potom ih slijede nazimice, imunokastrati i nerastovi, dok je u terminalnoj liniji „B“ najviši dnevni prirast utvrđen kod nekastriranih muških svinja, a potom imunokastrata, kirurških kastrata i nazimica. Unutar terminalne linije B uočena je tendencija postojanja značajnih razlika ($P<0,1$) između nerastova i ostalih spolova, dok u ostalih fizioloških statusa pripadnika terminalnoj liniji nerasta A i C nisu utvrđene statistički značajne razlike ($P<0,05$).

Na Slici 11. prikazane su razlike u dnevnom prirastu istraživanih svinja u razdoblju od aplikacije prve vakcine do ranog razdoblja tova u ovisnosti o pripadnosti pojedinoj terminalnoj liniji nerasta, odnosno fiziološkom statusu. U ovom razdoblju utvrđene su razlike u dnevnom prirastu između imunokastrata pripadnika terminalnoj liniji nerasta „A“ (732,39 g) i kirurški kastrata iste terminalne linije (929,5 g; $P=0,019$) te kirurških kastrata terminalne linije nerasta „C“ (918,75 g; $P=0,038$); između nerastova terminalne linije „A“ (713,64 g) i kirurških kastrata iste terminalne linije (929,55 g; $P=0,009$) te kirurških kastrata terminalne linije „C“ (918,75 g; $P=0,011$).



Slika 11. Prikaz razlika u dnevnom prirastu od 72. do 116. dana između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)



Slika 12. Prikaz razlika u dnevnom prirastu od 116. do 147. dana između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)

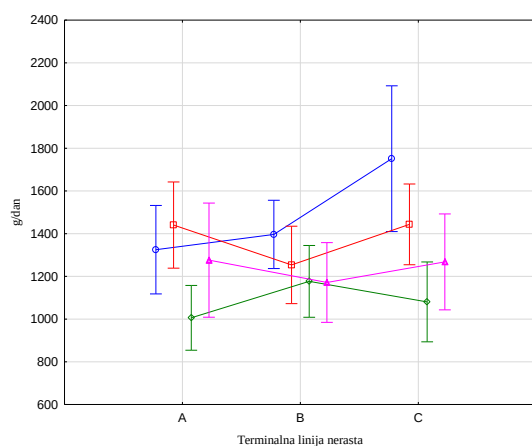
Iz Slike 11. vidljivo je kako je u razdoblju od 72 dana starosti do 116 dana starosti kod terminalne linije „A“ i „C“ najviši prosječni dnevni prirast utvrđen kod kirurških kastrata, potom kod nazimica, imunokastrata i nerastova, dok su u terminalnoj liniji „B“ najviši prirast imale nazimice, a slijede ih kirurški kastrati, nerastovi i naposljetku imunokastrati. Unutar terminalne linije „A“ statistički značajne razlike ($P < 0,05$) utvrđene su između kirurških kastrata i nerastova, te kirurških kastrata i imunokastrata.

Slika 12. prikazuje razlike u dnevnom prirastu u razdoblju od ranog razdoblja tova do aplikacije druge vakcine. Statistički značajne razlike utvrđene su između imunokastrata pripadnika terminalnoj liniji nerasta „A“ (1024,80 g) i nazimica pripadnika terminalnoj liniji „C“ (898,30 g; $P = 0,018$); nerastova terminalne linije „A“ (1228,20 g) i nazimica terminalne linije „B“ (953,23 g; $P = 0,060$); nerastova terminalne linije „A“ (1228,20 g) i nazimica terminalne linije „C“ (898,30 g; $P = 0,006$); kirurških kastrata terminalne linije „A“ (1201,60 g) i nazimica terminalne linije „A“ (898,30 g; $P = 0,021$); nerastova terminalne linije „B“ (1220,20 g) i nazimica terminalne linije „B“ (953,23 g; $P = 0,079$) te nerastova terminalne linije „B“ i nazimica terminalne linije „C“ ($P = 0,009$).

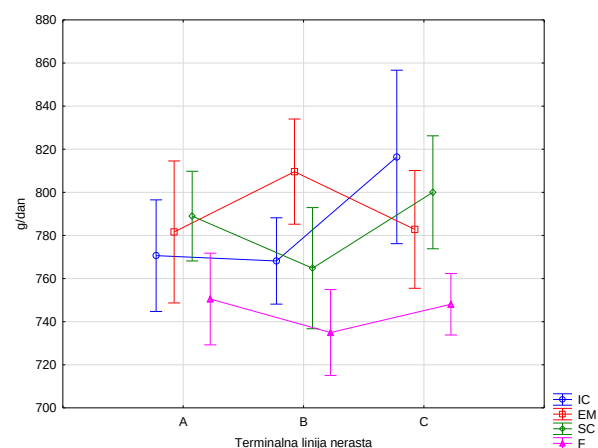
Na Slici 12. vidljivo je da je u razdoblju od 116. do 147. dana starosti unutar terminalne linije „A“ najviši dnevni prirast utvrđen kod nekastriranih muških svinja, a potom slijede imunokastrati, kirurški kastrati i nazimice, dok su u terminalnoj liniji „B“ najviši dnevni prirast imali nerasti, potom kirurški kastrati, imunokastrati, te naposljetku

nazimice. Najviši prirast u terminalnoj liniji „C“ utvrđen je kod kirurških kastrata, zatim slijede nekastrirane muške svinje, imunokastrati i nazimice. Unutar terminalne linije nerastova „A“ i „C“ nisu utvrđene statistički značajne razlike između pojedinih fizioloških statusa ($P>0,05$), dok je unutar terminalne linije B uočena tendencija postojanja značajnih razlika ($P<0,1$) između nekastriranih muških svinja i nazimica.

Slika 13. prikazuje razlike u dnevnom prirastu imunokastrata, nerastova, kirurških kastrata i nazimica u odnosu na njihov genotip u razdoblju između aplikacije druge vakcine i završetka tova. Značajne razlike utvrđene su između nerastova pripadnika terminalnoj liniji „A“ (1440,50 g) i kirurških kastrata iste terminalne linije (1060,50 g; $P<0,001$) te imunokastrata pripadnika terminalnoj liniji „C“ (1754,20 g) i kirurških kastrata linije „A“ (1060,50 g; $P<0,001$), nazimica terminalne linije „A“ (1276,20 g; $P=0,042$), nerastova terminalne linije „B“ (1253,60 g; $P=0,025$), kirurških kastrata terminalne linije „B“ (1180,30 g; $P=0,005$), nazimica terminalne linije „B“ (1171,40 g; $P=0,003$), kirurških kastrata terminalne linije „C“ (1063,10 g; $P<0,001$) te nazimica iste terminalne linije (1267,90 g; $P=0,035$).



Slika 13. Prikaz razlika u dnevnom prirastu u razdoblju od 147. do 168. dana između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)



Slika 14. Prikaz razlika u ukupnom dnevnom prirastu između terminalnih linija nerastova (A, B, C) u odnosu na fiziološki status (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice)

Iz Slike 13. može se uočiti kako je dnevni prirast u razdoblju od 147. do 168. dana starosti unutar terminalne linije „A“ bio najviši kod nekastriranih muških svinja, potom slijede imunokastrati, kirurški kastrati i nazimice, dok je unutar terminalne linije „B“

najviši prirast bio kod nerastova, a potom ih slijede kirurški kastrati, imunokastrati, te nazimice. Najviši prirast unutar terminalne linije „C“ bio je kod imunokastrata, a slijede ih nerastovi, te potom nazimice i naposljetku kirurški kastrati. Unutar terminalne linije „C“ statistički značajna razlika uočena je između kirurških kastrata i imunokastrata, te nazimica i imunokastrata, dok je unutar terminalne linije „A“ uočena tendencija postojanja značajnih razlika ($P < 0,1$) između nekastriranih i kastriranih muških svinja. U pripadnika terminalnoj liniji nerastova A nisu utvrđene statistički značajne razlike ($P > 0,05$) između istraživanih fizioloških statusa.

Slika 14. prikazuje razlike između istraživanih svinja u ukupnom dnevnom prirastu u odnosu na pripadnost genotipu i fiziološkom statusu. Pri tome su se nazimice pripadnici terminalnoj liniji nerasta „A“ (750,52 g) razlikovale od nerastova pripadnika terminalnoj liniji „B“ (809,62 g; $P = 0,036$) te imunokastrata pripadnika terminalnoj liniji „C“ (816,43 g; $P = 0,009$); nerastovi terminalne linije „B“ (809,62 g) razlikovali su se od nazimica iste terminalne linije (734,97 g; $P = 0,001$) i nazimica terminalne linije „C“ (748,08 g; $P = 0,023$). Nazimice terminalne linije „B“ razlikovale su se od imunokastrata terminalne linije „C“ (816,43 g; $P < 0,1$) i od kirurških kastrata terminalne linije „C“ (799,65 g; $P = 0,012$), a imunokastrati terminalne linije „C“ razlikovali su se od nazimica iste terminalne linije (74,05 g; $P = 0,006$).

Promatrajući razlike pojedinih fizioloških statusa unutar pojedinih terminalnih linija nerastova iz Slike 14. može se uočiti kako je ukupni dnevni prirast unutar terminalne linije „A“ bio najviši kod kirurških kastrata, a slijede ih nerastovi, imunokastrati pa nazimice, dok je unutar terminalne linije „B“ najviši prirast utvrđen kod nekastriranih muških svinja, a slijede ih imunokastrati, kirurški kastrati te naposljetku nazimice. Najviši ukupni prirast unutar terminalne linije „C“ imali su imunokastrati, zatim kirurški kastrati, nerasti i nazimice. Statistički značajna razlika ($P < 0,05$) utvrđena je između nekastriranih muških svinja i nazimica unutar terminalne linije „B“, dok su se u terminalne linije „C“ statistički značajno ($P < 0,05$) razlikovali imunokastrati i nazimice. U pripadnika terminalnoj liniji A između pojedinih fizioloških statusa nisu utvrđene statistički značajne razlike ($P > 0,05$).

Iz svega navedenog može se zaključiti da u potomaka pojedinih terminalnih linija nerastova nema značajnih razlika u masama postignutim u 25. i 72. danu starosti. Međutim, s porastom starosti najviše mase očituju kirurški kastrirane muške životinje, a tek onda ih slijede nekastrirane i imunokastrirane muške životinje. Za pretpostaviti je da

нити nerastovi, нити имунокастрати при овим релативно ниским завршним масама (просјечно 115 kg) нису стигли исполжити свој физиолошки потенцијал те да, уколико желимо искористити benefite њихова това, ипак их је потребно узгајати до виших завршних маса, унаточ одличном генетском потенцијалу ових хибрида. Ипак, када проматрамо разлике у дневном прирасту између појединих физиолошких статуса унутар појединих терминалних линија нерастова, видљиво је да хируршки кастрати постижу најбоље прирасте само до 147. дана, а након тога највише дневне прирасте очитују имунокастрати па нерастови. Тако је највиши укупни дневни прираст утврђен у имунокастрата терминалне линије C, а он је имао уједно и највишу завршну масу. Стога се имунокастрати припадници терминалне линије C могу препоручити као прикладни за тов, чак и при овим завршним масама.

3.2. Sastav trupova i kvaliteta mesa istraživanih svinja

3.2.1. Utjecaj fiziološkog statusa i terminalne linije nerasta na svojstva polovica i kakvoću mesa istraživanih svinja

U Tablici 12 prikazan je utjecaj fiziološkog statusa, linije terminalnog nerasta te njihove interakcije na svojstva polovica u istraživanih svinja. Iz tablice se može uočiti kako je fiziološki status (nerastovi, имунокастрати, хируршки кастрати, назимце) utjecao na gotovo sva mjerena svojstva polovica, osim na duljinu polovice „a“, duljinu buta i opseg buta, dok je linija terminalnog nerasta utjecala na ekonomski važne pokazatelje sastava polovica: mesnatost, duljinu polovice „b“ i opseg buta. Interakcija između fiziološkog statusa i linije terminalnog nerasta uočena obje mjerene duljine polovica i mjeru opsega buta.

Iz Tablice 13. može se uočiti kako je fiziološki status (nerastovi, хируршки кастрати, имунокастрати, назимце) značajno utjecao na sva istraživana tehnološka svojstva kakvoće mesa, osim na pH mjeren 45 minuta u *m. longissimus dorsi*. Slično tome, linija terminalnog nerasta također je utjecala na gotovo sva mjerena svojstva, osim na pH mjeren 24h nakon klanja u istom mišiću, te stupanj žutila (CIE b*) i kalo kuhanja. Interesantno je uočiti u Tablici 13. da su na svojstva kakvoće mesa značajno utjecali interakcija fiziološkog status i linije terminalnog nerasta, ukazujući ponovo na kompleksnu biološku pozadinu ovih svojstava. Interakcija terminalne linije nerasta i fiziološkog statusa nije utvrđena jedino u slučaju kala kuhanja i stupnja bljedoće (CIE L*).

Tablica 12. Utjecaj fiziološkog statusa, linije terminalnog nerasta te njihove interakcije na sastav polovica svinja

Svojstvo	Fiziološki status (T)	Terminalni nerast (G)	Interakcija (TxG)
Masa tople polovice (kg)	<0,001	0,475	0,226
Debljina slanine, S (mm)	<0,001	<0,001	0,857
Debljina mišića, M (mm)	<0,001	0,250	0,642
Mesnatost (%)	<0,001	<0,001	0,985
Duljina polovice „a“	0,169	0,003	<0,001
Duljina polovice „b“	<0,001	<0,001	0,003
Duljina buta (cm)	0,782	0,205	0,874
Opseg buta (cm)	0,018	<0,001	0,009

Tablica 13. Utjecaj fiziološkog statusa, linije terminalnog nerasta i njihove interakcije na istraživana svojstva kakvoće mesa

Svojstvo	Fiziološki status (T)	Terminalni nerast (G)	Interakcija (TxG)
pH ₄₅ , but	0,099	0,003	0,013
pH ₄₅ , MLD	0,306	0,002	<0,001
pH ₂₄ , but	0,009	0,004	<0,001
pH ₂₄ , MLD	0,033	0,344	0,004
EZ_dripLoss (%)	<0,001	<0,001	0,005
CIE L*	0,004	0,007	0,127
CIE a*	0,002	0,004	0,016
CIE b*	<0,001	0,857	0,071
Kalo kuhanja (%)	<0,001	0,505	0,588
WBSF (N)	0,004	0,053	0,074

U Tablici 14. prikazane su procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške sastava trupova prema fiziološkom statusu svinja. Iz tablice se može uočiti kako se mase tople polovice nisu značajno razlikovale u nerastova, imunokastrata i kirurških kastrata, dok je masa toplih polovica nazimica bila značajno niža ($P < 0,05$) u odnosu na ostale ispitivane kategorije svinja. Ovo potvrđuju i rezultati Vinceka i sur. (2010.), jer ženske svinje, za razliku od nekastriranih nerastova, završavaju tov s i do 10% nižom tjelesnom masom, a razlog njihovog zaostajanja u tjelesnoj masi je pojava puberteta u dobi kada postignu između 70 i 80 kilograma tjelesne mase. Isti autori također navode da su

kastrirani nerastovi mirniji u tovu pa postižu bolje iskorištavanje hrane i veće dnevne priraste u usporedbi s nazimicama.

Tablica 14. Procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške (u zagradama) sastava trupova prema fiziološkom statusu svinja

Svojstvo	Nerastovi	Imunokastrati	Kirurški kastrati	Nazimice
N	60	60	60	60
Masa tople polovice (kg)	48,28 ^a (0,44)	47,42 ^a (0,44)	47,78 ^a (0,44)	45,47 ^b (0,44)
Debljina slanine, S (mm)	13,47 ^c (0,43)	16,08 ^b (0,43)	18,75 ^a (0,43)	14,40 ^c (0,43)
Debljina Mišića, M (mm)	71,38 ^b (0,68)	71,92 ^b (0,68)	72,52 ^b (0,68)	75,52 ^a (0,68)
Mesnatost (%)	58,50 ^a (0,31)	56,95 ^b (0,31)	55,66 ^b (0,31)	58,73 ^a (0,31)
Duljina polovice „a“	91,72 (0,29)	92,32 (0,29)	92,15 (0,29)	91,55 (0,29)
Duljina polovice „b“	104,53 ^b (0,32)	104,27 ^b (0,32)	105,73 ^a (0,32)	106,28 ^a (0,32)
Duljina buta (cm)	34,32 (0,13)	34,43 (0,13)	34,35 (0,13)	34,25 (0,13)
Opseg buta (cm)	74,57 ^b (0,16)	74,72 ^{ab} (0,16)	75,20 ^a (0,16)	75,05 ^{ab} (0,16)

Iz tablice se može uočiti kako su najveću debljinu leđne slanine imali kirurški kastrati, a potom ga slijede imunokastrati te nerastovi i nazimice, koji se nisu značajno ($P > 0,05$) razlikovali u ovom svojstvu. Slično rezultatima našeg istraživanja, Škrlep i sur. (2010.; 2011.; 2012.), kao i Van der Broeke i sur. (2016.), navode da su kirurški kastrati imali najveće debljine slanine, a slijede ih imunokastrati te nerastovi s najmanjom debljinom leđne slanine. Suprotno rezultatima ovog istraživanja, Batorek i sur. (2012.b) navode da nisu utvrdili statistički značajne razlike između imunokastriranih muških svinja hranjenih uobičajenim režimom hranidbe (*ad libitum*) i nerastova.

Sukladno rezultatima o debljini leđne slanine, najveća debljina mišića, a ujedno i najveća mesnatost, utvrđeni su u nazimica. Ostale ispitivane grupe (nerastovi, imunokastrati, kirurški kastrati) imali su gotovo jednake debljine mišića, međutim, kako su nerastovi imali debljinu slanine manju i od nazimica, oni su ujedno imali i najvišu mesnatost u odnosu na ostale dvije kategorije muških životinja. Ovi rezultati sukladni su rezultatima Gisperta i sur. (2010.), koji također navode gotovo identične vrijednosti između ženki i nerastova (61,18 i 61,45%, mjereno Fat-O-Metrom) te nešto niže mesnatosti u imunokastrata i kirurških kastrata. Također, rezultati istraživanja Sathera i sur. (1991.) i Younga (1992.) pokazuju da je udio mišićnog tkiva kod nazimica obično bliži nerastima nego kastratima. Očekivano, imunokastrati su imali bolje rezultate od kirurških kastrata. Nadalje, i Paulyi sur. (2009.) te Batorek i sur. (2012b.) navode da su najnižu mesnatost imali kirurški kastrirani mužjaci, a najvišu nerastovi. Međutim, zanimljivo je uočiti da su u potonjem istraživanju imunokastrati hranjeni *ad libitum* imali sličnu ($P > 0,05$) mesnatost kirurškim kastratima, a imunokastrati hranjeni restriktivnim režimom hranidbe mesnatost ($P > 0,05$) sličnu nerastovima. Slično tome, istraživanja Škrlepa i sur. (2010.) te Caldare i sur. (2013.) pokazala su da se imunokastrati i nerastovi nisu statistički značajno razlikovali u ovom svojstvu.

U Tablici 14. može se uočiti da se nerastovi, imunokastrati, kirurški kastrati i nazimice nisu razlikovali u duljini polovice „a“ (*os pubis* – 1. rebro), no kirurški kastrati i nazimice imali su statistički značajno ($P < 0,05$) veću duljinu polovicu „b“ (*os pubis* – *atlas*) u odnosu na nerastove i imunokastrate. Iako je između četiri istraživana fiziološka statusa utvrđena statistički značajna razlika, valja naglasiti da su u realnosti ove razlike izuzetno male, te stoga i bez velikog praktičnog značaja. Ipak, suprotno našim rezultatima, drugi autori navode dulje polovice u nerastova i imunokastrata u odnosu na kirurške kastrate i nazimice (Gispert i sur., 2010.; Caldara i sur., 2013).

Trupovi svinja pripadnika četiri istraživana fiziološka statusa nisu se razlikovala u duljini buta, međutim najveći opseg buta utvrđen je kod kirurških kastrata, a najmanji kod nerastova, dok se imunokastrati i nazimice nisu razlikovali u ovom svojstvu. Za pretpostaviti je, međutim, da nastala razlika zapravo proizlazi iz vrlo visoko značajnog utjecaja ($P < 0,001$) terminalne linije nerasta i njegove interakcije s fiziološkim statusom, nego samoga fiziološkog statusa (Tablica 14).

Tablica 15. Procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške (u zagradama) svojstava kvalitete mesa prema fiziološkom statusu svinja

Svojstvo	Nerastovi	Imunokastrati	Kirurški kastrati	Nazimice
N	60	60	60	60
pH ₄₅ , but	6,42 ^{ab} (0,03)	6,44 ^a (0,03)	6,36 ^b (0,03)	6,39 ^{ab} (0,03)
pH ₄₅ , MLD	6,20 (0,03)	6,26 (0,03)	6,27 (0,03)	6,24 (0,03)
pH ₂₄ , but	5,63 ^a (0,01)	5,59 ^b (0,01)	5,64 ^a (0,01)	5,65 ^a (0,01)
pH ₂₄ , MLD	5,56 ^a (0,01)	5,53 ^b (0,01)	5,54 ^{ab} (0,01)	5,57 ^a (0,01)
EZ_dripLoss (%)	8,92 ^a (0,37)	8,40 ^{ab} (0,37)	7,57 ^b (0,37)	6,04 ^c (0,37)
CIE L *	53,09 ^{ab} (0,29)	53,57 ^a (0,29)	53,78 ^a (0,29)	52,42 ^b (0,29)
CIE a*	8,00 ^a (0,15)	7,76 ^a (0,15)	7,96 ^a (0,15)	7,27 ^b (0,15)
CIE b*	3,61 ^a (0,12)	3,54 ^a (0,12)	3,51 ^a (0,12)	2,89 ^b (0,12)
Kalo kuhanja (%)	35,22 ^a (0,19)	34,97 ^a (0,19)	33,28 ^b (0,19)	33,36 ^b (0,19)
WBSF (N)	43,86 ^b (0,84)	46,33 ^a (0,84)	44,53 ^{ab} (0,84)	42,04 ^b (0,84)

U Tablici 15. prikazane su procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške svojstava kvalitete mesa u odnosu na istraživani fiziološki status svinja. Iz tablice se može uočiti kako su imunokastrati imali najviše vrijednosti pH u butu mjerene 45 minuta *post mortem*, dok se nisu razlikovali u pH vrijednostima mjerenim u isto vrijeme u dugom leđnom mišiću. Suprotno tome, pH vrijednosti mjerene 24h nakon klanja u istom mišiću bile su u nerastova, nazimica i kirurških kastrata značajno više ($P>0,05$) nego kod imunokastrata, dok je u butu pH₂₄ imunokastrata bio značajno niži ($P<0,05$) u odnosu na

kirurške kastrate, nazimice i nerastove. Slično rezultatima našeg istraživanja, i Batorek i sur. (2012.b) navode najviši pH mjeren 24h nakon klanja u nerastova, dok se u njihovom istraživanju imunokastrati nisu značajno razlikovali od kirurških kastrata. Suprotno rezultatima ovog istraživanja, Pauly i sur. (2009.), Gispert i sur. (2010.) te Škrlep i sur. (2010.) nisu utvrdili statistički značajne razlike između različitih fizioloških statusa u ovom svojstvu, dok su Škrlep i sur. (2012.) izvijestili o statistički višim vrijednostima završnog pH imunokastrata u odnosu na nerastove i kirurške kastrate. Ipak, važno je naglasiti da su se završne vrijednosti pH u butu kretale od 5,59 do 5,65, a u MLD-u od 5,53 do 5,57, što je više od 5,50 koje većina autora predlaže kao graničnu vrijednost za razvrstavanje svinjskog mesa u PSE (bljedo, mekano i vodnjikavo; od eng.=pale, soft, exudative) kvalitativno stanje (Selier i Monin, 1994.; Warner i sur., 1994.; Forrest, 1998.). Također, unatoč tome što su između različitih fizioloških stanja utvrđene statistički značajne razlike, u praksi ove razlike su vrlo male (od 0,03 do 0,04 postotna poena), zbog čega su zanemarive za mesnu industriju.

U Tablici 15. vidljivo je da je meso nerastova imalo najviše otpuštanje mesnog soka, slijede ga imunokastrati i kirurški kastrati, dok je najniže otkapavanje utvrđeno u nazimica. Razlog ovomu vjerojatno leži u posljedicama transportnog stresa, kojemu su nerastovi, zbog prirode svog ponašanja i sklonosti agresiji, podložniji nego kastrati, nazimice, pa čak i imunokastrati, koji, do trenutka kada se otpremaju na klanje, očituju ponašanje slično kastriranim muškim svinjama. Također, valja naglasiti da su vrijednosti stupnja bljedoće u svim istraživanim grupama svinja također bile prilično visoke (od 52,42 u nazimica do 53,78 u kirurških kastrata), s čime u vezi se također može dovesti prilično visoko otpuštanje mesnog soka uočeno u svih fizioloških statusa. Naime, meso koje očituje poremećaje u kapacitetu zadržavanja vode i kojem je on smanjen, najčešće reflektira svjetlo disperzivno, što ga čini blijedim od drugih (Caldara i sur., 2013.). Osim toga, valja imati na umu da su pokusne životinje zaklane kada su dosegle živu masu od cca 110 kg, koja se, osobito u slučajevima hibrida selekcioniranih na brz i visok prirast, postiže u dobi od otprilike pet mjeseci. Kako je meso takve mlade životinje i samo nedovoljno zrelo, za očekivati je poremećaje u kvaliteti mesa, a osobito nizak kapacitet zadržavanja mesnog soka. Suprotno rezultatima našeg istraživanja, Batorek i sur. (2012.b) te Caldara i sur. (2013.) utvrdili su najviše otpuštanje mesnog soka u kastrata, dok Škrlep i sur. (2010.) i Albrecht (2011.) nisu utvrdili značajne razlike u ovom svojstvu između nerastova, kastrata i imunokastrata. Sukladno pak rezultatima ovog istraživanja, i Škrlep i sur. (2012.) navode

da su utvrdili najviše otpuštanje mesnog soka u nerastova, a slijede ga imunokastrati i kirurški kastrati. Glede stupnja blijedoće, mnogi autori navode da je meso imunokastrata često blijede od mesa nerastova (Batorek i sur., 2012.b; Škrlep i sur., 2012.) ili da između kastrata, imunokastrata i kirurških kastrata nisu utvrđene statistički značajne razlike za ovo svojstvo (Škrlep i sur., 2010.; Albrecht, 2011.; Van der Broeke i sur., 2016.). Slično rezultatima koje su izvijestili navedeni autori, u ovom istraživanju utvrđene su najviše CIE L* vrijednosti u imunokastrata i kastrata, a najniže vrijednosti u nazimica. Meso nerastova se pak nije razlikovalo niti od jednog od istraživanih fizioloških statusa ($P > 0,05$).

Iz rezultata prikazanih u Tablici 15. može se uočiti da se meso nerastova, imunokastrata i kirurških kastrata nije razlikovalo u stupnju crvenila (CIE a*), dok su sva tri fiziološka statusa pokazivala značajno više vrijednosti ($P < 0,05$) za ovo svojstvo u odnosu na nazimice, ukazujući na utjecaj spola. Ovo je u skladu s rezultatima Palomeras-Cuellara i sur. (2011.) te Peinade i sur. (2008.), koji su također utvrdili statistički značajne razlike ($P < 0,05$) u crveno/zelenom spektru između spolova. Slično navedenom, Gispert i sur. (2010.) izvijestili su o značajno višem stupnju crvenila mesa nerastova u odnosu na nazimice, no u navedenom istraživanju samo se imunokastrati nisu statistički razlikovali od nerastova ($P > 0,05$), dok su kirurški kastrati očitovali vrijednosti slične nazimicama ($P < 0,05$). Škrlep i sur. (2012.) izvijestili su pak o najvišem stupnju crvenila kod nerastova i najnižem u imunokastrata, dok se kirurški kastrati nisu značajno ($P > 0,05$) razlikovali od ostala dva fiziološka statusa. Iako u našem istraživanju nismo između ovih fizioloških statusa utvrdili statistički značajne razlike, ovaj je trend vidljiv i u rezultatima prikazanim u Tablici 15. Nerastovi, imunokastrati i kirurški kastrati imali su veći stupanj žutila (CIE b*) od nazimica, dok se muške svinje, bez obzira na fiziološki status, nisu razlikovale u ovom svojstvu. Sukladno ovim rezultatima, Pauly i sur. (2009.), Škrlep i sur. (2011.), kao i Albrecht (2011.), nisu utvrdili razlike između imunokastrata, kastrata i nerastova u ovom svojstvu, dok Škrlep i sur. (2010.) navode da je najviši stupanj žutila utvrđen u kirurških kastrata, dok se nerastovi i imunokastrati nisu razlikovali u ovom svojstvu. Također, istraživanje Palomares-Cuellara i sur. (2011.) potvrdilo je utjecaj spola na stupanj žutila, gdje su nazimice također očitovale više CIE b* vrijednosti u odnosu na svinje muškog spola.

U skladu s rezultatima drugih istraživanja (Pauly i sur., 2009.; Batorek i sur., 2012.b; Van der Broeke i sur., 2016.) najviše kalo kuhanja utvrđeno je u nerastova, a slijede ga imunokastrati, te naposljetku kirurški kastrati i nazimice. Najviše pak vrijednosti

instrumentalne nježnosti (WBSF) utvrđene su u imunokastrata, a slijede ih potom kirurški kastrati, te nerastovi i nazimice. Suprotno našim rezultatima, Van der Broeke (2016.), Caldara i sur. (2013.) te Škrlep i sur. (2012.) nisu utvrdili značajne razlike u ovom svojstvu između svinja različitog fiziološkog statusa, dok Batorek i sur. (2012.a) u metanalizi o utjecaju imunokastracije na proizvodna svojstva, veličinu reproduktivnih organa i steroidne komponente nerastovskog svojstva izvještava da imunokastrati imaju niže vrijednosti WBSF od intaktnih nerastova. Valja naglasiti, međutim, da unatoč činjenici da smo između svih istraživanih skupina utvrdili statistički značajne razlike, te razlike su vrlo male i bez praktičnog značenja. Osim toga, nježnost je vrlo kompleksno svojstvo, na koje utječe izuzetno veliki broj čimbenika, a najvažnijim se smatra kalpainsko-kalpastatinski proteolitički sustav, koji je u najvećoj mjeri ovisan o pH i kalciju (Kouakou i sur., 2005.), a ne o fiziološkom statusu, spolu životinje ili pasmini kojoj pripada.

U Tablici 16. prikazane su procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške za sastav trupova svinja potomaka različitih terminalnih linija nerastova. Iz tablice se može uočiti kako su potomci linije C imali najveću debljinu slanine te, sukladno tomu, i najnižu mesnatost, dok se u debljini mišića nisu razlikovali od potomaka linije A i B. Isto tako, potomci terminalnih linija nerastova A i B nisu se međusobno statistički značajno razlikovali u ovim svojstvima. Nadalje, potomci terminalne linije C imale se dulje ($P<0,05$) polovice od potomaka linije A i B, no u duljini buta se tri ispitivane linije nisu međusobno razlikovale ($P>0,05$). Trupovi svinja podrijetlom od terminalne linije nerasta A imale su najmanji opseg buta, dok se potomci ostalih dviju istraživanih linija nerastova nisu razlikovali u ovom svojstvu ($P>0,05$). Rezultate prikazane u Tablici 16. potvrđuju i istraživanja više autora, koji navode da su tovljenici križanci s pietrenom kao terminalnom pasminom bili mesnatiji, s manjom debljinom leđne slanine, dok su svinje kojima je za oca upotrijebljeno sjeme duroka imale dulje polovice s većim opsegom buta, ali i debljom leđnom slaninom (Edwards i sur., 2003.; Latorre i sur., 2003.; Radović i sur., 2012., Vidović i sur., 2015.). Suprotno ovome, Kušec i sur. (2004.) utvrdili su veću duljinu polovica u križanaca u čijem stvaranju je sudjelovala pasmina pietren kao terminalni nerast.

Tablica 16. Procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške (u zagradama) sastava trupova prema genotipu svinja

Svojstvo	Terminalna linija nerasta		
	A	B	C
N	80	80	80
Masa tople polovice (kg)	47,09 (0,38)	47,01 (0,38)	47,61 (0,38)
Debljina slanine, S (mm)	15,31 ^b (0,37)	14,78 ^b (0,37)	16,94 ^a (0,37)
Debljina Mišića, M (mm)	73,64 (0,59)	72,44 (0,59)	72,43 (0,59)
Mesnatost (%)	57,83 ^a (0,27)	57,90 ^a (0,27)	56,66 ^b (0,27)
Duljina polovice „a“	91,53 ^b (0,25)	91,66 ^b (0,25)	92,61 ^a (0,25)
Duljina polovice „b“	104,60 ^b (0,28)	104,84 ^b (0,28)	106,18 ^a (0,28)
Duljina buta (cm)	34,31 (0,11)	34,21 (0,11)	34,49 (0,11)
Opseg buta (cm)	74,34 ^b (0,14)	75,09 ^a (0,14)	75,23 ^a (0,14)

U Tablici 17. prikazane su procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške svojstava kvalitete mesa u odnosu na istraživani genotip svinja. Iz tablice je vidljivo kako su genotipovi A i B imali slične pH vrijednosti u butu i dugom leđnom mišiću mjerene 45 minuta *post mortem*, dok je genotip C imao nižu vrijednost pH. Suprotno tome, pH vrijednost mjerena 24 h nakon klanja u butu bila je značajno viša ($p < 0,05$) kod genotipa C nego kod genotipova A i B, dok se genotipovi nisu razlikovali u pH vrijednostima mjerenim u isto vrijeme u leđnom mišiću. U Tablici 17. vidljivo je da je genotip B imao najviše otpuštanje mesnog soka ($p < 0,05$), dok su genotipovi A i C imali niže i međusobno slično otkapavanje mesnog soka. Međutim, u potomaka sve tri ispitivane terminalne linije nerastova otkapavanje mesnog soka bilo je povišeno. Imajući na umu da je u stvaranju svih triju linija sudjelovao pietren, povišene vrijednosti otkapavanja mesnog soka bile su očekivane. Štoviše, kako je terminalna linija B zapravo

čisti pietren otporan na malignu hipertermiju, vrijednosti otpuštanja mesnog soka bile su i najviše, dok se u potomaka terminalnih linija A i C, u kojima je pietren križan s velikim jorkšiom, odnosno kombinacijom duroka i velikog jorkšira, može uočiti niže otkapavanje u odnosu na terminalnu liniju B. Ove rezultate potvrđuju i rezultati istraživanja Šimeka i sur. (2004.) te Rybarczyka i sur. (2011.), koji navode da križanje pietrena s durokom ili bijelim pasminama svinja poboljšava kvalitetu mesa potomka bez narušavanja tehnološke vrijednosti mesa. Nadalje, i rezultati istraživanja Choia i sur. (2014.) te Lloverasa i sur. (2008.) također su pokazali su da svinje pasmine durok, odnosno tovljenici nastali križanjem s durokom kao terminalnim nerastom imaju niže otkapavanje/bolji kapacitet zadržavanja mesnog soka u odnosu na križance s jorkšiom ili PIC hibride.

Tablica 17. Procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške (u zagradama) svojstava kvalitete mesa prema genotipu svinja

Svojstvo	Terminalna linija		
	A	B	C
N	80	80	80
pH ₄₅ , but	6,45 ^a (0,02)	6,42 ^a (0,02)	6,34 ^b (0,02)
pH ₄₅ , MLD	6,27 ^a (0,03)	6,28 ^a (0,03)	6,18 ^b (0,03)
pH ₂₄ , but	5,60 ^b (0,01)	5,62 ^b (0,01)	5,65 ^a (0,01)
pH ₂₄ , MLD	5,54 (0,01)	5,55 (0,01)	5,56 (0,01)
EZ_dripLoss (%)	7,38 ^b (0,32)	8,73 ^a (0,32)	7,08 ^b (0,32)
CIE L*	52,93 ^b (0,25)	53,86 ^a (0,25)	52,86 ^b (0,25)
CIE a*	7,74 ^{ab} (0,13)	7,44 ^b (0,13)	8,05 ^a (0,13)
CIE b*	3,43 (0,10)	3,37 (0,10)	3,36 (0,10)
Kalo kuhanja (%)	34,34 (0,16)	34,08 (0,16)	34,20 (0,16)
WBSF (N)	45,62 ^a (0,73)	43,41 ^b (0,73)	43,54 ^b (0,73)

^{a,b}P<0,05

U Tablici 17. može se uočiti također kako je najsvjetlija boja mesa (CIE L*) utvrđena kod genotipa B, dok su genotipovi A i C imali slične vrijednosti za ovaj pokazatelj. Nadalje, tovljenici potomci terminalne linije C imali su najviše vrijednosti crveno/zelenog spektra, a najniže CIE a* vrijednosti uočene su u potomaka terminalne linije B. S obzirom da je u stvaranju svih triju linija nerastova sudjelovao pietren, povišene vrijednosti stupnja bljedoće /CIE L*=52,93 (A); 53,86 (B); 52,86 (C)/, prikazane u Tablici 17. bile su očekivane, no u tablici se također može vidjeti kako je križanje pietrena s velikim jorkširom (terminalna linija A), odnosno kombinacijom duroka i velikog jorkšira (terminalna linija C) značajno ($P<0,05$) smanjilo CIE L* vrijednosti. Do sličnih rezultata došli su i Kušec i sur. (2004.), koji navode da potomci dCIE L*uroka kao terminalnog nerasta imaju bolji kapacitet zadržavanja mesnog soka te niže CIE L* vrijednosti. Suprotno pak rezultatima ovog istraživanja, Lloveras i sur. (2008.) navode da su svinje nastale križanjem PIC412 nerasta s C22 krmačama očitovale najpoželjniji stupanj bljedoće. Glede stupnja crvenila (CIE a*), isti autori navode da su svinje nastale križanjem s durokom kao terminalnim nerastom očitovali najpoželjnije vrijednosti, što je u skladu s rezultatima ovog istraživanja. Općenito, mnogi autori navode da križanje s durokom ne popravlja samo svojstva trupa u smislu većeg sadržaja i kakvoće intramuskularne masti, već i poželjnih vrijednosti crveno/zelenog spektra (Kušec i sur., 2004; Rybarczyk i sur., 2011.), a to je svojstvo osobito važno pri proizvodnji visokovrijednih tradicionalnih proizvoda poput pršuta.

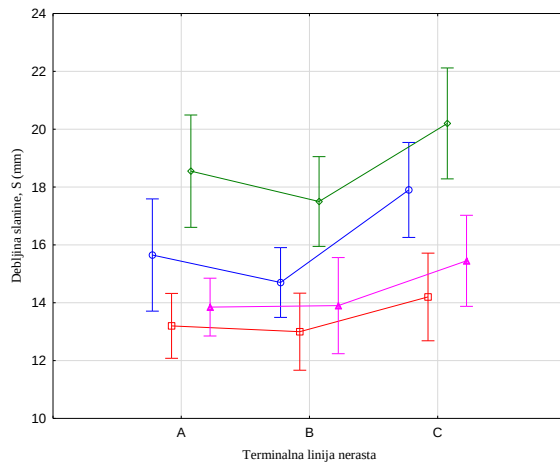
U Tablici 17. također se može uočiti da su svinje potomci terminalne linije nerasta A imali značajno ($P>0,05$) veće vrijednosti od potomaka terminalnih linija B i C. Unatoč tome što su između ove tri linije utvrđene statistički značajne razlike, iz tablice je vidljivo da je ta razlika vrlo mala (2,21 i 2,08 N) i zapravo bez praktičnog značenja za procesnu industriju.

Na Slici 15. prikazan je grafikon razlika u debljini slanine (S) između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Pri tome imunokastrati terminalne linije „A“ (15,65 mm) značajno su se razlikovali od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „C“ (20,20 mm; $P=0,001$). Nekastrirane svinje potomaka nerastova terminalne linije nerastova linije „A“ (13,20 mm) značajno su se razlikovale od kirurških kastrata pripadnika iste terminalne linije (18,55; $P<0,001$); kirurških kastrata potomaka terminalne linije „B“ (17,50 mm; $P=0,002$); kirurških kastrata potomaka terminalne linije „C“ (20,20 mm; $P<0,001$) i imunokastrata pripadnika terminalne linije „C“ (17,90 mm kg; $P<0,001$). Kirurški kastrati pripadnici

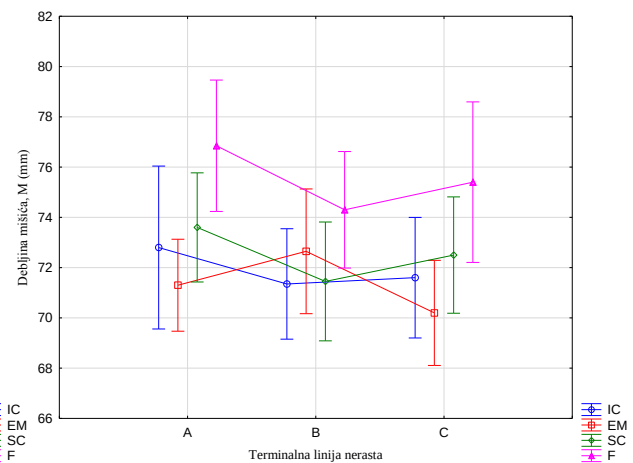
terminalne linije „A“ (18,55 mm) značajno su se razlikovali od nazimica pripadnika iste terminalne linije nerastova (13,85 mm; $P<0,001$); nazimica terminalne linije nerasta „B“ (13,90 mm; $P<0,001$); imunokastrata potomaka terminalne linije „B“ (14,70 mm; $P=0,014$); nekastriranih svinja pripadnika terminalne linije „B“ (13,00 mm; $P<0,001$) i nekastriranih svinja pripadnika terminalne linije „C“ (14,20 mm kg; $P=0,002$). Nadalje, nazimice terminalne linije „A“ (13,85 mm) značajno su se razlikovale od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „B“ (17,50 mm; $P=0,027$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „C“ (20,20 mm; $P<0,001$) i imunokastrata pripadnika terminalne linije „C“ (17,90 mm; $P<0,001$), dok su se imunokastrati pripadnici terminalne linije „B“ (14,70 mm) značajno razlikovali od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „C“ (20,20 mm; $P<0,001$). Nekastrirane svinje terminalne linije „B“ (13,00 mm) značajno su se razlikovale od kirurških kastrata pripadnika iste terminalne linije nerastova (17,50 mm; $P=0,001$); kirurških kastrata potomaka terminalne linije „C“ (20,20 mm; $P<0,001$), te imunokastrata pripadnika terminalne linije „C“ (17,90 mm; $P<0,001$). Kirurški kastrati potomaka terminalne linije „B“ (17,50 mm) značajno su se razlikovali od nazimica pripadnika iste terminalne linije nerastova (13,90 mm; $P=0,032$), te su se razlikovali od nekastriranih svinja pripadnika terminalne linije „C“ (14,20 mm; $P=0,076$). Nadalje, nazimice terminalne linije „B“ (13,90 mm) značajno su se razlikovale od imunokastrata pripadnika terminalne linije „C“ (17,90 mm; $P=0,008$) i kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „C“ (20,20 mm; $P<0,001$). Imunokastrati pripadnika terminalne linije „C“ (17,90 mm) značajno su se razlikovali od nekastriranih svinja pripadnika iste terminalne linije nerastova (14,20 mm; $P=0,023$), a isti se značajno razlikuje od kirurških kastrata terminalne linije „C“ (20,20 mm; $P<0,001$). Kirurški kastrati pripadnika terminalne linije „C“ (20,20 mm) značajno su se razlikovali od nazimica pripadnika iste terminalne linije nerastova (15,45 mm; $P=0,077$).

Glede razlika između pojedinih fizioloških statusa unutar pripadnika pojedine terminalne linije nerasta statistički značajne razlike ($P<0,05$) utvrđene su između kirurških kastrata i ostala tri fiziološka statusa u pripadnika terminalne linije nerastova A, kirurških kastrata i nerastova te nazimica pripadnika terminalne linije B (između imunokastrata i kirurških kastrata nisu utvrđene statistički značajne razlike), dok su u pripadnika terminalnoj liniji C kirurški kastrirane i imunokastrirane muške životinje imale značajno više ($P<0,05$) debljine leđne slanine od nekastriranih muških i ženskih životinja.

Ipak, valja naglasiti da su najveće debljine slanine u potomaka svih terminalnih linija nerastova očitovali kirurški kastrati, a potom ih slijede imunokastrati i nazimice, dok su nekastrirane muške svinje, očekivano, imale i najmanje debljine ledne slanine.



Slika 15. Razlike u debljini slanine (S) između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A, B, C)



Slika 16. Razlike u debljini mišića (M) između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A, B, C)

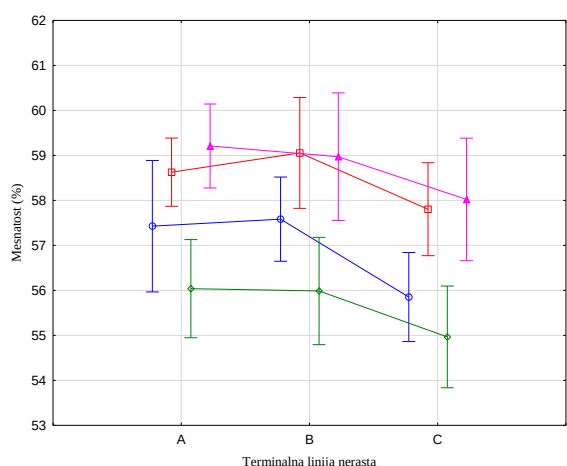
Slika 16. prikazuje razlike u debljini mišića (M) između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Statistički značajne razlike utvrđene su između nekastriranih svinja pripadnika terminalne linije nerasta „A“ (71,30 mm) i nazimica pripadnika iste terminalne linije (76,85 mm; $P=0,041$), dok su se iste značajno razlikovale od imunokastrata pripadnika terminalnoj liniji nerasta „B“ (71,35 mm; $P=0,045$); imunokastrata pripadnika terminalnoj liniji „C“ (71,60 mm; $P=0,071$); kirurških kastrata pripadnika terminalnoj liniji „B“ (71,45 mm; $P=0,054$), te nekastriranih svinja pripadnika terminalne linije „C“ (70,20 mm; $P=0,003$). Nekastrirane svinje pripadnika terminalne linije „C“ (70,20 mm) značajno su se razlikovale od nazimica terminalne linije „C“ (75,40 mm; $P=0,077$).

Promatrajući razlike u debljini mišića svinja različitog fiziološkog stanja prema njihovu genotipu vidljivo je kako su u svih terminalnih linija najveću debljinu mišića imale nazimice. U terminalnih linija A i C nakon nazimica slijedili su kirurški kastrati pa potom imunokastrirane i naposljetku nekastrirane muške svinje. U terminalne linije B nazimice su

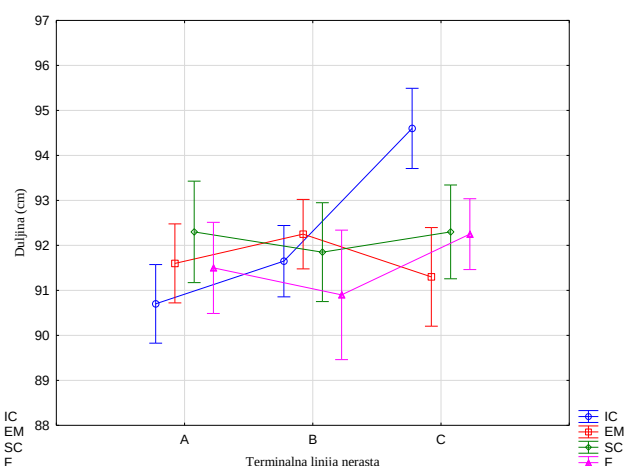
pak slijedili nerastovi, a tek onda kirurški kastrati i imunokastrati. Nadalje, u pripadnika terminalne linije A statistički značajne razlike ($P<0,05$) utvrđene su između nerastova i nazimica, dok je u pripadnika terminalnoj liniji C utvrđena tendencija postojanja značajnih razlika ($P<0,1$) također između nerastova i nazimica. Imunokastrirane i kirurški kastrirane životinje nisu se razlikovale niti međusobno, niti s ostalim istraživanim fiziološkim statusima.

Slika 17. prikazuje razlike u mesnatosti između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Pri tome se nekastrirane svinje pripadnici terminalne linije "A" (58,63%) značajno razlikuju od kirurških kastrata pripadnika iste terminalne linije (56,04%; $P=0,039$); pripadnika kirurških kastrata terminalne linije "B" (55,99%; $P=0,031$), kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "C" (54,97%; $P<0,001$), te imunokastrata pripadnika terminalne linije "C" (55,85%; $P=0,017$). Nadalje, imunokastrati pripadnici terminalne linije "A" (57,43%) značajno su se razlikovali od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije nerastova "C" (54,97%; $P=0,065$). Kirurški kastrati terminalne linije "A" (56,04%) značajno su se razlikovali od nazimica pripadnika iste terminalne linije (59,21%; $P=0,002$); nazimica terminalne linije "B" (58,97%; $P=0,008$) i nerastova pripadnika terminalne linije "B" (59,05%; $P=0,005$). Nadalje, nazimice pripadnika terminalne linije "A" (59,21%) značajno su se razlikovale od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "B" (55,99%; $P=0,001$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "C" (54,97%; $P<0,001$), te imunokastrata pripadnika terminalne linije "C" (55,85%; $P<0,001$). Imunokastrati pripadnici terminalne linije "B" (57,58%) značajno su se razlikovali od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "C" (54,97%; $P=0,035$). Nerastovi pripadnici terminalne linije "B" (59,05%) značajno su se razlikovali od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije nerastova "B" (55,99%; $P=0,004$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije nerastova "C" (54,97%; $P<0,001$) i imunokastrata pripadnika terminalne linije nerastova "C" (55,85%; $P=0,002$). Nadalje, kirurški kastrati pripadnici terminalne linije "B" (55,99%) značajno su se razlikovali od nazimica iste terminalne linije (58,97%; $P=0,006$). Nazimice pripadnici terminalne linije "B" (58,97%) značajno su se razlikovale od imunokastrata pripadnika terminalne linije "C" (55,85 %; $P=0,003$), te kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "C" (54,97%; $P<0,001$). Nadalje, nerastovi pripadnici terminalne linije "C" (57,80%) značajno razlikovali od kirurških kastrata pripadnika iste terminalne linije (54,97%; $P=0,013$), dok

su se kirurški kastrati pripadnici terminalne linije “C” (54,97%) značajno razlikovali od nazimica iste terminalne linije (58,02%; $P=0,004$).



Slika 17. Razlike u mesnatosti između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A, B, C)



Slika 18. Razlike u duljini polovice „a“ između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A, B, C)

Jednako trendu opisanom za debljinu slanine, najveću mesnatost očitovale su nazimice, a potom su ih slijedili nerastovi te imunokastrati i na kraju kirurški kastrati u svih triju istraživanih terminalnih linija nerastova. Pri tome valja naglasiti da su nerastovi i nazimice terminalne linije A imali značajno višu ($P<0,05$) mesnatost od kirurških kastrata, dok se imunokastrati nisu razlikovali od ostala tri istraživana fiziološka statusa u ovom svojstvu. Razlike između istih fizioloških statusa utvrđene su i u pripadnika terminalnim linijama nerasta B i C. Navedeno indicira da nerastovi nisu uspjeli ispoljiti svoj potencijal u smislu dobivanja mesa sa najvećim postotkom mišićnog tkiva, kako se očekivalo, te da se u potomaka istraživanih linija treba pribjeći uzgoju nerastova do više završne mase/starije dobi, kako bismo ih mogli optimalno iskoristiti.

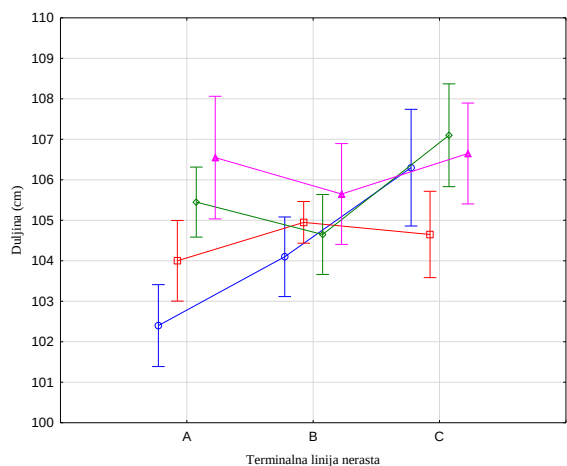
Slika 18. prikazuje graf razlike u duljini polovice „a“ između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Pri tome su se imunokastrati pripadnici terminalne linije “C” (94,60 cm) statistički značajno razlikovali od imunokastrata pripadnika terminalne linije “A” (90,70 cm; $P<0,001$); imunokastrata pripadnika terminalne linije “B” (91,65 cm; $P<0,001$); nerastova pripadnika

terminalne linije "A" (91,60 cm; $P<0,001$); nerastova pripadnika terminalne linije "B" (92,25 cm; $P=0,025$); nerastova pripadnika terminalne linije "C" (91,30 cm; $P<0,001$); kirurških kastrata potomaka terminalne linije "A" (92,30 cm; $P=0,032$); kirurških kastrata potomaka terminalne linije "B" (91,85 cm; $P=0,002$); kirurških kastrata potomaka terminalne linije "C" (92,30 cm; $P=0,025$); nazimica potomaka terminalne linije "A" (91,50 cm; $P<0,001$); nazimica potomaka terminalne linije "B" (90,90 cm; $P<0,001$) i nazimica potomaka terminalne linije "C" (106,65 cm; $P=0,025$).

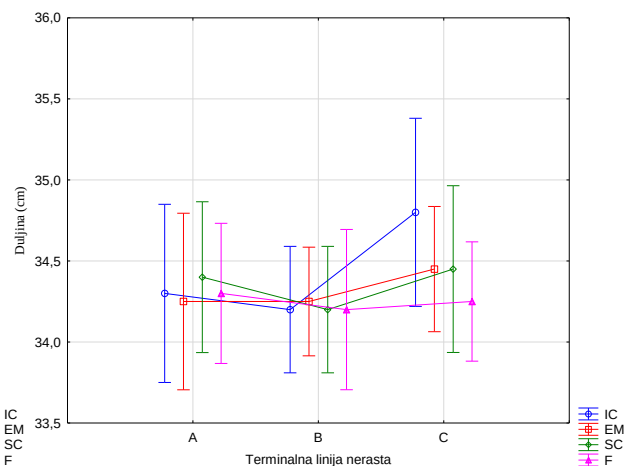
Promatrajući razlike u duljini polovice „a“ između istraživanih svinja vidljivo je da su unutar terminalne linije „A“ najdužu duljinu polovice „a“ imali kirurški kastrati, potom slijede imunokastrati, nerastovi i nazimice, dok su unutar terminalne linije „B“ najdužu polovicu „a“ imali nerastovi, a potom ih slijede nazimice i imunokastrati. Najveću duljinu polovice „a“ unutar terminalne linije „C“ imali su imunokastrati, slijede kirurški kastrati, nazimice i nerastovi. Nadalje, u pripadnika terminalne linije „A“ i „B“ nisu utvrđene statistički značajne razlike između fizioloških statusa, dok su se unutar terminalne linije „C“ imunokastrati statistički značajno razlikovali od ostala tri fiziološka statusa. Valja naglasiti da su imunokastrati pripadnici terminalne linije C imali značajno ($P<0,05$) veću duljinu polovice „a“ od svih ostalih ispitivanih svojstava unutar sviju ostalih terminalnih linija.

Slika 19. prikazuje razlike u duljini polovici „b“ između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Imunokastrati pripadnika terminalne linije nerastova "A" (102,40 cm) statistički se značajno razlikuju od imunokastrata pripadnika terminalne nerastova "C" (106,30 cm; $P<0,001$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "A" (105,45 cm; $P=0,003$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "C" (107,10 cm; $P<0,001$); nazimica pripadnika terminalne linije "A" (106,55 cm; $P<0,001$); nazimica pripadnika terminalne linije "B" (105,65 cm; $P=0,001$); nazimica pripadnika terminalne linije "C" (106,65 cm; $P<0,001$), te nerastova pripadnika terminalne linije nerastova "B" (104,94 cm; $P=0,038$). Nerastovi potomci terminalne linije nerastova "A" (104,00 cm) statistički značajno su se razlikovali od nazimica pripadnika iste terminalne linije (106,55 cm; $P=0,038$); nazimice pripadnika terminalne linije nerastova "C" (106,65; $P=0,024$) i kirurških kastrata pripadnika terminalne linije nerastova "C" (107,10 cm; $P=0,002$). Nadalje, nazimice pripadnika terminalne linije "A" (106,55 cm) statistički su se značajno razlikovali od imunokastrata pripadnika terminalne linije "B" (104,10 cm; $P=0,057$), dok su se isti

razlikovali od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „C” (107,10 cm; $P=0,004$) i nazimica pripadnika pripadnika terminalne linije nerastova „C” (106,65 cm; $P=0,038$). Kirurški kastrati pripadnika terminalne linije „B” (104,65 cm) značajno su se razlikovali od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „C” (107,10 cm; $P=0,057$).



Slika 19. Razlike u duljini polovici „b” između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A, B, C)



Slika 20. Razlike u duljini buta između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A, B, C)

Iz Slike 19. vidljivo je da su najveće vrijednosti duljine polovice „b” unutar terminalne linije „A” imale nazimice, a slijede ih kirurški kastrati, potom nerastovi i imunokastrati, dok su unutar terminalne linije „B” najdulju polovicu imale nazimice, a potom ih slijede nerastovi, kirurški kastrati i naposljetku imunokastrati. Najdulju polovicu unutar terminalne linije „C” imali su kirurški kastrati, a potom slijede nazimice, imunokastrati i nerastovi. Nadalje, u pripadnika terminalne linije „A” imunokastrati su se statistički značajno razlikovali od ($P<0,05$) kirurških kastrata i nazimica, te su se nerastovi statistički značajno razlikovali ($P<0,05$) od nazimica. Unutar terminalne linije „B” nisu utvrđene statistički značajne razlike između fizioloških statusa, dok je unutar terminalne linije „C” postojala tendencija postojanja razlika ($P<0,01$) između nerastova i kirurških kastrata.

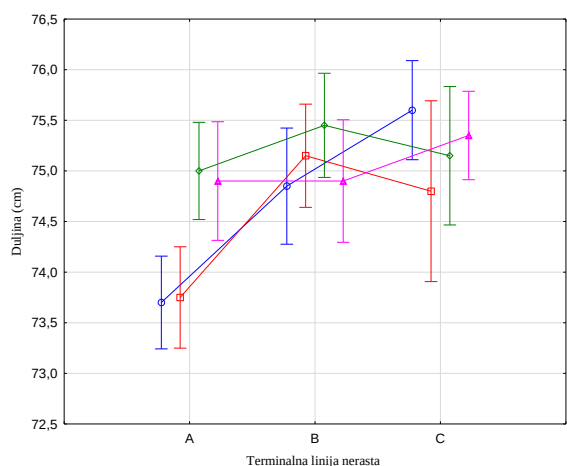
Slika 20. prikazuje razlike u duljini buta između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerastova. Iz prikaza je

vidljivo da između istraživanih svinja za navedene pokazatelje nije utvrđena statistički značajna razlika ($P>0,05$). Na Slici 20. vidljivo je da su unutar terminalne linije „A“ najdužu duljinu buta imali kirurški kastrati, potom slijede nazimice i imunokastrati s jednakom duljinom te nerastovi, dok u terminalnoj liniji „B“ jednake dužine buta imali su imunokastrati, kirurški kastrati i nazimice, a nerastovi su imali kraću dužinu buta. Najdulji but unutar terminalne linije „C“ imali su imunokastrati, potom ga slijede nerastovi i kirurški kastrati sa jednakom duljinom buta, te naposljetku nazimice. Nadalje, u pripadnika terminalne linije „A“ i „B“ i „C“ nisu utvrđene statistički značajne razlike između fizioloških statusa.

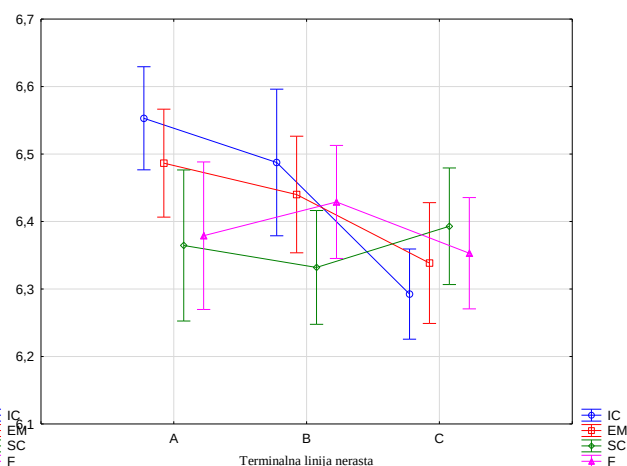
Slika 21. prikazuje razlike u opsegu buta između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Pri tome su se imunokastrati pripadnika terminalne linije nerastova „A“ (73,70 cm) statistički značajno razlikovali od kirurških kastrata iste terminalne linije (75,00 cm; $P=0,038$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „B“ (75,45 cm; $P<0,001$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „C“ (75,15 cm; $P=0,010$); nerastova pripadnika terminalne linije „B“ (74,90 cm; $P=0,010$); imunokastrata pripadnika terminalne linije „C“ (75,60 cm; $P<0,001$); nazimica pripadnika terminalne linije „A“ (74,90 cm; $P=0,083$), te nazimica pripadnika terminalne linije „C“ (75,35 cm; $P=0,002$). Nadalje, nerastovi terminalne linije „A“ (73,75 cm) značajno su se razlikovali od kirurških kastrata pripadnika iste terminalne linije (75,00 cm; $P=0,057$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „B“ (75,45 cm; $P<0,001$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „C“ (75,15 cm; $P=0,016$); nerastova pripadnika terminalne linije „B“ (75,15 cm; $P=0,016$); imunokastrata pripadnika terminalne linije „C“ (75,60 cm; $P<0,001$) i nazimica pripadnika terminalne linije „C“ (75,35 cm; $P=0,001$).

Iz Slike 21. može se uočiti kako je najveći opseg buta unutar terminalne linije „A“ bio kod kirurških kastrata, potom kod nerastova, te nazimica i imunokastrata, dok je unutar terminalne linije „B“ najveći bio također kod kirurških kastrata, a potom kod nerastova, nazimica i imunokastrata. Najveći opseg buta unutar terminalne linije „C“ bio je kod imunokastrata, potom kod nazimica, kirurških kastrata i nerastova. Statistički značajna razlika ($P<0,05$) unutar terminalne linije „A“ uočena je između imunokastrata i kirurških kastrata, dok je postojala tendencija razlika ($P<0,1$) između imunokastrata i nazimica, te kirurških kastrata i nerastova. Nadalje u pripadnika terminalne linije „B“ i „C“ nisu utvrđene statistički značajne razlike između fizioloških statusa.

Generalno, promatrajući razlike između pojedinih fizioloških statusa/spolova u odnosu na pojedine terminalne linije nerastova iz prikazanih slika o interakciji genotipa i fiziološkog statusa može se utvrditi da u ekonomski važnim svojstvima, poput debljine mišića (mjerenom za procjenu mesnatosti metodom dvije točke) te mesnatosti, nerastovi/imunokastrati još uvijek nisu uspjeli ispoljiti svoj potencijal pri ovim relativno malim završnim masama (mlađoj dobi). Ipak, čak i pri ovim završnim masama vidljivo je da nerastovi imaju mesnatost veću od imunokastrata i kirurških kastrata, te se u ovoj vrijednosti približavaju postotku mišića nazimica. Također, u pripadnika svih terminalnih linija nerasta, kirurški kastrati imali su najniže postotke mišićnog tkiva u polovicama, dok su imunokastrati očitovali intermedijarne vrijednosti u ovom svojstvu. Ipak, najveće duljine polovica, kao i najveći opseg buta, dva izuzetno važna svojstva, osobito u proizvodnji svinja za preradu butova, utvrđeni su u imunokastrata terminalne linije C. Uzimajući u obzir navedena svojstva, kao i relativno dobru mesnatost (55,86%), ovaj se spol i terminalna linija nerasta može preporučiti za tov pri proizvodnji svinja za preradu mesa u tradicionalne mesne proizvode (primjerice pršuta/šunke).



Slika 21. Razlike u opsegu buta između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A,B, C)



Slika 22. Razlike u inicijalnom pH u butu između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A, B, C)

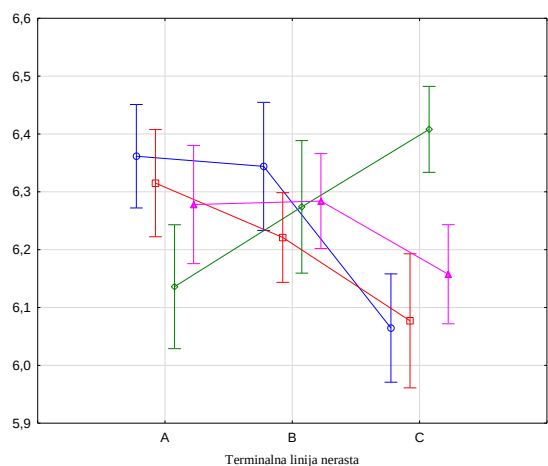
Na Slici 22. prikazan je grafikon razlika u inicijalnom pH u butu između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj

liniji nerasta. Imunokastrati pripadnika terminalne linije nerastova "A" (6,55) statistički značajno su se razlikovali od kirurških kastrata iste terminalne linije (6,36; $P=0,080$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "B" (6,33; $P=0,014$); imunokastrata pripadnika terminalne linije nerastova "C" (6,29; $P=0,001$), te nerastova pripadnika terminalne linije nerastova "C" (6,34; $P=0,020$). Nadalje, imunokastrati pripadnika terminalne linije "C" (6,29) statistički se značajno razlikuju od nerastova pripadnika terminalne linije "A" (6,49; $P=0,062$) i imunokastrata pripadnika terminalne linije "B" (6,55; $P=0,059$).

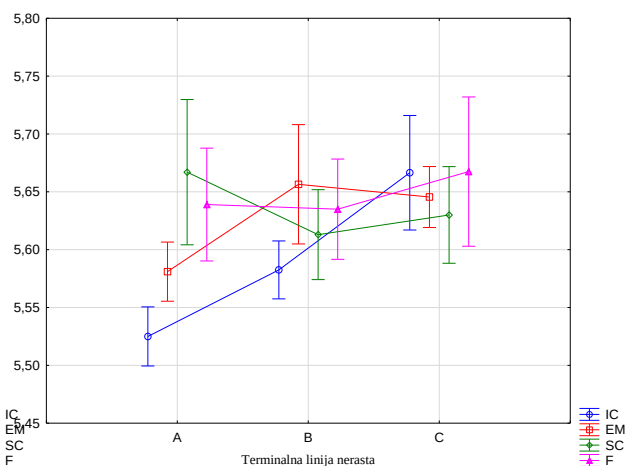
Promatrajući razlike između pojedinih terminalnih linija nerastova i pojedinih fizioloških statusa iz Slike 22. može se uočiti kako je najviša vrijednost pH_{45} izmjerena u butu kod terminalne linije „A“ i „B“ bila kod imunokastrata, potom kod nerastova, nazimica i kirurških kastrata, dok je u terminalnoj liniji „C“ najviša vrijednost pH_{45} utvrđena kod kirurških kastrata, a potom nazimica, nerastova i imunokastrata. Unutar sve tri terminalne linije nerastova „A“, „B“ i „C“ nisu utvrđene statistički značajne razlike između pojedinih fizioloških statusa ($P>0,05$).

Slika 23, prikazuje razlike u inicijalnom pH u leđnom mišiću između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Pri tome su se imunokastrati pripadnika terminalne linije nerastova "A" (6,36) značajno su se razlikovali od kirurških kastrata iste terminalne linije (6,16; $P=0,027$); imunokastrata pripadnika terminalne linije nerastova "C" (6,06; $P<0,001$); nerastova pripadnika terminalne linije "C" (6,08; $P<0,001$) i nazimica pripadnika terminalne linije nerastova "C" (6,16; $P=0,075$). Nadalje nerastovi pripadnici terminalne linije "A" (6,32) značajno se razlikuju od nerastova pripadnika terminalne linije "C" (6,08; $P<0,001$); također i imunokastrata pripadnika terminalne linije "C" (6,06; $P=0,006$). Kirurški kastrati pripadnika terminalne linije "A" (6,14) značajno se razlikuju od imunokastrata pripadnika terminalne linije "B" (6,34; $P=0,063$) i kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "C" (6,41; $P=0,001$). Dok su se nazimice pripadnika terminalne linije "A" (6,28) statistički značajno razlikovale od imunokastrata pripadnika terminalne linije "C" (6,06; $P=0,048$), te nerastova pripadnika terminalne linije "C" (6,16; $P=0,086$). Imunokastrati pripadnika terminalne linije "B" (6,34) značajno se razlikuju od imunokastrata pripadnika terminalne linije "C" (6,06; $P=0,01$) kao i od nerasta pripadnika terminalne linije "C" (6,08; $P=0,002$). Nadalje imunokastrati pripadniciterminalne linije "C" (6,06) značajno su se razlikovali od kirurških kastrata iste terminalne linije (6,41;

$P<0,001$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "B" (6,27; $P=0,058$) također i od nazimica pripadnika terminalne linije "B" (6,28; $P=0,036$). Nazimice pripadnika terminalne linije "B" (6,28) značajno su se razlikovale od nerastova pripadnika terminalne linije "C" (6,16; $P=0,066$), dok su se isti razlikovali od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "C" (6,41; $P<0,001$). Kirurški kastrati terminalne linije "C" (6,41) statistički su se značajno razlikovali od nazimiva iste terminalne linije (6,16; $P=0,006$).



Slika 23. Razlike u inicijalnom pH u leđnom mišiću između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A,B,C)



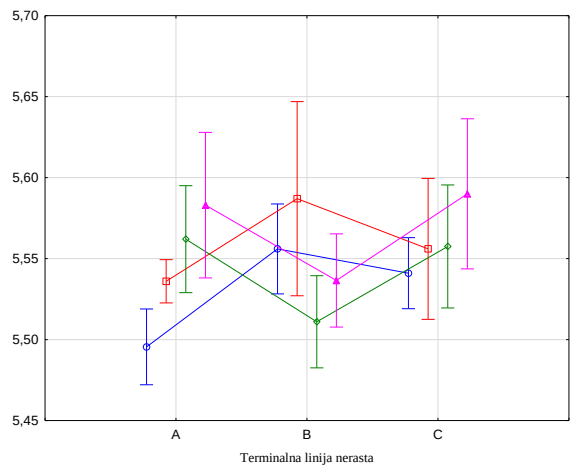
Slika 24. Razlike u završnom pH u butu između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A,B,C)

Na Slici 23. vidljivo je da je najviša vrijednost pH₄₅ izmjerena u leđnom mišiću unutar terminalne linije „A“ bila kod imunokastrata, potom nerastova, te nazimica i kirurških kastrata, dok je unutar terminalne linije „B“ bila također kod imunokastrata, a potom nazimica, kirurških kastrata i nerastova. Najviša vrijednost pH₄₅ izmjerena u leđnom mišiću unutar terminalne linije „C“ utvrđena kod kirurških kastrata, potom kod nazimica, nekastriranih muških svinja i imunokastrata. Unutar terminalne linije „A“ statistički značajne razlike uočene su između kirurških kastrata i imunokastrata, dok su kirurški kastrirane muške životinje imale značajno višu pH₄₅ vrijednost ($P<0,05$) od ostalih životinja u terminalne linije nerastova C. Unutar terminalne linije „B“ nisu utvrđene statistički značajne razlike ($P<0,05$) između pojedinih fizioloških statusa u ovom svojstvu.

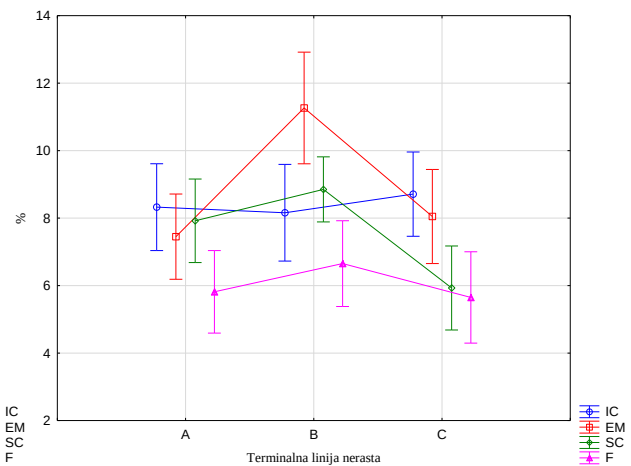
Na Slici 24. prikazan je grafikon razlike u završnom pH u butu između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Pri tome su se imunokastrati pripadnici terminalnoj liniji nerasta "A" (5,53) statistički značajno razlikovali od kirurških kastrata iste terminalne linije (5,67; $P<0,001$) te kirurških kastrata terminalne linije "C" (5,63; $P=0,021$); od nazimica pripadnosti terminalne linije "A" (5,64; $P=0,007$); nazimica pripadnosti terminalne linije "B" (5,64; $P=0,012$); nazimica pripadnosti terminalne linije "C" (5,67; $P<0,001$); nerastova pripadnika terminalne linije "B" (5,66; $P<0,001$); nerastova pripadnika terminalne linije "C" (5,65; $P=0,003$) i imunokastrata pripadnika terminalne linije nerastova "C" (5,67; $P<0,001$).

Iz Slike 24. može se uočiti kako je najviša vrijednost pH_{24} izmjerena u butu unutar terminalne linije „A“ bila kod kirurških kastrata, a slijede ih nazimice, te potom nerastovi i imunokastrati, dok je unutar terminalne linije „B“ najviša vrijednost pH_{24} bila kod nerastova, a potom kod nazimica, kirurških kastrata i imunokastrata. Najviša vrijednost pH_{24} unutar terminalne linije „C“ bila je kod nekastriranih muških svinja, potom ih slijede nazimice, imunokastrati i naposljetku kirurški kastrati. Unutar terminalne linije „A“ imunokastrati imali značajno viši pH_{24} ($P<0,05$) od kirurških kastrata i nazimica, dok unutar terminalne linije nerastova „B“ i „C“ nisu utvrđene statistički značajne razlike između pojedinih fizioloških statusa ($P>0,05$).

Slika 25. prilazuje razlike u završnom pH u leđnom mišiću između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Pri tome su se imunokastrati pripadnici terminalnoj liniji "A" (5,53) statistički značajno razlikovali od nazimica iste terminalne linije (5,64; $P=0,018$) te nazimica terminalne linije "C" (5,67; $P=0,006$) također i nerastova pripadnika terminalne linije "B" (5,59; $P=0,006$).



Slika 25. Razlike u završnom pH u lednom mišiću između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A, B, C)



Slika 26. Razlike u otpapavanju mesnog soka u lednom mišiću između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A,B,C)

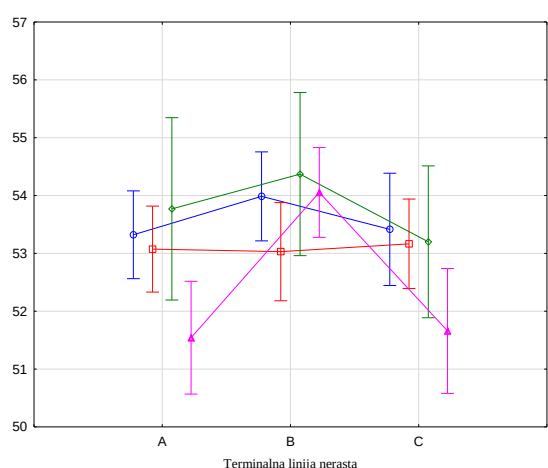
Promatrajući razlike između pojedinih terminalnih linija nerastova i pojedinih fizioloških statusa iz Slike 24. može se uočiti kako je najviša vrijednost pH₂₄ izmjerena u lednom mišiću kod terminalne linije „A“ i „C“ bila kod nazimica, a potom kirurških kastrata, te nerastova i imunokastrata, dok je unutar terminalne linije „B“ najviša vrijednost pH₂₄ izmjerena u lednom mišiću bila kod nerastova, potom kod imunokastrata, nazimica i kirurških kastrata. Unutar sve tri terminalne linije nerastova nisu utvrđene statistički značajne razlike između pojedinih fizioloških statusa ($P>0,05$) u završnoj pH vrijednosti u MLD-u.

Na Slici 26. prikazan je grafikon razlika u otpapavanju mesnog soka u lednom mišiću između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Imunokastrati pripadnici terminalne linije nerastova „A“ (8,33%) statistički značajno razlikovali od nerastova pripadnika terminalne linije „B“ (11,26%; $P=0,041$) također i od nazimica pripadnika terminalne linije „C“ (5,65%; $P=0,099$). nerastovi pripadnici terminalne linije „B“ (11,26) značajno su se razlikovali od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „A“ (7,92%; $P=0,008$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „C“ (5,93 %; $P<0,001$); nazimica pripadnika terminalne linije „A“ (5,82%; $P<0,001$); nazimica pripadnika terminalne linije „B“ (6,65%; $P<0,001$) te nazimica pripadnika terminalne linije „C“ (5,65 %; $P<0,001$) također su se razlikovali i od

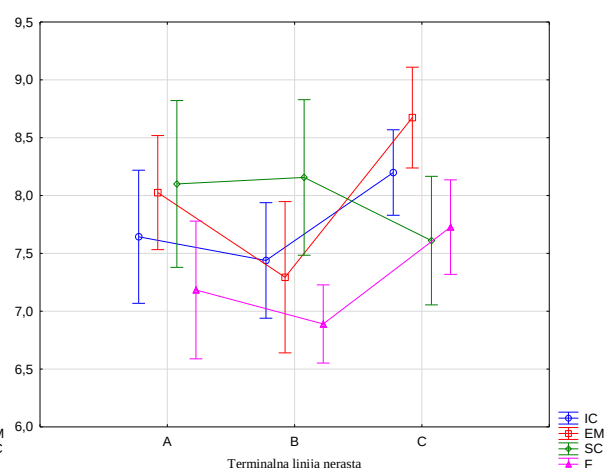
nerastova pripadnika terminalne linije "C" (8,05%; $P=0,014$). Nadalje, nazimice pripadnika terminalne linije "A" (5,82%) statistički su se značajno razlikovale od kirurških kastrata terminalne linije "B" (8,85%; $P=0,029$), te od iminokastrata terminalne linije "C" (8,71%; $P=0,048$). Kirurški kastrati pripadnici terminalne linije nerastova "B" (8,85%) značajno su se razlikovali od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "C" (5,93%; $P=0,043$) i nazimica pripadnika terminalne linije "C" (5,65%; $P=0,015$), dok su se imunokastrati pripadnici terminalne linije "C" (8,71%) razlikovali od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "C" (5,93%; $P=0,071$), te također od nazimica iste terminalne pasmine (5,65%; $P=0,026$).

Iz Slike 26. može se uočiti kako je najviši postotak otpuštanja mesnog soka unutar terminalne linije „A“ bio kod imunokastrata, a potom kirurških kastrata, nekastriranih muških svinja i nazimica, dok je unutar terminalne linije „B“ najviši postotak bio kod nerastova, potom kod kirurških kastrata, imunokastrata i nazimica. Najviše otpuštanje mesnog soka unutar terminalne linije „C“ uočeno je kod imunokastrata, a potom slijede nerastovi, kirurški kastrati i nazimice. Unutar terminalne linije „B“ nerastovi su imali značajno više otpuštanje mesnog soka ($P<0,05$) od imunokastrata i nazimica. Unutar terminalne linije „C“ uočena je postojanje statistički značajnih ($P<0,1$) između imunokastrata i nazimica, dok je unutar iste terminalne linije uočena i tendencija postojanja značajnih razlika ($P<0,1$) između imunokastriranih svinja i kirurški kastriranih svinja. Statistički značajne razlike između pojedinih fizioloških statusa ($P>0,05$) nisu utvrđene unutar terminalne linije „A“.

Slika 27. prikazuje razlike u CIE L* vrijednostima između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Pri tome su se kirurški kastrati pripadnici terminalne linije "A" (CIE L* 53,77) statistički značajno razlikovali od nazimica iste terminalne pasmine (CIE L* 51,54; $P=0,064$), dok su se iste razlikovale od imunokastrata pripadnika terminalne linije nerastova "B" (CIE L* 53,99; $P=0,024$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "B" (CIE L* 54,37; $P=0,003$), te od nazimica pripadnika terminalne linije "B" (CIE L* 54,05; $P=0,017$). Nadalje, nazimice pripadnici terminalne linije nerastova "C" (CIE L* 51,66) statistički su se značajno razlikovali od imunokastrata pripadnika terminalnoj liniji "B" (CIE L* 53,99; $P=0,042$); kirurških kastrata pripadnika terminalnoj liniji "B" (CIE L* 54,37; $P=0,006$) i nazimica pripadnika terminalnoj liniji "B" (CIE L* 54,05; $P=0,030$).



Slika 27. Razlike u CIE L* između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A,B,C)



Slika 28. Razlike u CIE a* između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A,B,C)

Promatrajući razlike između pojedinih terminalnih linija nerastova i pojedinih fizioloških statusa iz Slike 27. može se uočiti kako je najviša vrijednost CIE L* unutar terminalne linije „A“ bila kod kirurških kastrata, potom slijede imunokastrati te nerastovi i nazimice, dok je unutar terminalne linije „B“ najviša vrijednost CIE L* bila kod kirurških kastrata, a potom kod nazimica, imunokastrata i nerastova. Najviša vrijednost CIE L* unutar terminalne linije „C“ uočena je kod imunokastrata, potom kod nerastova, te kirurških kastrata i nazimica. Unutar terminalne linije „A“ uočava se tendencija postojanja značajnih razlika ($P < 0,1$) između kirurških kastrata i nazimica, dok unutar terminalnih linija nerastova „A“ i „B“ nisu utvrđene statistički značajne razlike između pojedinih fizioloških statusa ($P > 0,05$) u ovom svojstvu.

Slika 28. prikazuje razlike u CIE a* između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Nazimice pripadnici terminalne linije „A“ (CIE a* 7,18) statistički su se značajno razlikovali od nerastova pripadnika terminalne linije „A“ (CIE a* 8,03; $P = 0,078$); nerastova pripadnika terminalne linije „C“ (CIE a* 8,67; $P < 0,001$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „A“ (CIE a* 8,10; $P = 0,042$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „B“ (CIE a* 8,16; $P = 0,025$). Nadalje nerastovi pripadnika terminalne linije „C“ (CIE a* 8,67) značajno su se razlikovali od nazimica pripadnika terminalne linije „A“ (CIE a* 7,18; $P = 0,002$);

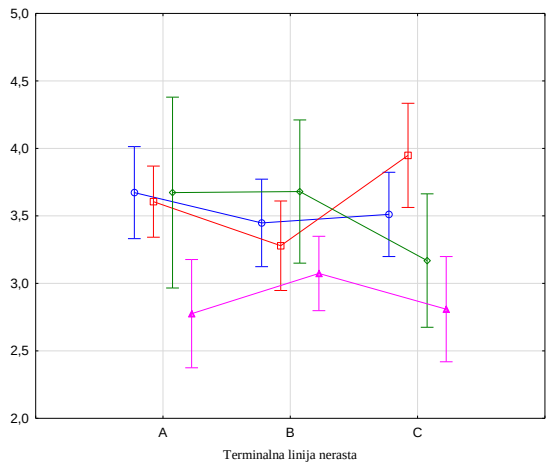
imunokastrata pripadnika terminalne linije „B” (CIE a^* 7,44; $P=0,034$) također od nerastova pripadnika terminalne linije „B” (CIE a^* 7,29; $P=0,008$).

Na Slici 28. vidljivo je kako je najviša vrijednost CIE a^* unutar terminalne linije „A” bila kod kirurških kastrata, a potom slijede nerastovi, imunokastrata i nazimice, dok unutar terminalne linije „B” najviša vrijednost CIE a^* bila kod kirurških kastrata, a potom imunokastrata, nerastova i nazimica. Unutar terminalne linije „C” najviša vrijednost CIE a^* uočena je kod nerastova, zatim kod imunokastrata, nazimica i kirurških kastrata. Statistički značajne razlike ($P<0,05$) unutar terminalne linije „B” uočene su između kirurških kastrata i nazimica, dok unutar terminalne linije nerastova „A” i „C” nisu utvrđene statistički značajne razlike između pojedinih fizioloških statusa ($P>0,05$).

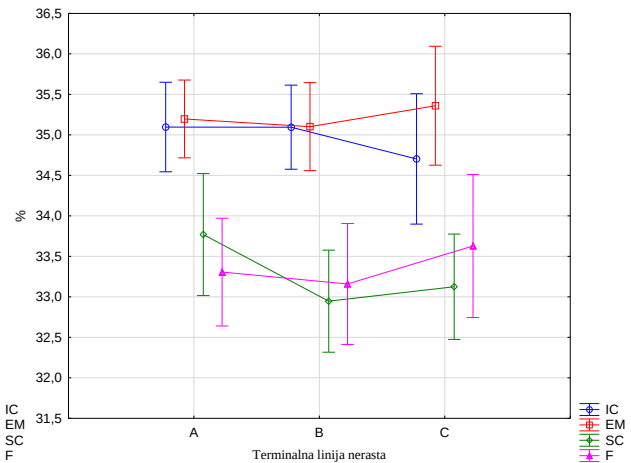
Slika 29. prikazuje razlike u CIE b^* između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Nazimice pripadnici linije terminalnog nerasta „A” (CIE b^* 2,78) statistički su se značajno razlikovali od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „A” (CIE b^* 8,10; $P=0,060$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „B” (CIE b^* 3,68; $P=0,055$); imunokastrata pripadnika terminalne linije „A” (CIE b^* 7,64; $P=0,060$) te od nerastova pripadnika terminalne linije „C” (CIE b^* 8,67; $P=0,001$). Nadalje, kirurški kastrati pripadnika terminalne linije „A” (CIE b^* 3,67) značajno su se razlikovali od nazimica pripadnika terminalne linije „C” (CIE b^* 2,81; $P=0,086$), dok su se kirurški kastrati pripadnika terminalne linije „B” (CIE b^* 3,68) značajno razlikovalo od nazimica pripadnika terminalne linije „C” (CIE b^* 2,81; $P=0,076$). Nerastovi pripadnici terminalne linije „C” (CIE b^* 3,95) statistički su se značajni razlikovali od nazimica iste terminalne linije (CIE b^* 2,81; $P=0,002$), također i od nazimica pripadnika terminalne linije „B” (CIE b^* 3,07; $P=0,076$).

Iz Slike 29. može se uočiti kako je najviša vrijednost CIE b^* unutar terminalne linije „A” bila kod imunokastrata i kirurških kastrata, potom kod nerastova, te nazimica, dok je unutar terminalne linije „B” najviša vrijednost bila kod kirurških kastrata, a potom imunokastrati, nerastovi i nazimice. Najviša vrijednost CIE b^* unutar terminalne linije „C” uočena je kod nekastriranih muških svinja, potom slijede imunokastrati, kirurški kastrati i nazimice. Unutar terminalne linije „A” nazimice su imale tendenciju ($P<0,01$) postojanja značajno viših vrijednosti stupnja žutila od imunokastrata i kirurških kastrata. Statistički značajne razlike ($P<0,05$) unutar terminalne linije „C” utvrđene su između nekastriranih

muških svinja i nazimica, dok unutar terminalne linije nerastova „B“ nisu utvrđene statistički značajne razlike između pojedinih fizioloških statusa ($P>0,05$).



Slika 29. Razlike u CIE b* između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A,B,C)

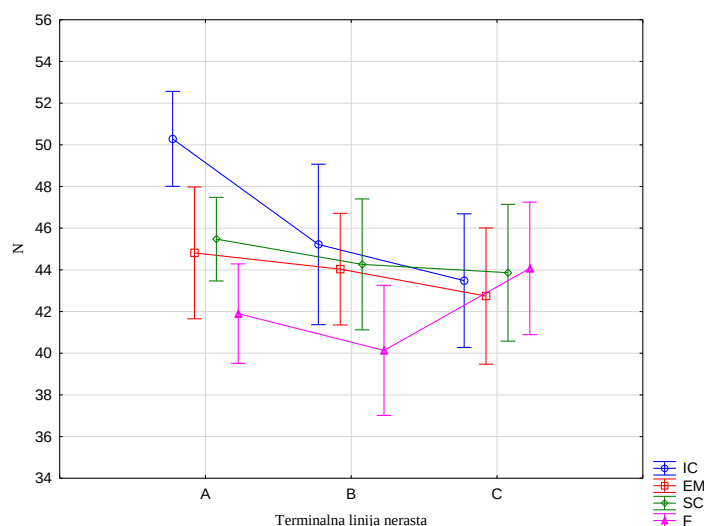


Slika 30. Razlike u kalu kuhanja između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A, B, C)

Na Slici 30. prikazan je grafikon razlika u kalu kuhanja između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Pri tome su se imunokastrati pripadnika linije terminalnog nerasta „A“ (35,10%) statistički značajno razlikovali od nazimica iste terminalne linije (33,31%; $P=0,004$); nazimica pripadnika terminalne linije „B“ (33,16%; $P=0,002$); nazimica pripadnika terminalne linije „C“ (33,63%; $P=0,057$) te kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „C“ (33,12%; $P<0,001$). nerastovi pripadnici terminalne linije „A“ (35,20%) značajno su se razlikovali od kirurških kastrata iste terminalne linije (33,77%; $P=0,074$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „B“ (32,95%; $P<0,001$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „C“ (33,12%; $P<0,001$), te su se također razlikovali od nazimica pripadnika terminalne linije „A“ (33,31%; $P=0,001$); nazimica pripadnika terminalne linije „B“ (33,16%; $P<0,001$) i nazimica pripadnika terminalne linije „C“ (33,63%; $P=0,28$). Nadalje, dok su se nazimice pripadnika terminalne linije „A“ statistički značajno razlikovale od imunokastrata pripadnika terminalne linije „B“ (35,10%; $P=0,004$); nerastova pripadnika terminalne linije „B“ (35,10%; $P=0,004$) također i nerastova

pripadnika terminalne linije "C" (35,36%; $P<0,001$). Imunokastrati pripadnika terminalne linije "B" (35,10%) značajno su se razlikovali od kirurških kastrata iste terminalne linije (32,95%; $P<0,001$), nazimica također iste terminalne linije (33,16%; $P=0,001$) te kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "C" (33,12%; $P<0,001$). Nerastovi pripadnika terminalne linije "B" (35,10%) statistički su se značajno razlikovali od kirurških kastrata iste terminalne linije (32,95%; $P<0,001$); kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "C" (33,12%; $P<0,001$); nazimica pripadnika terminalne linije "B" (33,16%; $P=0,001$), te nazimica pripadnika terminalne linije "C" (33,63%; $P=0,055$). Kirurški kastrati pripadnika terminalne linije "B" (32,95%) značajno su se razlikovali od imunokastrata pripadnika terminalne linije "C" (34,70%; $P=0,006$) i od nerastova pripadnika terminalne linije "C" (35,36%; $P<0,001$). Nadalje nazimice pripadnika terminalne linije "B" (33,16%) statistički se značajno razlikuju od imunokastrata pripadnika terminalne linije "C" (34,70%; $P=0,033$), te nerastova pripadnika terminalne linije "C" (35,36%; $P<0,001$), dok se imunokastrati pripadnika terminalne linije "C" (34,70%) značajno razlikuju od kirurških kastrata iste terminalne linije (33,12%; $P=0,026$). Nerastovi pripadnika terminalne linije "C" (35,36%) značajno su se razlikovali od kirurških kastrata iste terminalne linije (33,12%; $P<0,001$), te nazimica također pripadnika iste terminalne linije (33,63%; $P=0,007$) i značajno su se razlikovali od kirurških kastrata pripadnika terminalne linije "A" (33,77%; $P=0,024$).

Na Slici 30. vidljivo je kako je najviše kalo kuhanja unutar terminalnih linija „A“ i „B“ bilo kod nerastova, a potom imunokastrata, kirurških kastrata i nazimica, dok je unutar terminalne linije „C“ najviša vrijednost kala kuhanja bila kod nerastova, potom slijede imunokastrati, nazimice i nerastovi. Unutar terminalne linije „A“ nazimice su imale statistički značajno više kalo kuhanja ($P<0,05$) od imunokastrata i nerastova, te je uočena tendencija postojanja značajnih razlika ($P<0,01$) između kirurških kastrata i nerastova. Unutar terminalne linije „B“ kirurški kastrati su imali statistički značajno više kalo kuhanja ($P<0,05$) od imunokastrata i nerastova, te je utvrđena statistički značajna ($P<0,05$) razlika između nazimica te imunokastrata i nekastriranih muških svinja. Nadalje, viša ($P<0,05$) vrijednost utvrđena je kod nerastova u odnosu na kirurške kastrate i nazimice unutar terminalne linije „C“, te je utvrđena statistički značajna razlika ($P<0,05$) unutar iste terminalne linije između imunokastriranih i nekastriranih muških svinja.



Slika 31. Razlike u instrumentalnoj nježnosti između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje (IC – imunokastrati, EM – nerastovi, SC – kirurški kastrati, F – nazimice) i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta (A,B,C)

Na Slici 31. prikazan je grafikon razlika u instrumentalnoj nježnosti između istraživanih svinja u odnosu na njihovo fiziološko stanje i pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Pri tome su se imunokastrati terminalne linije nerasta „A” (50,29 N) statistički značajno razlikovali nazimica iste terminalne linije (41,90 N; $P=0,002$); nazimica pripadnika terminalne linije nerastova „B” (40,13 N; $P<0,001$); nazimica pripadnika terminalne linije nerastova „C” (44,07 N; $P=0,091$); nerastova pripadnika terminalne linije „B” (44,04 N; $P=0,0087$); nerastova terminalne linije „C” (42,74 N; $P=0,068$); imunokastrata terminalne linije „C” (43,48 N; $P=0,038$), te kirurških kastrata pripadnika terminalne linije „C” (43,86 N; $P=0,0068$).

Promatrajući razlike između pojedinih terminalnih linija nerastova i pojedinih fizioloških statusa iz Slike 31. može se uočiti da je najviša nježnost mesa unutar terminalnih linija „A” i „B” bila kod imunokastrata, a potom slijede kirurški kastrati, nerastovi te nazimice, dok je unutar terminalne linije „C” najviša nježnost mesa uočena kod nazimica, a potom kod imunokastrata, kirurških kastrata i nerastova. Statistički značajne razlike ($P<0,05$) unutar terminalne linije „A” uočene su između imuno kastrata i nazimica, dok unutar terminalne linije nerastova „B” i „C” nisu utvrđene statistički značajne razlike između pojedinih fizioloških statusa ($P>0,05$).

Generalno, iz interakcija genotip*tretman prikazanih na Slikama 15.-31., a glede tehnoloških svojstava mesa može se zaključiti da, unatoč očekivanju, nerastovi/imunokastrati nisu očitovali bolja svojstva kvalitete mesa u odnosu na ostala

fiziološka stanja/spolove, osim u nježnosti mesa i to u terminalne linije „C“. Pretpostavka je, ipak, da je ovo više posljedica njihova genotipa (jer su ove svinje križanci s durokom) nego same interakcije genotipa i tretmana.

3.2.2. Sastav trupova i kvaliteta mesa nerastova u odnosu na pripadnost terminalnoj liniji

Sastav polovica polovica i kakvoća mesa nerastova potomaka terminalnih linija „A“, „B“ i „C“ prikazana su u Tablicama 18.- 23.

Tablica 18. Sastav polovica nerastova potomaka terminalne linije „A“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Masa tople polovice (kg)	48,00	43,50	54,50	2,63	5,47	0,59
Debljina slanine, S (mm)	13,20	10,00	18,00	2,40	18,16	0,54
Debljina mišića, M (mm)	71,30	65,00	78,00	3,91	5,48	0,87
Mesnatost (%)	58,63	56,04	61,83	1,62	2,76	0,36
Duljina polovice „a“	91,60	88,00	94,00	1,88	2,05	0,42
Duljina polovice „b“	104,00	100,00	108,00	2,13	2,05	0,48
Duljina buta (cm)	34,25	32,00	37,00	1,16	3,40	0,26
Opseg buta (cm)	73,75	72,00	76,00	1,07	1,45	0,24

Tablica 19. Svojstva kakvoće mesa nerasta potomaka terminalne linije „A“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
pH ₄₅ , but	6,49	6,13	6,76	0,17	2,64	0,04
pH ₄₅ , MLD	6,32	5,92	6,69	0,20	3,14	0,04
pH ₂₄ , but	5,58	5,46	5,71	0,05	0,98	0,01
pH ₂₄ , MLD	5,54	5,48	5,60	0,03	0,52	0,01
EZ_dripLoss (%)	7,45	2,91	11,57	2,70	36,21	0,60
CIE L*	53,07	50,70	55,87	1,59	2,99	0,36
CIE a*	8,03	5,29	9,75	1,05	13,13	0,24
CIE b*	3,61	2,37	4,55	0,56	15,63	0,13
Kalo kuhanja (%)	35,20	33,22	37,28	1,03	2,92	0,23
WBSF (N)	44,82	35,44	59,99	6,76	15,09	1,51

Tablica 20. Sastav polovice nerastova potomaka terminalne linije „B“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Masa tople polovice (kg)	49,18	44,50	55,50	3,07	6,24	0,69
Debljina slanine, S (mm)	13,00	8,00	19,00	2,85	21,90	0,64
Debljina mišića, M (mm)	72,65	61,00	84,00	5,30	7,30	1,19
Mesnatost (%)	59,05	52,12	63,95	2,63	4,46	0,59
Duljina polovice „a“	92,25	90,00	95,00	1,65	1,79	0,37
Duljina polovice „b“	104,95	103,00	107,00	1,10	1,05	0,25
Duljina buta (cm)	34,25	33,00	35,00	0,72	2,09	0,16
Opseg buta (cm)	75,15	74,00	77,00	1,09	1,45	0,24

Tablica 21. Svojstva kakvoće mesa nerastova potomaka terminalne linije „B“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
pH ₄₅ , but	6,44	6,12	6,72	0,18	2,87	0,04
pH ₄₅ , MLD	6,22	5,93	6,51	0,17	2,66	0,04
pH ₂₄ , but	5,66	5,54	6,02	0,11	1,95	0,02
pH ₂₄ , MLD	5,59	5,42	5,96	0,13	2,29	0,03
EZ_dripLoss (%)	11,26	4,64	19,89	3,53	31,38	0,79
CIE L*	53,03	49,98	56,75	1,81	3,42	0,41
CIE a*	7,29	5,40	10,13	1,40	19,14	0,31
CIE b*	3,28	1,83	4,57	0,71	21,62	0,16
Kalo kuhanja (%)	35,10	32,92	37,57	1,16	3,31	0,26
WBSF (N)	44,04	35,03	55,04	5,72	13,00	1,28

Tablica 22. Sastav polovica nerastova potomaka terminalne linije „C“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Masa tople polovice (kg)	47,65	33,50	58,50	5,24	10,99	1,17
Debljina slanine, S (mm)	14,20	9,00	20,00	3,24	22,80	0,72
Debljina mišića, M (mm)	70,20	64,00	80,00	4,47	6,36	1,00
Mesnatost (%)	57,80	53,44	61,29	2,21	3,82	0,49
Duljina polovice „a“	91,30	85,00	95,00	2,34	2,56	0,52
Duljina polovice „b“	104,65	98,00	107,00	2,28	2,18	0,51
Duljina buta (cm)	34,45	33,00	36,00	0,83	2,40	0,18
Opseg buta (cm)	74,80	68,00	77,00	1,91	2,55	0,43

Tablica 23. Svojstva kakvoće nerastova potomaka terminalne linije „C“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
pH ₄₅ , but	6,34	6,08	6,68	0,19	3,02	0,04
pH ₄₅ , MLD	6,08	5,68	6,48	0,25	4,07	0,06
pH ₂₄ , but	5,65	5,57	5,75	0,06	1,00	0,01
pH ₂₄ , MLD	5,56	5,22	5,66	0,09	1,67	0,02
EZ_dripLoss (%)	8,05	2,39	12,31	2,98	37,01	0,67
CIE L*	53,17	51,01	57,67	1,65	3,11	0,37
CIE a*	8,67	6,68	10,14	0,93	10,73	0,21
CIE b*	3,95	2,14	5,52	0,82	20,88	0,18
Kalo kuhanja (%)	35,36	31,71	37,98	1,57	4,44	0,35
WBSF (N)	42,74	31,55	57,78	6,98	16,34	1,56

Prosjeci masa toplih polovica nerasta potomaka terminalnih linija „A“, „B“ i „C“ (Tablice 18., 20. i 22.) iznosili su 48 kg, 49,18 kg, odnosno 47,65 kg. Pri tome se kod nerastova potomaka terminalnih linija „A“ i „B“ masa toplih polovica kretala u sličnom rasponu (od 43,50 kg do 54,50 kg, odnosno od 44,50 kg do 55,50 kg) uz visoku

homogenost uzorka ($V_k = 5,47\%$, odnosno $6,24\%$), dok je kod nerastova potomaka terminalne linije „C“ postojao nešto širi raspon (od 33,50 kg do 58,50 kg) i veća varijabilnost ($V_k = 10,99\%$) mase toplih polovica.

Glede mjera za debljinu leđne slanine (S) i debljinu mišića (M) iz prikazanih Tablica 18., 20. i 22. vidljivo je da je prosječno najdeblja leđna slanina utvrđena kod nerastova potomaka terminalne linije „C“ (14,20 mm), zatim onih terminalne linije „A“ (13,20 mm), te naposljetku terminalne linije „B“ (13,00 mm), dok je suprotan poredak utvrđen za debljinu mišića kod potomaka nerastova terminalne linije „B“ (72,65 mm), zatim nerastova terminalne linije „A“ (71,30 mm) te konačno „C“ (70,20 mm) terminalne linije nerastova. Debljina slanine kod nerastova potomaka ispitivanih terminalnih linija u sve je tri skupine dosta varirala: od 10 mm do 18 mm ($V_k = 18,16\%$) kod nerastova terminalne linije „A“, od 8,00 mm do 19,00 mm ($V_k = 21,90\%$) kod nerastova terminalne linije „B“, te od 9,00 mm do 20 mm ($V_k = 22,80\%$) kod nerastova terminalne linije „C“ linije, dok je za razliku kod debljine mišića utvrđena generalno visoka homogenost u odnosu na debljinu slanine uz vrijednosti u rasponu od 65,00 mm do 78,00 mm ($V_k = 5,48\%$) kod nerastova terminalne linije „A“, od 61,00 mm do 84,00 mm ($V_k = 7,30\%$) kod nerastova terminalne linije „B“, te od 64,00 mm do 80,00 mm ($V_k = 6,36\%$) kod nerastova terminalne linije „C“ linije. Sukladno utvrđenim S i M vrijednostima, prosječni udio mišićnog tkiva (M%) bio je najviši kod nerasta nerastova potomaka terminalne linije „B“ (59,05%), zatim kod nerastova potomaka terminalne linije „A“ (58,63%), te konačno nerastova potomaka terminalne linije „C“ (57,80%). Udjeli mišićnog tkiva kretali su se u rasponu od 56,04 % do 61,83 % kod potomaka terminalne linije „A“, od 52,12 % do 63,95 % kod potomaka terminalne linije „B“, te od 53,44 % do 61,29 % kod potomaka terminalne linije „C“, uz generalno visoku homogenost uzorka ($V_k = 2,76\%$ kod „A“, 4,46 % kod „B“ te 3,82% kod „C“).

Iz Tablica 18., 20. i 22. vidljive su dužinske mjere trupa (duljina polovice „a“ i „b“, opseg i duljina buta) nerastova potomaka terminalnih linija „A“, „B“ i „C“. Iz prikazanih podataka može se uočiti najveća prosječna duljina polovice „a“ kod potomaka terminalne linije „B“ (92,25 cm, od 90,00 cm do 95,00 cm), zatim kod potomaka terminalne linije „A“ (91,60 cm, od 88,00 cm do 94,00 cm) te kod potomaka terminalne linije „C“ (91,30 cm, od 85,00 cm do 95,00 cm). Glede duljine polovice „b“, također najveći prosjek imali su potomci terminalne linije „B“ (104,95 cm, od 103,00 cm do 107,00 cm), zatim oni terminalne linije „C“ (104,65 cm, od 98,00 cm do 107,00 cm) te naposljetku oni terminalne

linije „A“. Utvrđena je vrlo visoka homogenost polovica ($V_k \sim < 2,5\%$) za obje dužinske mjere trupa kod svih istraživanih skupina. Glede mjera opsega i duljine buta iz Tablica 18., 20. i 22. Vidljivo je da je duljina buta prosječno bila nešto veća kod nerasta potomaka terminalne linije „C“ (34,45 cm, od 33,00 cm do 36,00 cm i $V_k = 2,40\%$) u odnosu na prosječnu vrijednost (34,25 cm) utvrđenu kod potomaka terminalne linije „A“ (od 32,00 cm do 37,00 cm, $V_k = 3,37\%$), odnosno terminalne linije „B“ (od 33,00 cm do 35,00 cm, $V_k = 2,09\%$), dok je najveći prosječni opseg buta utvrđen kod najmesnatije terminalne linije „B“ (75,15 cm, raspon između 74,00 cm i 77,00 cm, $V_k = 1,45\%$), zatim kod terminalne linije „C“ (74,80 cm, raspon između 68,00 cm i 77,00 cm, $V_k = 2,55\%$), te naposljetku kod linije „A“ (73,75 cm, raspon između 72,00 cm i 76,00 cm, $V_k = 1,45\%$).

Iz Tablica 19., 21. i 23. može se uočiti kako su prosječne vrijednosti pH_{45} i pH_{24} izmjerene u butu (*m. semimebranosus*) i u dugom leđnom mišiću (*m. longissimus dorsi*) erasta iznosile 6,49 i 5,58, odnosno 6,32 i 5,54 kod potomaka terminalne linije „A“, 6,44 i 5,66, odnosno 6,22 i 5,59 kod potomaka terminalne linije „B“, te 6,34 i 5,65, odnosno 6,08 i 5,56 kod potomaka terminalne linije „C“. Utvrđene prosječne pH vrijednosti ukazuju da je meso normalne kakvoće s obzirom na predložene vrijednosti $pH_{45} > 6,0$ prema Hofmannu i sur. (1994). Glede minimalnih i maksimalnih pH vrijednosti izmjerenih u mesu, nešto veći rasponi zabilježeni su kod pH_{45} , posebice kod dugog leđnog mišića kod kojeg su u svakoj skupini utvrđene minimalne vrijednosti niže od 6 (kod pripadnika terminalne linije „C“ linije čak 5,78), no generalno je postojala visoka homogenost polovica glede izmjerenih pH_{45} (V_k od 2,64 do 4,07%) i posebice pH_{24} (V_k od 0,52 do 2,29%) vrijednosti mesa.

Vrijednosti otpuštanja mesnog soka (Tablice 19., 21. i 23.) u prosjeku bile su najniže kod potomaka terminalne linije „A“ (7,45 %), više kod potomaka terminalne linije „C“ (8,05 %), a najviše u skupini potomaka terminalne linije „B“ (11,26 %), uz generalno znatno veću varijabilnost između polovica s vrijednostima u rasponu od 2,91 do 11,57% kod potomaka terminalne linije „A“ ($V_k = 36,21\%$), od 4,64 do 19,89% ($V_k = 31,38\%$) kod potomaka linije „B“, te od 2,39 do 12,31% ($V_k = 37,01\%$) kod potomala terminalne linije „C“. Utvrđene vrijednosti, posebice u skupini potomaka terminalne linije „B“ više su od poželjnih od 5% (Kaufmann i sur., 1992.; Warner i sur., 1997.).

Prosječne vrijednosti boje mesa (Tablice 19., 21. i 23.) za stupnj bljedoće CIE L* bile su slične kod sve tri skupine (53,07 kod terminalne linije „A“, 53,03 kod terminalne

linije „B“ i 53,17 kod terminalne linije „C“) uz generalno visoku homogenost uzoraka ($V_k = 2,99$ do $3,42\%$). Parametri boje CIE a^* i CIE b^* također su bili usporedivi kod sve tri skupine (8,03 i 3,61 kod pripadnika terminalne linije „A“, 7,29 i 3,28 kod pripadnika terminalne linije „B“ i 8,67 i 3,95 kod pripadnika terminalne linije „C“, uz veću varijabilnost CIE a^* ($V_k \sim 10,73$ do $19,14\%$) i CIE b^* ($V_k \sim 15,63$ do $21,62\%$). Utvrđene vrijednosti CIE $L^* > 50$ mogu ukazivati na BMV svinjetinu (Hofmannu i sur., 1994).

Prosječna vrijednost WBSF(N) (vidljiva u Tablicama 19., 21. i 23.) bila je najviša u mesu potomaka terminalne linije „A“ (44,82, raspon od 35,44 do 59,99), zatim kod potomakaterminalne linije „B“ (44,04, raspon 35,03 do 55,04), a najniža kod potomaka terminalne linije „C“ (42,74, raspon 31,75 do 57,78), uz generalno nešto višu varijabilnost uzoraka ($V_k \sim 13,00$ do $16,34\%$). Utvrđena vrijednost WBSF(N) kod sve tri skupine je nešto viša od preporučene između 30 i 40 N prema preporukama AMSA-e (American Meat Society Association). Kalo kuhanja bio je usporediv kod sve tri skupine i u prosjeku je iznosilo 35,20% kod potomaka linije „A“, 35,10% kod potomaka linije „B“ te 35,36% kod potomaka linije „C“, uz generalno dobru homogenost ispitivanih uzorka ($V_k \sim 2,92$ do $4,44\%$).

3.2.3. Sastav polovica i kvaliteta mesa imunokastrata potomaka različitih terminalnih linija nerastova

Svojstva polovica i kakvoće mesa imunokastrata potomaka terminalnih linija „A“, „B“ i „C“ prikazana su u Tablicama 24. do 29.

Tablica 24. Sastav polovica imunokastrata potomaka terminalne linije „A“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	V_k	$\sigma\bar{x}$
Masa tople polovice (kg)	46,73	40,50	52,50	2,99	6,41	0,67
Debljina slanine, S (mm)	15,65	9,00	25,00	4,15	26,49	0,93
Debljina mišića, m (mm)	72,80	58,00	87,00	6,93	9,51	1,55
Mesnatost (%)	57,43	52,34	62,26	3,12	5,44	0,70
Duljina polovice „a“	90,70	87,00	94,00	1,87	2,06	0,42
Duljina polovice „b“	102,40	100,00	107,00	2,16	2,11	0,48
Duljina buta (cm)	34,30	32,00	36,00	1,17	3,42	0,26
Opseg buta (cm)	73,70	72,00	75,00	0,98	1,33	0,22

Tablica 25. Svojstva kakvoće mesa imunokastrata potomaka terminalne linije „A“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	S	Vk	$\sigma\bar{x}$
pH ₄₅ , but	6,55	6,25	6,76	0,16	2,49	0,04
pH ₄₅ , MLD	6,36	6,02	6,63	0,19	3,00	0,04
pH ₂₄ , but	5,53	5,41	5,65	0,05	0,99	0,01
pH ₂₄ , MLD	5,50	5,40	5,56	0,05	0,91	0,01
EZ_dripLoss (%)	8,33	3,30	13,24	2,75	33,03	0,61
CIE L*	53,32	50,23	55,96	1,62	3,04	0,36
CIE a*	7,64	5,44	10,38	1,23	16,08	0,27
CIE b*	3,67	2,45	5,53	0,73	19,84	0,16
Kalo kuhanja (%)	35,10	32,22	37,23	1,18	3,37	0,26
WBSF (N)	50,29	43,36	62,66	4,87	9,68	1,09

Tablica 26. Sastav polovica imunokastrata potomaka terminalne linije „B“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Masa tople polovice (kg)	46,68	41,50	51,50	2,63	5,63	0,59
Debljina slanine, S (mm)	14,70	10,00	19,00	2,58	17,53	0,58
Debljina mišića, M (mm)	71,35	63,00	78,00	4,69	6,58	1,05
Mesnatost (%)	57,58	53,91	60,73	2,00	3,47	0,45
Duljina polovice „a“	91,65	88,00	94,00	1,69	1,85	0,38
Duljina polovice „b“	104,10	100,00	108,00	2,10	2,02	0,47
Duljina buta (cm)	34,20	33,00	36,00	0,83	2,44	0,19
Opseg buta (cm)	74,85	73,00	77,00	1,23	1,64	0,27

Tablica 27. Svojstva kakvoće mesa imunokastrata potomaka terminalne linije „B“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	S	Vk	$\sigma\bar{x}$
pH ₄₅ , but	6,49	6,01	6,84	0,23	3,58	0,05
pH ₄₅ , MLD	6,34	5,89	6,70	0,24	3,73	0,05
pH ₂₄ , but	5,58	5,52	5,72	0,05	0,96	0,01
pH ₂₄ , MLD	5,56	5,46	5,66	0,06	1,07	0,01
EZ_dripLoss (%)	8,16	3,33	14,98	3,06	37,52	0,68
CIE L*	53,99	51,16	58,32	1,64	3,04	0,37
CIE a*	7,44	5,30	8,89	1,07	14,35	0,24
CIE b*	3,45	2,23	4,61	0,69	20,08	0,15
Kalo kuhanja (%)	35,10	33,28	37,27	1,11	3,16	0,25
WBSF (N)	45,22	34,99	58,86	8,23	18,19	1,84

Tablica 28. Sastav polovice imunokastrata potomaka terminalne linije „C“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Masa tople polovice (kg)	48,85	39,00	57,00	5,40	11,05	1,21
Debljina slanine, S (mm)	17,90	12,00	24,00	3,51	19,60	0,78
Debljina mišića, m (mm)	71,60	62,00	82,00	5,12	7,16	1,15
Mesnatost (%)	55,85	52,29	58,75	2,11	3,79	0,47
Duljina polovice „a“	94,60	90,00	99,00	1,90	2,01	0,43
Duljina polovice „b“	106,30	98,00	114,00	3,08	2,90	0,69
Duljina buta (cm)	34,80	32,00	37,00	1,24	3,56	0,28
Opseg buta (cm)	75,60	74,00	77,00	1,05	1,38	0,23

Tablica 29. Svojstva kakvoće mesa imunokastrata potomaka terminalne linije „C“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	S	Vk	$\sigma\bar{x}$
pH ₄₅ , but	6,29	6,07	6,59	0,14	2,27	0,03
pH ₄₅ , MLD	6,06	5,70	6,49	0,20	3,30	0,04
pH ₂₄ , but	5,67	5,54	6,01	0,11	1,87	0,02
pH ₂₄ , MLD	5,54	5,48	5,64	0,05	0,85	0,01
EZ_dripLoss (%)	8,71	3,79	12,40	2,67	30,63	0,60
CIE L*	53,42	49,02	56,58	2,07	3,88	0,46
CIE a*	8,20	7,21	9,70	0,79	9,63	0,18
CIE b*	3,51	2,53	4,55	0,67	18,99	0,15
Kalo kuhanja (%)	34,70	30,89	37,33	1,72	4,95	0,38
WBSF (N)	43,48	34,53	63,89	6,85	15,75	1,53

Iz Tablica 24., 26. i 28. može se uočiti da su mase toplih polovica imunokastrata potomaka terminalnih linija „A“, „B“ i „C“ iznosile 46,73 kg, 46,68 kg i 48,85 kg. Može se uočiti da su se kod imunokastrata pripadnika terminalne linije „A“ i „B“ kretale u sličnom rasponu (od 40,50 kg do 52,50, odnosno od 41,50 kg do 51,50) uz visoku homogenost uzorka (Vk=6,41%, odnosno 5,63%) dok je kod iminokastrata terminalne linije „C“ uočen širi raspon od 39,00 kg do 57,00 kg i veću varijabilnost (Vk=11,05%) mase toplih polovica.

Prosječno najdeblja leđna slanina utvrđena je kod imunokastrata terminalne linije „C“ (17,90 mm), potom slijedi terminalna linija „A“ (15,65 mm), te terminalna linija „B“ (14,70 mm), dok je debljina mišića najviša bila kod imunokastrata terminalne linije „A“ (72,80 mm), potom imunokastrata terminalne linije „C“ (71,60 mm), te naposljetku kod imunokastrata terminalne linije „B“ (71,35 mm). Debljina slanine kod imunokastrata potomaka ispitivanih terminalnih linija nerastova dosta je varirala i to: kod terminalne linije „A“ od 9 mm do 25 mm (Vk= 26,49%), kod terminalne linije „B“ od 10,00 mm do 19,00 mm (Vk=17,53%), te kod terminalne linije „C“ od 12,00 mm do 24,00 mm (Vk=19,60%). Kod debljine mišića imunokastrata potomaka sve tri terminalne linije nerastova utvrđena je visoka homogenost uzorka u odnosu na debljinu slanine u rasponu

od 58,00 mm do 87,00 mm ($V_k = 9,51\%$) kod pripadnika terminalne linije „A“; od 63,00 mm do 78 mm ($V_k = 6,58\%$) kod pripadnika terminalne linije „B“ i 62,00 mm do 82,00 mm ($V_k = 7,16\%$) kod pripadnika terminalne linije „C“. Prosječni udio mišićnog tkiva bio je najviši kod imunokastrata potomaka terminalne linije „B“ (57,58%), potom kod terminalne linije „A“ (57,43%), te naposljetku terminalne linije „C“ (55,85%). Udjeli mišićnog tkiva kretali su se u rasponu od 53,24% do 62,26% kod potomaka terminalne linije „A“, od 53,91% do 60,73% kod potomaka linije „B“ te od 52,29% do 58,75% kod potomaka terminalne linije „C“, uz generalno visoku homogenost uzorka ($V_k = 5,44\%$ kod „A“, $V_k = 3,47\%$ kod „B“ i $V_k = 3,79\%$).

Glede duljina polovica „a“ i „b“ iz Tablica 24., 26. i 28. može se uočiti da je najveća prosječna duljina polovice „a“ bila kod imunokastrata potomaka terminalne linije „C“ 94,60 cm, te se kretala uz raspon od 90,00 cm do 99,00 cm, potom kod potomaka terminalne linije „B“ 91,65 cm uz raspon od 88,00 cm do 94,00 cm, te kod potomaka terminalne linije „A“ 90,70 cm u rasponu od 87,00 cm do 94,00 cm. Najveći prosjek duljine polovice „b“ također su imali imunokastrati potomci terminalne linije „C“ 106,30 cm u rasponu od 98,00 cm do 114,00 cm, zatim imunokastrati potomci terminalne linije „B“ 104,10 cm u rasponu od 100,00 cm do 108,00 cm, te na posljertku terminalne linije „A“ 102,40 cm u rasponu od 100,00 cm do 107,00 cm. Za obje dužinske mjere svih istraživanih skupina utvrđena je vrlo visoka homogenost uzorka ($V_k \sim < 2,5\%$). Duljina buta prosječno je bila nešto veća kod imunokastrata potomaka terminalne linije „C“ (35,80 cm uz raspon od 32,00 cm do 37,00 cm i $V_k = 3,56\%$) u odnosu na prosječnu vrijednost potomaka terminalne linije „A“ (34,30 cm uz raspon od 32,00 cm do 36,00 cm i $V_k = 3,42\%$), te potomaka terminalne linije „B“ (34,20 cm u rasponu od 33,00 cm do 36,00 cm i $V_k = 2,44\%$). Najveći prosječni opseg buta utvrđen je kod imunokastrata potomaka terminalne linije „C“ (75,60 cm, od 74,00 cm do 77,00 cm i $V_k = 1,38\%$), potom kod imunokastrata potomaka terminalne linije „B“ (74,85 cm, od 73,00 cm do 77,00 cm i $V_k = 1,64\%$), te imunokastrata potomaka terminalne linije „A“ (73,70 cm, od 72,00 cm do 75,00 cm i $V_k = 1,33\%$).

Iz Tablica 25., 27. i 29. može se uočiti kako su prosječne vrijednosti pH_{45} i pH_{24} izmjerene u butu i dugom leđnom mišiću iznosile kod imunokastrata potomaka terminalne linije „A“ 6,55 i 6,36, odnosno 5,35 i 5,50, kod potomaka terminalne linije „B“ 6,49 i 6,34, odnosno 5,58 i 5,56, te kod terminalne linije „C“ 6,29 i 6,06, odnosno 5,67 i 5,54. Utvrđene prosječne pH vrijednosti ukazuju da je meso normalne kakvoće s obzirom na

predložene vrijednosti $\text{pH}_{45} > 6,0$ prema Hofmannu i sur. (1994). Generalno je postojala vrlo visoka homogenost uzorka izmjerenih pH_{45} (Vk od 2,27% do 3,73%) i pH_{24} (Vk od 0,85% do 1,87%).

Vrijednost otpuštanja mesnog soka (Tablice 25., 27. i 29.) u prosjeku su bile najniže kod imunokastrata potomaka terminalne linije „C“ (8,71%), potom kod potomaka terminalne linije „A“ (8,33%), te kod potomaka terminalne linije „B“ (8,16%), uz generalno znatno veću varijabilnost između polovica s vrijednostima u rasponu od 3,30 do 13,24% i $\text{Vk}=33,03\%$ kod potomaka terminalne linije „A“, od 3,33 do 14,98% i $\text{Vk}=37,52\%$ kod potomaka terminalne linije „B“, te od 3,79 do 12,40% i $\text{Vk}=30,63\%$. Utvrđene vrijednosti više su od poželjnih od 5% (Kaufmann i sur., 1992.; Warner i sur., 1997.).

Prosječne vrijednosti boje mesa vidljive iz Tablica 25., 27. i 29. za CIE L^* u prosjeku najviše kod imunokastrata potomaka terminalne linije „B“ (53,99), a potom kod potomaka terminalne linije „C“ (53,42) i potomaka terminalne linije „A“ (53,32), i visoku homogenost uzorka kod sve tri skupine pripadnika terminalnih linija nerastova (Vk od 3,04 do 3,88%). Najvišu vrijednost parametara CIE a^* i CIE b^* imali su imunokastrati terminalne linije „C“ (8,20 i 3,51), potom slijede potomci terminalne linije „A“ (7,64 i 6,67), te naposljetku potomci terminalne linije „B“ (7,44 i 3,45), uz nešto veću varijabilnost CIE a^* (Vk= od 9,63 do 16,08%) i CIE b^* (Vk=od 18,99 do 20,08%). Utvrđene vrijednosti CIE $L^* > 50$ mogu ukazivati na BMV svinjetinu (Hofmannu i sur., 1994).

Iz Tablica 25., 27. i 29. uočeno je da je prosječna vrijednost WBSF (N) bila najviša kod imunokastrata potomaka terminalne linije „A“ (50,29 uz raspon od 43,36 do 62,66 i $\text{Vk}=9,68\%$), zatim kod potomaka terminalne linije „C“ (45,47 u rasponu od 39,20 do 54,07 i $\text{Vk}=9,43\%$), te potomaka terminalne linije „B“ (43,48 u rasponu od 34,53 do 63,89 i $\text{Vk}=15,75\%$). Utvrđena vrijednost WBSF(N) kod sve tri skupine bila je nešto viša od one koje preporučuje AMSA (između 30 i 40 N). Najvišu vrijednost kala kuhanja imali su imunokastrati potomci linije terminalnog nerasta „A“ i „B“ (35,10%), a potom potomci terminalne linije „C“ (34,70 %), uz visoku homogenost ispitivanih uzoraka (Vk od 3,77% do 4,95%).

3.2.4. Sastav polovica i kvaliteta mesa kirurških kastrata potomaka različitih terminalnih linija nerastova

Svojstva polovica i kakvoće mesa kirurških kastrata potomaka terminalnih linija „A“, „B“ i „C“ prikazana su u Tablicama 30. do 35.

Tablica 30. Sastav polovica kirurških kastrata potomaka terminalne linije „A“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Masa tople polovice (kg)	47,85	44,00	51,50	2,46	5,13	0,55
Debljina slanine, S (mm)	18,55	14,00	28,00	4,15	22,36	0,93
Debljina mišića, m (mm)	73,60	64,00	86,00	4,64	6,30	1,04
Mesnatost (%)	56,04	50,17	59,46	2,33	4,16	0,52
Duljina polovice „a“	92,30	88,00	98,00	2,41	2,61	0,54
Duljina polovice „b“	105,45	103,00	109,00	1,85	1,75	0,41
Duljina buta (cm)	34,40	33,00	36,00	0,99	2,89	0,22
Opseg buta (cm)	75,00	73,00	77,00	1,03	1,37	0,23

Tablica 31. Svojstva kvalitete mesa kirurških kastrata potomaka terminalne linije „A“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
pH ₄₅ , but	6,36	5,89	6,94	0,24	3,76	0,05
pH ₄₅ , MLD	6,14	5,70	6,42	0,23	3,73	0,05
pH ₂₄ , but	5,67	5,51	5,94	0,13	2,37	0,03
pH ₂₄ , MLD	5,56	5,46	5,68	0,07	1,27	0,02
EZ_dripLoss (%)	7,92	3,54	12,01	2,64	33,38	0,59
CIE L*	53,77	49,54	64,52	3,37	6,27	0,75
CIE a*	8,10	5,74	11,96	1,54	19,02	0,34
CIE b*	3,67	1,27	8,10	1,51	41,14	0,34
Kalo kuhanja (%)	33,77	30,99	36,77	1,61	4,77	0,36
WBSF (N)	45,47	39,20	54,07	4,29	9,43	0,96

Tablica 32. Sastav polovica kirurških kastrata potomaka terminalne linije „B“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Masa tople polovice (kg)	47,05	40,50	53,00	3,38	7,19	0,76
Debljina slanine, S (mm)	17,50	11,00	23,00	3,32	18,95	0,74
Debljina mišića, M (mm)	71,45	60,00	83,00	5,05	7,07	1,13
Mesnatost (%)	55,99	50,13	60,91	2,55	4,55	0,57
Duljina polovice „a“	91,85	86,00	95,00	2,35	2,55	0,52
Duljina polovice „b“	104,65	100,00	108,00	2,11	2,02	0,47
Duljina buta (cm)	34,20	33,00	36,00	0,83	2,44	0,19
Opseg buta (cm)	75,45	74,00	77,00	1,10	1,46	0,25

Tablica 33. Svojstva kvalitete mesa kirurških kastrata potomaka terminalne linije „B“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
pH ₄₅ , but	6,33	5,95	6,60	0,18	2,84	0,04
pH ₄₅ , MLD	6,27	5,42	6,55	0,24	3,90	0,05
pH ₂₄ , but	5,61	5,49	5,75	0,08	1,48	0,02
pH ₂₄ , MLD	5,51	5,41	5,62	0,06	1,10	0,01
EZ_dripLoss (%)	8,85	5,31	13,38	2,06	23,28	0,46
CIE L*	54,37	49,13	60,06	3,01	5,54	0,67
CIE a*	8,16	5,53	11,21	1,44	17,61	0,32
CIE b*	3,68	1,96	5,83	1,13	30,81	0,25
Kalo kuhanja (%)	32,95	31,18	36,61	1,35	4,09	0,30
WBSF (N)	44,26	31,04	55,88	6,71	15,16	1,50

Tablica 34. Sastav polovica kirurških kastrata potomaka terminalne linije „C“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Masa tople polovice (kg)	48,43	42,50	55,00	3,49	7,20	0,78
Debljina slanine, S (mm)	20,20	13,00	30,00	4,10	20,29	0,92
Debljina mišića, M (mm)	72,50	60,00	79,00	4,95	6,82	1,11
Mesnatost (%)	54,97	49,73	58,95	2,42	4,39	0,54
Duljina polovice „a“	92,30	89,00	97,00	2,23	2,41	0,50
Duljina polovice „b“	107,10	103,00	112,00	2,71	2,53	0,61
Duljina buta (cm)	34,45	33,00	37,00	1,10	3,19	0,25
Opseg buta (cm)	75,15	72,00	77,00	1,46	1,94	0,33

Tablica 35. Svojstva kvalitete mesa kirurških kastrata potomaka terminalne linije „C“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
pH ₄₅ , but	6,39	6,06	6,67	0,18	2,89	0,04
pH ₄₅ , MLD	6,41	6,08	6,67	0,16	2,48	0,04
pH ₂₄ , but	5,63	5,54	5,95	0,09	1,59	0,02
pH ₂₄ , MLD	5,56	5,45	5,76	0,08	1,46	0,02
EZ_dripLoss (%)	5,93	1,16	13,05	2,66	44,83	0,59
CIE L*	53,20	49,38	60,64	2,80	5,27	0,63
CIE a*	7,61	5,89	10,78	1,19	15,60	0,27
CIE b*	3,17	1,80	6,74	1,06	33,35	0,24
Kalo kuhanja (%)	33,12	30,96	36,16	1,39	4,20	0,31
WBSF (N)	43,86	34,11	62,85	7,01	15,99	1,57

Iz Tablica 30., 32. i 33. vidljivo je da je masa toplih polovica kirurških kastrata potomaka terminalnih linije „A“, „B“ i „C“ prosječno iznosila 47,85 kg (od 44,0 do 51,5 kg), 47,05 kg (od 40,5 do 53,0 kg) i 48,53 kg (od 42,5 do 55,0 kg) uz dobru homogenost uzorka ($Vk \sim 5,13$ do 7,20%). Debljina slanine (S) u prosjeku je iznosila 18,55 mm (od 14,00 mm do 28,00 mm) kod potomaka terminalne linije „A“, 17,50 mm (od 11,00 mm do 23,00 mm) kod potomaka terminalne linije „B“, te najdebljih 20,20 mm (od 13,00 mm do 30,00 mm) kod potomaka terminalne linije „C“, uz generalno veliku varijabilnost uzorka

($V_k \sim 18,38$ do $22,36\%$). Debljina mišića (M) iznosila je u prosjeku $73,60$ mm (od $64,00$ mm do $86,00$ mm) kod potomaka terminalne linije „A“, $71,45$ mm (od $60,00$ mm do $83,00$ mm) kod potomaka terminalne linije „B“, te $72,50$ mm (od $60,00$ mm do $79,00$ mm) kod potomaka terminalne linije „C“, uz znatno nižu varijabilnost (V_k od $6,30$ do $7,07\%$) polovica u odnosu na debljinu slanine. Udio mišićnog tkiva u prosjeku je iznosio $56,04\%$ (od $50,17\%$ do $59,46\%$) kod potomaka terminalne linije „A“, $55,99\%$ (od $50,13\%$ do $60,91\%$) kod potomaka terminalne linije „B“, te $54,97\%$ (od $49,73\%$ do $58,95\%$) uz visoku homogenost polovica (V_k između $4,16$ i $4,55\%$). Glede dužinskih mjera trupa (Tablice 26., 28. i 30.), duljina polovice „a“ iznosila je u prosjeku $92,30$ cm (kod potomaka terminalne linije „A“ (raspon od $88,00$ cm do $98,00$ cm) i potomaka terminalne linije „C“ (od $89,00$ cm do $97,00$ cm), te $91,85$ cm (od $86,00$ cm do $95,00$ cm) kod potomaka terminalne linije „B“, dok je duljina polovice „b“ iznosila u prosjeku $105,45$ cm (od $103,00$ cm do $109,00$ cm) kod potomaka terminalne linije „A“, $104,65$ cm (od $100,00$ cm do $108,00$ cm) kod potomaka linije „B“, te $107,10$ cm (od $103,00$ do $112,00$ cm) kod potomaka terminalne linije „C“. Za obje dužinske mjere trupa utvrđena je vrlo visoka homogenost polovica (V_k od $1,75\%$ do $2,61\%$). Duljina i opseg buta iznosili su u prosjeku $34,40$ cm (od $33,00$ cm do $36,00$ cm) i $75,00$ cm (od $73,00$ cm do $77,00$ cm) kod potomaka linije „A“, $34,20$ cm (od $33,00$ cm do $36,00$ cm) i $75,45$ cm (od $74,00$ cm do $77,00$ cm) kod potomaka linije „B“, te $34,45$ cm (od $33,00$ cm do $37,00$ cm) i $75,15$ cm (od $72,00$ cm do $77,00$ cm) kod potomaka terminalne linije „C“, generalno visoku ujednačenost polovica (V_k od $2,44$ do $3,19\%$ za duljinu, odnosno od $1,37$ do $1,94\%$ za opseg buta).

Prosječne vrijednosti pH_{45} kirurških kastrata potomaka terminalnih linije „A“, „B“ i „C“ (vidljive u Tablicama 31., 33. i 35.) izmjerene u butu i dugom leđnom mišiću iznosile su u prosjeku $6,36$ (od $5,89$ do $6,94$) i $6,14$ (od $5,70$ do $6,42$) kod potomaka terminalne linije „A“, $6,33$ (od $5,95$ do $6,60$) i $6,27$ (od $5,42$ do $6,55$) kod potomaka terminalne linije „B“, te $6,39$ (od $6,06$ do $6,67$) i $6,41$ (od $6,08$ do $6,67$) kod potomaka terminalne linije „C“, uz generalno niski V_k (između $2,48$ i $3,90\%$). Završne vrijednosti pH_{24} izmjerene u butu i dugom leđnom mišiću iznosile u prosjeku $5,67$ (od $5,51$ do $5,94$) i $5,56$ ($5,46$ do $5,68$) kod potomaka terminalne linije „A“, $5,61$ (od $5,49$ do $5,75$) i $5,51$ (od $5,41$ do $5,62$) kod potomaka linije „B“, te $5,63$ (od $5,54$ do $5,95$) i $5,56$ (od $5,45$ do $5,76$) kod potomaka terminalne linije „C“, uz visoku homogenost uzoraka u svim skupinama (V_k od $1,10$ do $2,37\%$). Rezultati prosječnih pH vrijednosti vidljivi u Tablicama 31., 33. i 35. ukazuju na meso normalne kakvoće, a to se podudara i s predloženom vrijednostima ($pH_{45} > 6,0$) za

„normalno“ meso prema Hofmannu i sur. (1994), uz izuzetak minimalnih pH₄₅ vrijednosti zabilježenih u grupama potomaka terminalnih linija „A“ i „B“. Vrijednost otpuštanja mesnog soka (Tablice 27., 29. i 31.) iznosila je u prosjeku 7,92% (od 3,54% do 12,01%) kod potomaka terminalne linije „A“, 8,85% (od 5,31 do 13,38%) kod potomaka terminalne linije „B“, te 5,93 % (od 1,16 do 13,05%) kod potomaka terminalne linije „C“, što je nešto više od poželjnih 5 % (Kaufmann i sur., 1992.; Warner i sur., 1997.) i uz generalno visoku varijabilnost između uzoraka (Vk od 23,28 do 44,83%). Prosječna vrijednost boje mesa za stupanj bljedoće CIE L* iznosila je 53,77 (od 49,54 do 64,52) kod potomaka terminalne linije „A“, 54,37 (od 49,13 do 60,06) kod potomaka terminalne linije „B“, te 53,20 (od 49,38 do 60,64) kod potomaka terminalne linije „C“, uz varijabilnost između 5,27 i 6,27 (%). Veća varijabilnost općenito je utvrđena za parametre boje mesa CIE a* i CIE b* (Vk od 15,60 do 41,14%), koji su u prosjeku iznosili 8,10 (od 5,74 do 11,96) i 3,67 (od 1,27 do 8,10) kod potomaka linije „A“, 8,16 (od 5,53 do 11,21) i 3,68 (od 1,96 do 5,83) kod potomaka terminalne linije „B“, te 7,61 (od 5,89 do 10,78) i 3,17 (od 1,80 do 6,74) kod potomaka terminalne linije „C“. Utvrđene vrijednosti CIE L* > 50 mogu ukazivati na BMV meso (Hofmann i sur., 1994). Vrijednost WBSF(N) u prosjeku je iznosila 45,47 (od 39,20 do 54,07) kod potomaka terminalne linije „A“, 44,26 (od 31,04 do 55,88) kod potomaka terminalne linije „B“, te 43,86 (od 34,11 do 62,85) kod potomaka linije „C“, uz varijabilnost uzorka od 9,43% (terminalna linija „A“) do ~15-16% (terminalne linije „B“ i „C“). Utvrđena prosječna vrijednost WBSF(N) u mesu kirurških kastrata potomaka terminalne linije „A“ je nešto viša vrijednost od preporučene između 30 i 40 N prema preporukama AMSA-e. Kalo kuhanja je prosječno iznosio 33,77% (raspon od 30,99 do 36,71%) kod uzoraka mesa potomaka terminalne linije „A“, 32,95% (od 31,18 do 36,61%) kod uzoraka mesa linije „B“, te 33,12% (od 30,96 do 36,16%) kod uzoraka mesa terminalne linije „C“, uz generalno visoku homogenost analiziranih uzorka (Vk od 4,09 do 4,77%).

3.2.5. Sastav polovica i kvaliteta mesa nazimica potomaka različitih terminalnih linija nerastova

Svojstva polovica i kakvoće mesa nazimica potomaka terminalnih linija „A“, „B“ i „C“ prikazana su u tablicama 36. do 41.

Tablica 36. Sastav polovica nazimica potomaka terminalne linije „A“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Masa tople polovice (kg)	45,78	41,00	51,00	2,62	5,73	0,59
Debljina slanine, S (mm)	13,85	9,00	18,00	2,13	15,41	0,48
Debljina mišića, M (mm)	76,85	66,00	87,00	5,58	7,27	1,25
Mesnatost (%)	59,21	55,52	63,68	1,99	3,37	0,45
Duljina polovice „a“	91,50	88,00	95,00	2,16	2,37	0,48
Duljina polovice „b“	106,55	100,00	111,00	3,24	3,04	0,72
Duljina buta (cm)	34,30	33,00	36,00	0,92	2,69	0,21
Opseg buta (cm)	74,90	73,00	77,00	1,25	1,67	0,28

Tablica 37. Svojstva kvalitete mesa nazimica potomaka terminalne linije „A“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
pH ₄₅ , but	6,38	5,96	6,89	0,23	3,66	0,05
pH ₄₅ , MLD	6,28	5,88	6,67	0,22	3,48	0,05
pH ₂₄ , but	5,64	5,49	5,86	0,10	1,85	0,02
pH ₂₄ , MLD	5,58	5,46	5,80	0,10	1,72	0,02
EZ_dripLoss (%)	5,82	2,41	11,35	2,61	44,91	0,58
CIE L*	51,54	47,58	55,61	2,08	4,04	0,47
CIE a*	7,18	4,61	9,94	1,27	17,70	0,28
CIE b*	2,78	1,19	4,60	0,86	30,88	0,19
Kalo kuhanja (%)	33,31	29,63	36,06	1,42	4,27	0,32
WBSF (N)	41,90	31,69	50,89	5,10	12,17	1,14

Tablica 38. Sastav polovice nazimica potomaka terminalne linije „B“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Masa tople polovice (kg)	45,13	40,50	49,50	2,60	5,76	0,58
Debljina slanine, S (mm)	13,90	6,00	22,00	3,55	25,56	0,79
Debljina mišića, M (mm)	74,30	63,00	84,00	4,95	6,67	1,11
Mesnatost (%)	58,97	53,70	66,84	3,03	5,14	0,68
Duljina polovice „a“	90,90	82,00	94,00	3,08	3,38	0,69
Duljina polovice „b“	105,65	100,00	110,00	2,66	2,52	0,60
Duljina buta (cm)	34,20	32,00	36,00	1,06	3,09	0,24
Opseg buta (cm)	74,90	73,00	77,00	1,29	1,73	0,29

Tablica 39. Svojstva kvalitete mesa nazimica potomaka terminalne linije „B“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
pH ₄₅ , but	6,43	6,17	6,74	0,18	2,78	0,04
pH ₄₅ , MLD	6,28	6,01	6,66	0,18	2,79	0,04
pH ₂₄ , but	5,64	5,46	5,79	0,09	1,64	0,02
pH ₂₄ , MLD	5,54	5,43	5,71	0,06	1,11	0,01
EZ_dripLoss (%)	6,65	2,95	11,13	2,71	40,80	0,61
CIE L*	54,05	51,00	57,76	1,66	3,07	0,37
CIE a*	6,89	5,59	8,57	0,72	10,48	0,16
CIE b*	3,07	2,06	4,75	0,59	19,15	0,13
Kalo kuhanja (%)	33,16	29,79	37,12	1,60	4,81	0,36
WBSF (N)	40,13	31,00	59,05	6,67	16,61	1,49

Tablica 40. Sastav polovica nazimica potomaka terminalne linije „C“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
Masa tople polovice (kg)	45,50	41,50	49,00	2,06	4,54	0,46
Debljina slanine, S (mm)	15,45	8,00	22,00	3,36	21,77	0,75
Debljina mišića, M (mm)	75,40	66,00	95,00	6,82	9,05	1,53
Mesnatost (%)	58,02	53,65	64,11	2,91	5,02	0,65
Duljina polovice „a“	92,25	90,00	94,00	1,68	1,82	0,38
Duljina polovice „b“	106,65	102,00	112,00	2,66	2,50	0,60
Duljina buta (cm)	34,25	33,00	36,00	0,79	2,30	0,18
Opseg buta (cm)	75,35	74,00	77,00	0,93	1,24	0,21

Tablica 41. Svojstva kvalitete mesa nazimica potomaka terminalne linije „C“ (N=20)

Svojstvo	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	Vk	$\sigma\bar{x}$
pH ₄₅ , but	6,35	5,96	6,58	0,18	2,77	0,04
pH ₄₅ , MLD	6,16	5,82	6,59	0,18	2,97	0,04
pH ₂₄ , but	5,67	5,54	5,98	0,14	2,43	0,03
pH ₂₄ , MLD	5,59	5,48	5,85	0,10	1,77	0,02
EZ_dripLoss (%)	5,65	0,88	11,97	2,89	51,24	0,65
CIE L*	51,66	46,07	55,24	2,31	4,47	0,52
CIE a*	7,73	6,24	10,05	0,87	11,30	0,20
CIE b*	2,81	0,74	4,12	0,83	29,65	0,19
Kalo kuhanja (%)	33,63	28,04	36,82	1,89	5,62	0,42
WBSF (N)	44,07	30,31	55,95	6,80	15,42	1,52

Mase toplih polovica nazimica potomaka terminalnih linija „A“, „B“ i „C“ (Tablice 36., 38. i 40.) 45,78 kg, 45,13 kg i 45,50 kg, te su se kretale u rasponu od 41,00 kg do 51,00 kg i kod potomaka terminalne linije „A“, od 40,50 kg do 49,50 kg kod potomaka terminalne linije „B“ i od 41,50 kg do 49,00 kg i kod potomaka terminalne linije „C“, uz visoku homogenost uzorka kod sve tri istraživane skupine (Vk od 4,54 do 5,73%).

Glede mjera za debljinu slanine (S) i debljine mišića (M) iz prikazanih tablica može se uočiti iz prikazanih Tablica 32., 34. i 36. da je prosječno najdeblja leđna slanina utvrđena kod nazimica potomaka terminalne linije „C“ (15,45 mm, od 8,00 mm do 22,00 mm i $V_k=21,77\%$), potom kod potomaka terminalne linije „B“ (13,90 mm, od 6,00 mm do 22,00 mm i $V_k=25,56\%$) i potomaka terminalne linije „A“ (13,85 mm, od 9,00 mm do 18,00 mm), dok je debljina mišića (M) najviša bila kod nazimica terminalne linije „A“ (76,85 mm u rasponu od 66,00 mm do 87,00 mm i $V_k=7,27\%$), a potom kod terminalne linije „C“ (74,40 mm, od 66,00 mm do 95,00 mm i $V_k=9,05\%$) i terminalne linije „B“ (74,30 mm, od 63,00 mm do 84,00 mm i $V_k=6,67\%$). Prosječni udio mišićnog tkiva bio je utvrđen kod nazimica terminalne linije „A“ (59,21%), a potom kod terminalne linije „B“ (58,97%), te kod potomaka terminalne linije „C“ (58,02%). Udjeli mišićnog tkiva kretali su se u rasponu od 55,52% do 63,68% kod potomaka terminalne linije „A“, od 53,70% do 66,84% kod potomaka terminalne linije „B“, te od 53,65% do 64,11% kod potomaka terminalne linije „C“, uz generalno vrlo visoku homogenost uzorka ($V_k=3,37\%$ kod „A“, $V_k=5,14\%$ kod „B“ i $V_k=5,02\%$ kod „C“).

Iz prikazanih podataka u Tablicama 36., 38. i 40. može se uočiti da je najveća prosječna duljima polovice „a“ i „b“ kod nazimica potomaka terminalne linije „C“ (92,25 cm, od 90,00 cm do 94,00 cm), a potom kod potomaka terminalne linije „A“ (91,50 cm, od 88,00 cm do 95,00 cm), te na kraju kod potomaka terminalne linije „B“ (90,90 cm, od 82,00 cm do 110,00 cm), dok je kod duljine polovice „b“ najveća bila kod potomaka terminalne linije „C“ (106,65 cm, od 102,00 cm do 112,00 cm), potom kod potomaka terminalne linije „A“ (106,55 cm, od 100,00 cm do 111,00 cm) i kod potomaka terminalne linije „B“ (105,65 cm, od 100,00 cm do 110,00 cm). Za obje dužinske mjere utvrđena je vrlo visoka homogenost uzoraka (V_k od 1,82% do 3,38%). Glede mjera opsega i duljine buta iz Tablice 32., 34. i 36. vidljivo je da je duljina buta prosječno nešto veća kod nazimica potomaka terminalne linije „A“ (34,30 cm, od 33,00 cm do 36,00 cm i $V_k=2,69\%$) u odnosu na prosječnu vrijednost (34,25 cm) utvrđenu kod potomaka „C“ (od 33,00 cm do 36,00 cm i $V_k=2,30\%$), odnosno terminalne linije „B“ (34,20 cm, od 32,00 cm do 36,00 cm i $V_k=3,09\%$), dok je prosječno najveći opseg buta utvrđen kod nazimica terminalne linije „C“ (75,35 cm uz raspon od 74,00 cm do 77,00 cm i $V_k=1,24\%$), potom kod potomaka terminalne linije „A“ i „B“ kod kojih je u obje linije terminalnih nerastova opseg buta iznosio 74,90 cm, (uz isti raspon raspon kod „A“ i „B“ od 73,00 cm do 77,00 cm) i vrlo visoku varijabilnost uzoraka.

Iz Tablica 37., 39. i 41. vidljivo je kako su se prosječne vrijednosti pH₄₅ i pH₂₄ izmjereni u butu i dugom leđnom mišiću iznosile 6,38 i 6,28, odnosno 5,64 i 5,58 kod nazimica potomaka terminalne linije „A“, 6,34 i 6,28, odnosno 5,64 i 5,54 kod potomaka terminalne linije „B“ i 6,35 i 6,16, odnosno 5,67 i 5,59 kod potomaka linije „C“. Utvrđene prosječne pH vrijednosti ukazuju da je meso normalne kakvoće s obzirom na predložene vrijednosti pH₄₅ > 6,0 prema Hofmannu i sur. (1994). Postojala je vrlo visoka homogenost uzorka izmjerenih pH₄₅ i posebice pH₂₄ (Vk od 1,11% do 3,66%).

U Tablicama 37., 39. i 41. vidljivo je kako su vrijednosti otpuštanja mesnog soka u prosjeku bile najniže kod potomaka terminalne linije „C“ (5,65%), više kod potomaka terminalne linije „A“ (5,82%), a najviše nazimice potomaka terminalne linije „B“ (6,65%), uz znatno veću varijabilnost između istraživanih uzoraka s vrijednostima u rasponu od 2,41% do 11,35% (Vk=44,91%) kod terminalne linije „A“, od 2,95% do 11,13% (Vk=40,80%) kod terminalne linije „B“ i od 0,88% do 11,97% (Vk=51,24%). Utvrđene vrijednosti više su od poželjnih od 5% (Kaufmann i sur., 1992.; Warner i sur., 1997.).

Prosječna vrijednost boje mesa za stupanj bljedoće CIE L* najviša je bila kod nazimica potomaka terminalne linije „B“ (54,05, od 51,00 do 57,76), potom kod potomaka terminalne linije „C“ (51,66 u rasponu od 46,07 do 55,24), te najniža vrijednost kod potomaka terminalne linije „A“ (54,54 u rasponu od 47,58 do 55,61), uz generalno vrlo visoku homogenost uzorka (Vk od 3,07% do 4,47%). Parametri boje CIE a* i parametri boje b* bili su usporedivi kod sve tri skupine (7,18 i 2,78 kod pripadnika terminalne linije „A“, 6,89 i 3,07 kod pripadnika terminalne linije „B“ i 7,73, te 2,81 kod pripadnika terminalne linije „C“), i varijabilnost uzorka CIE a* (Vk od 7,70% do 11,30%) i visoku varijabilnost uzorka za CIE b* (Vk od 19,15% do 30,88%). Utvrđene vrijednosti CIE L* > 50 mogu ukazivati na BMV svinjetinu (Hofmann i sur., 1994).

Vrijednost WBSF (N) najviša bila je u nazimica potomaka terminalne linije „C“ 44,07 (od 30,31 do 55,95), a potom kod potomaka terminalne linije „A“ 41,90 (od 31,69 do 50,89) i najniža vrijednost kod potomaka terminalne linije „B“ 40,13 (od 31,00 do 59,05), uz generalno nešto višu varijabilnost (Vk od 12,71% do 16,16%). Utvrđena prosječna vrijednost WBSF (N) u mesu kirurških kastrata potomaka linije „C“ je nešto viša od vrijednosti između 30 i 40 N koju preporučuje AMSA. Kalo kuhanja je prosječno iznosilo kod nazimica terminalne linije „A“ 33,31% (od 29,63% do 36,06%), kod terminalne linije „B“ 33,16% (od 29,79% do 37,12%) i kod potomaka terminalne linije „C“ 33,63% (od 28,04% do 36,82%), uz generalno dobru homogenost uzorka (Vk od 4,27% do 5,62%).

3.3. Koncentracije androstenona i skatola u istraživanih svinja

U Tablici 42. vidljiv je statistički značajan utjecaj fiziološkog statusa na koncentraciju skatola, dok genotip nije statistički značajno ($P>0,05$) utjecao na koncentraciju istog hormona. Fiziološki status i genotip značajno su utjecali na koncentracije androstenona. Također i njihova interakcija bila je značajna za koncentraciju androstenona.

Tablica 42. Utjecaj fiziološkog statusa, linije terminalnog nerasta te njihove interakcije na koncentracije skatola i androstenona u nekastriranih i imunokastriranih svinja (N=119)

Svojstvo	Fiziološki status (T)	Genotip (G)	Interakcija (TxG)
Skatol	0,004	0,286	0,776
Androstenon	<0.001	<0.001	<0.001

Tablica 43. Procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške (u zagradama) skatola i androstenona u odnosu na fiziološki status svinja

Svojstvo	Imunokastrati	Nerastovi
N	59	60
Skatol	0.03 ^b (0.01)	0.09 ^a (0.01)
Androstenon	0.28 ^b (0.12)	1.66 ^a (1.12)

U Tablici 43. prikazane su procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške za koncentracije skatola i androstenona u odnosu na istraživani fiziološki status svinja (nerastovi i imunokastrati). Iz tablice je vidljivo kako su nerastovi imali više vrijednosti skatola i androstenona u odnosu na imunokastrate. Uočeni rezultati su očekivani i u skladu s rezultatima prethodnih istraživanja koja su pokazala učinkovitu redukciju komponenti nerastovskog svojstva kod imunokastrata u odnosu na neraste (Škrlep i sur., 2010; Batorek i sur., 2012.b; Kubale i sur., 2013.). Primjerice, Škrlep i sur. (2012.) izvješćuju o smanjenju koncentracije androstenona u imunokastrata na otprilike trećinu razine utvrđene kod nerasta, dok je u ovom istraživanju zabilježena još učinkovitija redukcija razine

androstenona, čija je koncentracija smanjena za gotovo 6 puta u odnosu na nerastove (s 1,66 $\mu\text{g/g}$ na 0,28 $\mu\text{g/g}$). Glede skatola, postupak imunokastracije u provedenom istraživanju smanjio je njegovu koncentraciju 3 puta u odnosu na razinu skatola u nerasta (sa 0,09 $\mu\text{g/g}$ na 0,03 $\mu\text{g/g}$), što je u skladu s rezultatima Škrlepa i sur. (2012.). Valja napomenuti da su i imunokastrirane i nekastrirane muške životinje (Tablice 44. i 45.) imale niže izmjerene koncentracije skatola u odnosu na granične vrijednosti od 0,2 i 0,25 $\mu\text{g/g}$ (Walstra i sur., 1999.). Walstra i sur. (1999.) također navode da potrošači osjete androstenon pri koncentracijama vežim od 0,50 odnosno 1,00 $\mu\text{g/g}$. U imunokastrata pripadnika svih triju ispitivanih terminalnih linija nerastova maksimalne vrijednosti koncentracija androstenona bile su niže od 1,00 $\mu\text{g/g}$ što indicira (Tablica 46.), te se može zaključiti da u istraživanim svinja nije bilo „non-respondera“ te da je vakcinacija protiv GnRH bila uspješna u svih triju ispitivanih linija nerastova.

Tablica 44. Opisna statistika za koncentracije skatola i androstenona u imunokastrata prema istraživanim terminalnim linijama nerasta

Terminalna linija nerasta „A“								
	N	$\bar{x}$	Min.	Max.	S	$\sigma\bar{x}$	Vk	$\bar{x}$
Skatol ($\mu\text{g/g}$)	20	0,045	0,010	0,105	0,0008	0,023	65,667	0,007
Androstenon ($\mu\text{g/g}$)	20	0,295	0,120	0,640	0,0361	0,190	64,600	0,043
Terminalna linija nerasta „B“								
	N	$\bar{x}$	Min.	Max.	S	$\sigma\bar{x}$	Vk	$\bar{x}$
Skatol ($\mu\text{g/g}$)	19	0,027	0,010	0,097	0,0005	0,022	81,945	0,005
Androstenon ($\mu\text{g/g}$)	19	0,343	0,120	0,940	0,0652	0,255	74,516	0,058
Terminalna linija nerasta „C“								
	N	$\bar{x}$	Min.	Max.	S	$\sigma\bar{x}$	Vk	$\bar{x}$
Skatol ($\mu\text{g/g}$)	20	0,026	0,01	0,067	0,0004	0,019	74,864	0,004
Androstenon ($\mu\text{g/g}$)	20	0,215	0,12	0,390	0,0084	0,092	42,741	0,021

Tablica 45. Procijenjene srednje vrijednosti i njihove standardne greške (u zagradama) za koncentracije skatola i androstenona nekastriranih muških životinja u odnosu na pripadnost liniji terminalnog nerasta

Koncentracija (µg/g)	Linija terminalnog nerasta			P
	A	B	C	
N	20	20	20	
Androstenon	1,07 ^b (0,29)	1,10 ^b (0,29)	2,80 ^a (0,29)	<0,001
Skatol	0,12 (0,03)	0,07 (0,03)	0,08 (0,03)	0,507

^{a,b}P<0,05

Tablica 45. prikazuje razlike u koncentracijama androstenona i skatola između nekastriranih muških svinja u odnosu na pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Najviša razina androstenona utvrđena je u nerastova pripadnika terminalnoj liniji C, dok se nerastovi druge dvije istraživane terminalne linije nisu razlikovali u ovom svojstvu. Uzimajući u obzir granični kriterij za osjet androstenona koju navode Walstra i sur. (1999.), za pretpostaviti je da bi potrošači osjetili androstenon u sve tri ispitivane terminalne linije nerasta, iako su vrijednosti koncentracije androstenona u terminalnih linija A i B vrlo blizu zadanoj vrijednosti od 1,00 µg/g. Imajući na umu da je terminalna linija nerastova C nastala križanjem s durokom, dobiveni rezultati u skladu su s rezultatima istraživanja mnogih autora (Xue i sur., 1996.; Grindflek i sur., 2008.; Squires i Schenkel, 2010.; Gregersen i sur. 2012.). Za pretpostaviti je da su ovako visoke koncentracije androstenona posljedica ranijeg ulaska u zrelost koja karakterizira duroka. Također, slično rezultatima ovog istraživanja, i Bonneau i sur. (1979.) utvrdili su da nerastovi pasmine pietren imaju veće koncentracije androstenona u odnosu na nerastove landrasa. Glede vrijednosti koncentracije skatola vidljivo je da su nerastovi podrijetlom od linije A imali više vrijednosti od linija B i C, iako između pojedinih terminalnih linija nerastova nisu utvrđene statistički značajne razlike. Kako je linija nerastova A nastala križanjem pietrena i velikog jorkšira, dok je linija B zapravo čisti pietren kojem je izlučen Hal⁺, može se naslutiti da povišena razina skatola dolazi od velikog jorkšira. Ovo je u skladu s rezultatima istraživanja Babola i sur. (2004.) i izvještaja EFSA (2004.) koji navode povišene razine skatola u svinja pasmine veliki jorkšir.

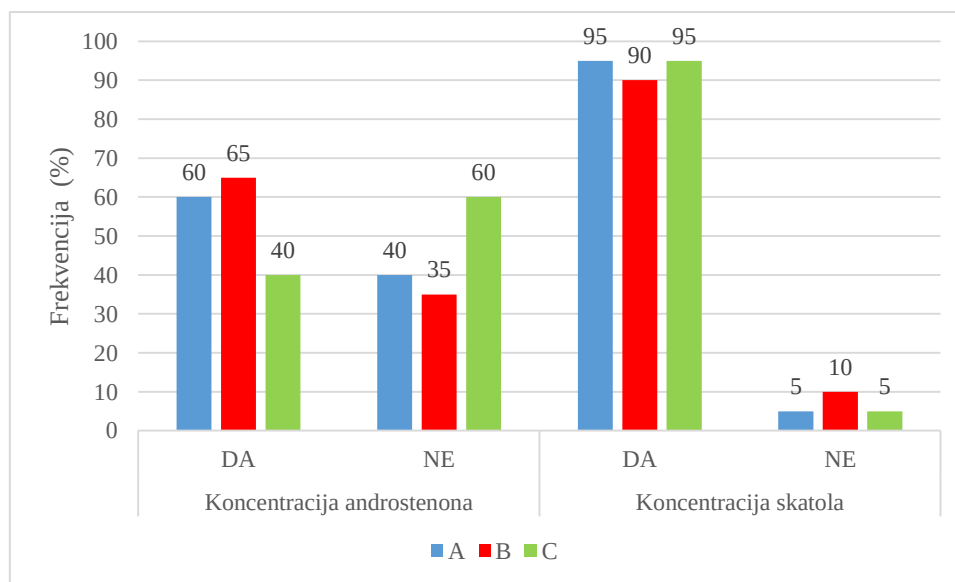
Tablica 46. Korelacijski koeficijenti između koncentracija androstenona i skatola prema terminalnoj liniji nerasta

Terminalna linija nerasta		Skatol (µg/g)	Androstenon (µg/g)
A	Skatol (µg/g)	1	0,644*
	Androstenon (µg/g)	-	1
B	Skatol (µg/g)	1	0,420
	Androstenon (µg/g)	-	1
C	Skatol (µg/g)	1	0,408
	Androstenon (µg/g)	-	1

U Tablici 46. prikazani su korelacijski koeficijenti između koncentracija skatola i androstenona u odnosu na pripadnost pojedinoj terminalnoj liniji nerasta. Iz tablice je vidljivo kako je u nerastova pripadnika terminalnoj liniji nerasta A utvrđena jaka i značajna korelacija između koncentracija ovih dvaju hormona, dok je korelacija između koncentracija androstenona i skatola u terminalnih linija B i C bila srednje jakosti. Sukladno rezultatima ovog istraživanja, Tajet i sur. (2006.) su također utvrdili pozitivnu korelaciju između koncentracija androstenona i skatola, koja je kod landrasa iznosila 0,36, odnosno kod duroka 0,62. Suprotno pak rezultatima ovog istraživanja, Font-Furnols (2012.) je u potomaka čistokrvnog duroka utvrdio slabu korelaciju ($r=0,1$) između koncentracija androstenona i skatola. Ova diskrepancija u rezultatima vjerojatno je posljedica manjeg broja ispitivanih životinja u istraživanju navedenih autora, kao i u činjenici da su u ovom istraživanju sudjelovali križanci pietrena s velikim jorkširom, odnosno durokom, a ne čistokrvne životinje. Nadalje, valja ipak naglasiti da na koncentracije skatola u velikoj mjeri utječu okolišni faktori poput načina držanja (individualno/grupno) ili stresa uzrokovanog bolesti, gdje životinje koje su smještene u grupnim boksovima u većem broju, koje imaju veći broj lezija na koži ili su bile bolesne očituju više razine skatola, bez obzira na razinu androstenona koju imaju (Škrlep i sur., 2016.). Zbog jake korelacije između androstenona i skatola, tada će se i razina androstenona povećati, što dovodi do izraženijeg „nerastovskog svojstva“ u ovih životinja.

Kako genetska selekcija protiv androstenona nije preporučljiva, jer se androstenon proizvodi jednakim biokemijskim putevima kao i testosteron odnosno androgeni koji određuju spolnu zrelost (Moe i sur., 2009.) te je također pozitivno povezan sa slobodnim estronom (Zamaratskaia i sur., 2005.), rezultati prikazani u Tablici 48. upućuju na mogućnost smanjenja skatola, koji će, osobito u križanaca velikog jorkšira i pietrena,

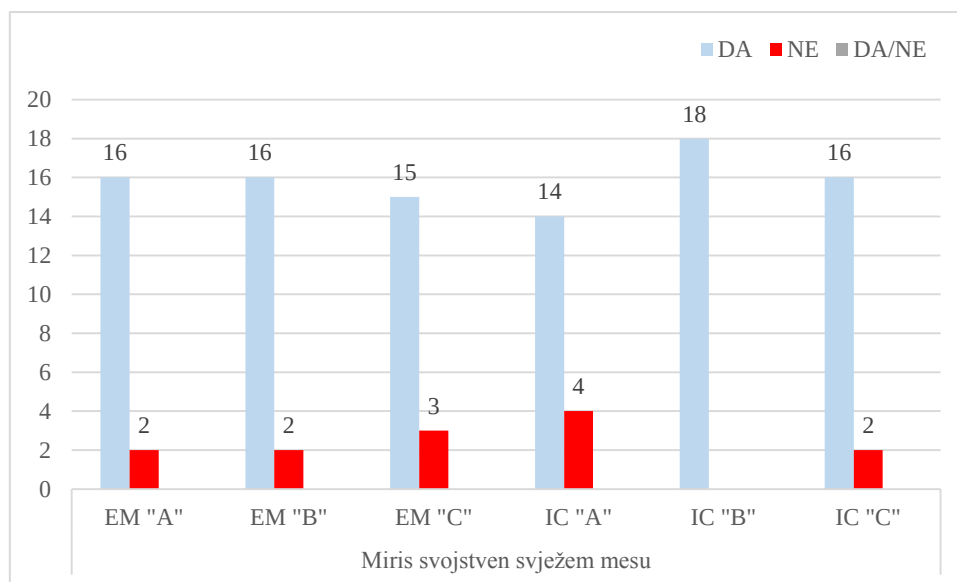
potom djelovati i na redukciju androstenona. Kako je već dokazano da se koncentracije skatola mogu se uz genetsku selekciju uspješno i reducirati i hranidbom (Bilić-Šobot i sur., 2016.) rezultati prikazani u Tablici 48. ukazuju da se koncentracije skatola i androstenona mogu uspješno reducirati i metodama koje su jeftinije i manje zahtjevne od genomske selekcije u ovih križanaca.



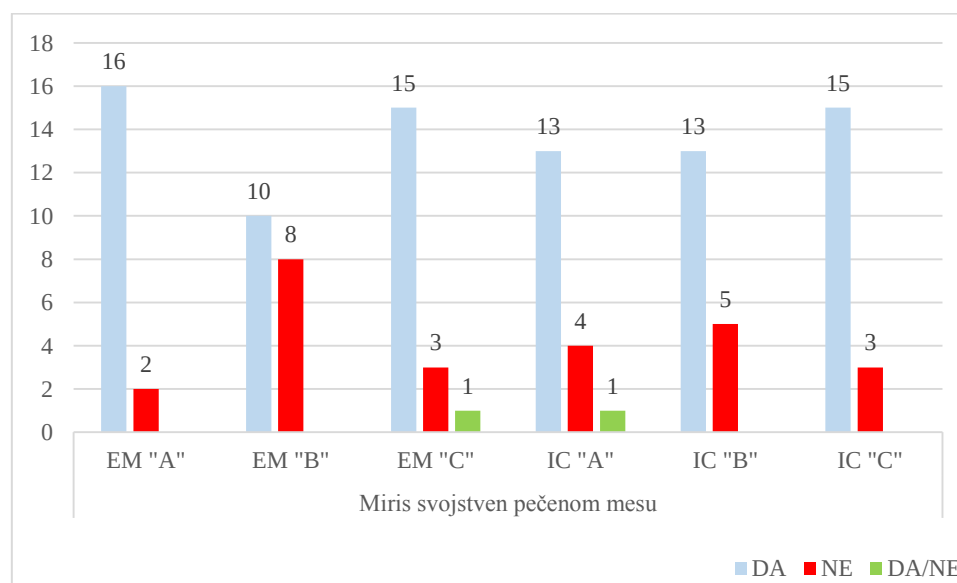
Slika 32. Distribucija frekvencija koncentracija androstenona i skatola u masnom tkivu nerastova potomaka različitih terminalnih linija nerastova prema graničnim kriterijima (Walstra i sur., 1999.)

Na Slici 32. prikazana je kategorizacija masnog tkiva nerastova u prihvatljivo (DA) i neprihvatljivo (NE) potrošačima prema kriteriju graničnih vrijednosti za androstenon, odnosno skatol kako preporučuju Walstra i sur. (1999.). Iz slike se može uočiti da, ako graničnu vrijednost za potrošačima neprihvatljivo meso nerastova uzmemo koncentracije androstenona veće od 1,00 µg/g, tada se kao takvo kategorizira 40% masnog tkiva u nerastova potomaka nerasta terminalne linije A, 35% uzoraka iz terminalne linije B, odnosno 60% iz terminalne linije C. Uzimajući u obzir granični kriterij od 0,20-0,25 µg/g za koncentracije skatola kojeg preporučuju jednaki autori, tada se kao meso neprihvatljivo potrošačima kategorizira 5% uzoraka pripadnika terminalnoj liniji nerasta A, 10% uzoraka pripadnika terminalnoj liniji B te 5% uzoraka pripadnika terminalnoj liniji C. Kako je poznato da povišene koncentracije skatola može osjetiti oko 99% potrošača te se on smatra prvim kriterijem za prihvatljivost/neprihvatljivost mesa nerastova, iz prikazane slike vidljivo je kako je za uzgoj nerastova najnepovoljnija linija terminalnog nerasta B.

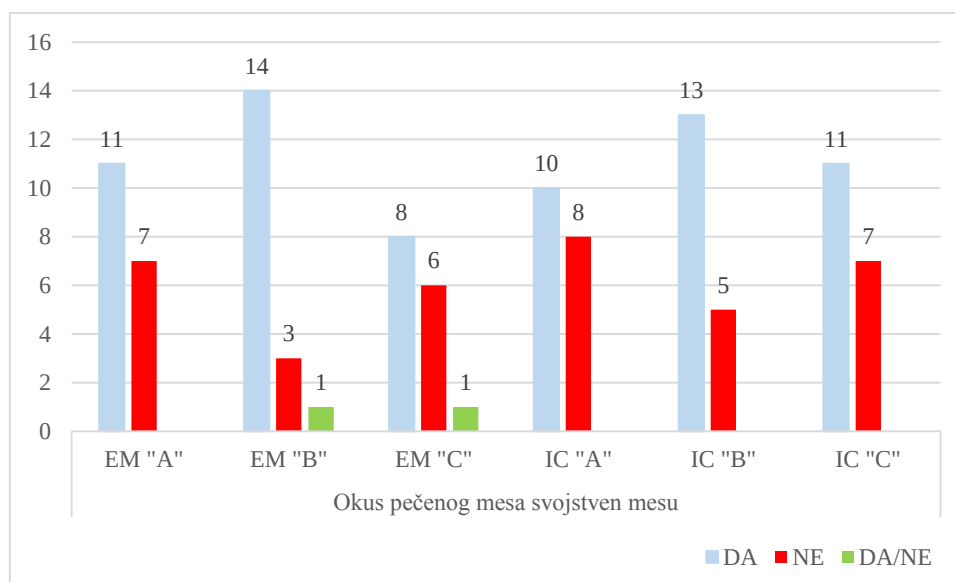
Rezultati prikazanoj na Slici 33. indiciraju da, ukoliko predložene kriterije uvrstimo kao glavne, zapravo će veliki broj trupova nerastova, osobito u slučaju androstenona, biti svrstan u one neprihvatljive potrošačima, te posljedično odbačen za preradu. Zbog toga Mörlein i sur. (2016.) predlažu automatsku detekciju „nerastovskog svojstva“ samo na temelju podataka o koncentraciji skatola.



Slika 33. Rezultat ocjene senzorskog panela o karakterističnom mirisu mesa imunokastrata i nerastova potomaka terminalnih linija „A“, „B“ i „C“ (N=18)



Slika 34. Rezultat ocjene senzorskog panela o karakterističnom mirisu pečenog mesa imunokastrata i nerastova potomaka terminalnih linija „A“, „B“ i „C“ (N=18)



Slika 35. Rezultat ocjene senzorskog panela o karakterističnom okusu pečenog mesa imunokastrata i nerastova potomaka terminalnih linija „A“, „B“ i „C“ (N=18)

Na Slikama 33., 34. i 35. prikazani su rezultati ocjene senzorskog panela o karakterističnom mirisu svježeg mesa te karakterističnom mirisu i okusu pečenog mesa slučajno odabranih imunokastrata i nerastova potomaka terminalnih linija nerastova „A“, „B“ i „C“. Iz Slike 33. može se uočiti da je u nerastova potomaka terminalne linije A i B 11,12% uzoraka bilo procijenjeno kao „nesvojstveno“ mirisu svježeg mesa, dok je u nerastova potomaka terminalne linije nerastova C 16,66% uzoraka bilo kategorizirano kao „nesvojstvenog“ mirisa. U slučaju pak imunokastrata u potomaka terminalne linije „A“ 22,22% uzoraka nije imalo miris svojstven svježem sirovom mesu, dok je u imunokastrata terminalne linije C taj postotak iznosio 11,11%. Zanimljivo je da su svi uzorci imunokastrata terminalne linije B imali miris karakterističan za svježije meso.

U nerastova potomaka terminalne linije A jednaki je postotak uzoraka (11,11%) imao miris nesvojstven za pečeno meso (Slika 34.), dok je okus nespecifičan za pečeno svinjsko meso imalo 38,89% uzoraka (Slika 35.). U nerastova potomaka terminalne linije nerasta B čak 44,44% uzoraka bilo kategorizirano kao „nespecifično“, iako je okus nekarakterističan pečenom mesu imalo 16,67% uzoraka, dok je jedan bio „sumnjiv“ na nespecifičan okus mesa (Slika 35.). U nerastova pripadnika terminalne linije C 16,67% uzoraka imalo je nespecifičan miris (Slika 35.), dok je nespecifičan okus očitivalo 33,33% pečenih uzoraka (slika X2). U slučaju pečenog mesa 1 je uzorak bio sumnjivog okusa i mirisa (Slika 34. i 35.). U imunokastrata potomaka terminalne linije A 4 je uzorka nesvojstvenog mirisa svježeg mesa (Slika 34.) imalo i nesvojstven miris kada je bilo ispečeno (Slika 35.), dok

jedan uzorak nije imao niti miris karakterističan za svježe sirovo meso, niti je imao miris karakterističan za meso nerasta (Slika 35.). U slučaju pak okusa pečenog mesa nepoželjne karakteristike očitovale je 27,78% uzoraka (Slika 35.). Unatoč tome što u imunokastrata potomaka terminalne linije B niti jedan uzorak svježeg mesa nije imao nekarakterističan miris, 5 uzoraka (27,78%) imalo je miris i okus kada se ispeklo (Slike 34. i 35.). U imunokastrata potomaka terminalne linije C nakon termičke obrade 27,77% uzoraka nije bilo karakterističnog mirisa (Slika 34.), a 38,89% nekarakterističnog okusa (Slika 35.).

Slično rezultatima ovog istraživanja Font-Furnols (2012.) navodi da je u većini senzorskih istraživanja o mirisu i okusu svježeg i termički obrađenog mesa nerastova u odnosu na druge spolove u velikoj većini meso nekastriranih mužkih životinja bilo ocijenjeno kao manje prihvatljivo bez obzira na koncentracije i prisutnost komponenti nerastovskog svojstva u njima.

4. ZAKLJUČCI

Iz provedenog istraživanja o utjecaju terminalne linije nerasta na tovne svinje različitog fiziološkog statusa, može se zaključiti da su na tova svojstva, sastav trupova i kvalitetu mesa utjecali ne samo fiziološki status, već i genotip, ali i u velikoj mjeri njihova interakcija.

Pri tome se od odbića do primjene druge vakcine najbolji dnevni prirast može očekivati u kirurških kastrata, dok bolja tova svojstva, karakteristična za nekastrirane muške životinje, a koja su superiorna u odnosu na kirurške kastrate ili ženke, možemo očekivati tek u završnim fazama tova. Ovakve karakteristike očitovali su i imunokastrati te se može zaključiti kako vakcinacijom protiv GnRH hormona možemo dobiti životinje vrlo dobrih tovnih karakteristika, vrlo sličnim performansama nekastriranih muških životinja. Ipak, kada se donosi odluka o načinu uzgoja životinja (nekastrirane vs imunokastrirane muške životinje), valja imati na umu da u ranim fazama tova, te posljedično i na ukupni prosječni dnevni prirast, utječe uz fiziološki status i odabir terminalne linije nerasta.

Fiziološki je status visoko značajno utjecao na sva istraživana svojstva polovica, osim na duljine polovice „a“ i opseg buta. Očekivano, pripadnost određenoj terminalnoj liniji nerasta značajno je utjecala na ekonomski važna svojstva polovica: mesnatost, duljinu polovice, opseg buta te debljinu slanine, dok se interakcija genotipa i fiziološkog statusa pokazala značajna za obje mjerene duljine polovice, te opseg buta. Nerastovi su, uz nazimice, imali i najmanju debljinu slanine i najveću mesnatost, no duljina njihovih polovica bila je manja u odnosu na nazimice, dok je najveći opseg buta utvrđen u kirurških kastrata. S obzirom da su istraživane životinje bile žrtvovane prilično mlade, u dobi od 168 dana, gore navedeno indicira da se u takvoj dobi fiziološki potencijal nerastova nije stigao ispoljiti zbog čega je uzgoj nekastriranih muških životinja opravdan u slučaju tova do veće starost/završne mase, a ne do uobičajenih prosječnih 110 kg žive mase. U svim istraživanim svojstvima sastava trupa imunokastrirane muške životinje pokazale su se kao intermedijarne, zbog čega predstavljaju prikladnu alternativu kirurškoj kastraciji.

Između svinja različitog fiziološkog statusa utvrđene su statistički značajne razlike u gotovo svim mjeranim svojstvima kakvoće mesa. Pri tome su u nekastriranih muških životinja utvrđene nešto više vrijednosti otkapavanja mesnog soka u odnosu na ostale fiziološke statuse, no to je vjerojatno posljedica transportnog stresa, kojoj su nerastovi podložniji zbog prirode svog ponašanja. No, u njihovom je mesu također utvrđen i veći

stupanj crvenila (CIE a^*), koji je također posljedica njihovog temperamentnijeg ponašanja uslijed kojeg dolazi do bolje prokrvljenosti mišića.

Kod potomaka terminalne linije nerasta „C“ (kombinacija pietrena, duroka i velikog jorkšira) utvrđene su veće duljine polovica te veći opseg buta, zbog čega se ovaj hibrid može preporučiti za uzgoj svinja čije meso je namijenjeno preradi u šunku ili pršut, gdje su ove osobine od izuzetne važnosti. Zbog veće debljine leđne slanine, koja vjerojatno dolazi od duroka, njihova je mesnatost bila zanemarivo niža u odnosu na ostale dvije komercijalne linije. Međutim, veća debljina leđne slanine indicira i veću količinu intramuskularne masti, koja se u novije vrijeme smatra vro poželjnim svojstvom, osobito pri proizvodnji visokovrijednih tradicionalnih proizvoda.

Potomci terminalne linije nerastova „B“, koja je zapravo čisti pietren s isključenim Hal genom, pokazivali su nešto više vrijednosti otpuštanja mesnog soka te stupnja blijedoće (CIE L^*) u odnosu na druge dvije istraživane terminalne linije nerasta. Ovo indicira da se kombiniranjem pietrena s velikim jorkširom, odnosno durokom, mogu dobiti trupovi odličnih karakteristika sa zadovoljavajućom kvalitetom mesa. Međutim, valja imati na umu da uz genotip, i fiziološki sastav, i njihova interakcija značajno utječe na kakvoću mesa.

Imunokastracija je povoljno utjecala na koncentraciju androstenona i skatola u imunokastriranih muških životinja, no na ove razine utječe i odabir terminalne linije nerasta, gdje su potomci terminalne linije nerasta „C“ imali najvišu razinu androstenona. Korelacija između skatola i androstenona u potomaka svih triju linija nerastova bila je srednje jaka do jaka, a osobito jaka utvrđena je u potomaka terminalne linije nerastova „A“. Ovo upućuje na mogućnost redukcije skatola, a posljedično tome i androstenona i metodama koje su jeftinije i manje zahtjevnije od genomske selekcije u ovih križanaca.

5. LITERATURA

1. Aaslyng, M.D., de L. Broge, E.H., Brockhoff, P.B., Christensen, R.H. (2013): Age related changes in consumers' ability to detect the boar smell compounds androstenone and skatole. EAAP Working Group on „Production and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs“, Monells, Girona, 2nd-3rd December, 14.
2. Albrecht, A.K. (2011): Growth performance, carcass characteristics, meat quality and behaviour of ImprovacTM – treated male pigs in comparison with intact boars and barrows. doktorska disertacija, Hannover.
3. Aluwé, M., Langendries, K.C.M., Bekaert, K.M., Tuytens, F.A.M., De Brabander, D.L., De Smet, S., Millet, S. (2013): Effect of surgical castration, immunocastration and chicory-diet on the meat quality and palatability of boars. *Meat Science* 94: 402-407.
4. Amerine, M.A., Pangborn, R.M., Roessler, E.B. (1965): Principles of sensory evaluation of food. London: Academic Press.
5. Andersson, A., Hansson, I., Lundström, K., Karlsson, A. (1995): Influence of sex and breed on the precision of the official Swedish pig carcass grading. *Swedish Journal of Agricultural Research* 25: 51–59.
6. Annor-Frempong, I.E., Nute, G.R., Wood, J.D., Whittington, F.W., West, A. (1998): The measurement of the responses to different odour intensities of boar taint using a sensory panel and an electronic nose. *Meat Science* 50: 139-151.
7. Babol, J., Zamaratskaia, G., Juneja, R.K., Lundström, K. (2004): The effect of age on distribution of skatole and indole levels in entire male pigs in four breeds: Yorkshire, Landrace, Hampshire and Duroc. *Meat Sci.* 67(2): 351-358.
8. Bahelka, I., Oravcová, M., Hanusová, E., Demo, P. (2011): The effect of sex and terminal sire line on carcass characteristics of pork belly. *Archiv Tierzucht* 54(3): 254-270.
9. Bañón, S., Andreu, C., Laencina, J., Garrido, M.D. (2004): Fresh and eating pork quality from entire versus castrate heavy males. *Food Quality and Preference* 15: 293–300.
10. Barton-Gade, P. (1985): Karakteristike kvaliteta mesa i njihov značaj za proizvode od svinjskog mesa. *Tehnologija mesa*, XXVI, 9, 250-253.
11. Barton-Gade, P.A. (1987): Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. *Livestock Prod. Sci.* 16(2): 187-196.

12. Batorek, N., Čandek-Potokar, M., Bonneau, M., Van Milgen, J. (2012a): Meta-analysis the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. *The Animal Consortium* 1-9.
13. Batorek, N., Škrlep, M., Prunier, A., Louveau, I., Noblert, J., Bonneau, M., Čandek-Potokar, M. (2012b): Effect of feed restriction on hormones, performance, carcass traits, and meat quality in immunocastrated pigs. *J. Anim. Sci.* 9(1): 1-11.
14. Bilić-Šobot, D., Zamaratskaia, G., Rasmussen, M. K., Čandek-Potokar, M., Škrlep, M., Prevolnil Povše, M., Škorjanac, D. (2016): Chestnut wood extract in boar diet reduces intestinal skatole production, a boar taint compound. *Agronomy for Sustainable Development* 36(4): 1-9.
15. Blasco, A., Gou, P., Gispert, M., Estany, J., Soler, Q., Diestre, A., Tibau, J. (1994): Comparison of five types of pig crosses. I. Growth and carcass traits. *Livestock Production Science* 40: 171-178.
16. Boler, D.D., Killefer, J., Meeuwse, D.M., King, V.L., McKeith, F.K., Dilger, A.C. (2012): Effects of slaughter time post-second injection on carcass cutting yields and bacon characteristics of immunologically castrated male pigs. *Journal of Animal Science*, 90: 334-344.
17. Boneau, M. (1982): Compounds responsible for boar taint, with special emphasis on androstenone: a review. *Livestock Production Science* 9: 687-707.
18. Boneau, M., Chevillon, P. (2012): Acceptability of entire male pork with various levels of androstenone and skatole by consumers according to their sensitivity to androstenone. *Meat Science* 90: 330-337.
19. Bonneau, M. (1998): Use of entire males for pig meat in the European Union. *Meat Science* 49: S257-272.
20. Bonneau, M., Desmouh, B., Dumont, B.L. (1979): Production de viandes de port males entiers ou castrés efficacité alimentaire et composition corporelle chez les races hypermusclées. *Annales de Zootechnie* 28: 53-72.
21. Bonneau, M., Desmoulin, B. (1980): Evolution de la teneur en androsténone du tissu adipeux dorsal chez le porc mâle entier de type Large White: variation selon les conditions d'élevage. *Reprod Nutr Dév.* 20: 1429–1437.
22. Bremner, E.A., Mainland, J.D., Khan, R.M., Sobel, N. (2003): The prevalence of androstenone anosmia. *Chemical Senses*, 28: 423-432.
23. Briskey, E.J., Kauffman, R.G. (1971): Quality characteristics of muscle as a food. *In* *The Science of Meat and Meat Products*. W.H. Freeman and Company, San Francisco, Calif.

-
24. Brooks, R.I., Pearson, A.M. (1986): Steroid hormone pathways in the pig, with special emphasis on boar odour: A review, *Journal of Animal Science* 62: 632-645.
 25. Caldara, F.R., Moi, M., dos Santos, L.S., de Lima Almeida Paz, I.C., Garcia, R. G., de Alencar Nääs, I., Fernandes, A.R.M. (2013): Carcass Characteristics and Qualitative Attributes of Pork from Immunocastrated Animals. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences* 26(11): 1630-1636.
 26. Caldara, F.R., Santos, R.K.S., Rita, L.S., Foppa, L.N. NääS, I.A., Garcia, R.G., Machado, S.P. (2015): Performance and plasma urea nitrogen of immunocastrated males pigs of medium genetic potential. *Revista MVZ Córdoba*, 20(2): 4572-4580.
 27. Campbell, R.G. Taverner, M.R. (1988): Genotype and sex effects on the relationship bwtween energy intake and protein deposition in growing pigs. *J Anim Sci.* 66: 676-686.
 28. Choi, J.S, Lee, H.J, Jin S-K, Choi Y-I, Lee J-J. (2014): Comparison of Carcass Characteristics and Meat Quality between Duroc and Crossbred Pigs. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 34(2): 238-244.
 29. Christensen, L.B. (2003): Drip loss sampling in porcine m. longissimus dorsi. *Meat Sci.* 63:249-256.
 30. Cisneros, F., Ellis, M., McKeith, F.K., McCaw, J., Fernando, R.L. (1996): Influence of slaughter weight on growth and caracass characteristic, comercial cutting and curingyields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *Journal of Animal Science*, 74: 925-933.
 31. Clarke, I., Walker,J., Hennesy, D., Kreeger, J., Crane, J. (2008): Inherent foodsafety of a synthetic gonadotropin-refleasing factor (GnRf) vaccine for the control boar taint in entre male pigs. *Inter J Appl Res Vet Med* 6: 7-14.
 32. Cong J., Goll D.E. (1993): Effect of monoclonal antibodies specific for the 28-kDa subunit on catalytic properties of the calpains. *The Journal of Biological Chemistry* 268(25): 740–747.
 33. Cong, J.Y., Goll, D.E, Peterson, A.M., Kapprell, H.P. (1989): The Role of Autolysis in Activity of the Ca-2+-Dependent Proteinases (Mu-Calpain and M-Calpain). *Journal of Biological Chemistry* 264: 10096-10103.
 34. Correa, J.A., Faucitano, L., Laforest, J.P., Rivest, J., Marcoux, M., Gariepy, C. (2006): Effects of slaughter on caracass composition and meat quality in pigs of two different growth rates. *Meat Science* 72: 91-99.
 35. Cronin, G.M., Dunshea, F.R. Butler, K.L., McCauley, I., Barnett, J.L., Hemsworth, P.H. (2003): The effects of imuno- and surgical-castration on the behaviour and
-

- consequently growth of group-housed, male finisher pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 81: 111-126.
36. Cross, H.R., Durland, P.R., Seideman, S.C. (1986): Sensory qualities of meat. Pages in: *Muscle As Food*. P.J. Bechtel, ed. Academic Press, New York. pp. 279-320.
37. Čandek-Potokar, M., Škrlep, M., Batorek Lukač, N., Zamaratskaia, G., Prevelnik Povše, M., Velikonja Bolta, Š., Kubale, V., Bee, G. (2015): Hydrolysable tannin fed to entire male pigs affects intestinal production, tissue deposition and hepatic clearance of skatole. *Vet J.* 204(2): 162-167.
38. D' Souza, D.N., Dunshea, F.R., Leury, B.J., Warner, R.D. (1999): Effect of mixing boars during lairage and preslaughter handling on pork quality. *Australian Journal of Agricultural Research* 50: 109-113.
39. D' Souza, D.N., Warner, R.D., Dunshea, F.F., Leury, B.J. (1998): Effect of on-farm and pre-slaughter handling of pigs on meat quality. *Australian Journal of Agricultural Research* 49: 1021-1025.
40. Da Yu Lin, S., Zhang, Z., Block, E., Katz, L.C. (2005): Encoding social signals in the mouse main olfactory bulb. *Nature* 434: 470-477.
41. Dalmau, A., Velarde, A., Gispert, M. (2009): Standardisation of measure „meat quality“ to assess the welfare of pigs at slaughter, in Forkman B. i Keeling L., *Assessment of Animal Welfare Measures for Sows, Piglets and Fattening Pigs*, Welfare Quality Reports No. 10.
42. De Kock, H.L., Heinze, P.H., Potgieter, C.M., Dijksterhuis, G.B., Minnaar, A. (2001): Temporal aspects related to the perception of skatole and androstenone, the major boar odour compounds. *Meat Science* 57: 61-70.
43. Deen, J., O'Connor, J., Sorensen, S., Baker, T. (2008): An economic model to assess cost of Improvac to the swine producer for control of boar taint. In *Proceedings of the 20th International Pig Veterinary Society (IPVS) Congress*, 22-26 June 2008, Durban, South Africa.
44. Dehnhard, M., Claus, R., Herbert, E., Hillebrand, M. (1995): Skatol – und Androstenonkonzentrationen in Fleische rzeueugnissen aus Eberschlaschtkorpern. *Die Ebermast Heft* 449: 55-72.
45. Desmoulin, B., Bonneau, M., Froouin, A., Bidard, J.P. (1982): Consumer testing of pork and processed meat from boars: the influence of fat androstenone level. *Livestock Production Science* 9: 707-715.
46. Doran, E., Whittington, F.W., Wood, J.D., McGivan, J.D. (2002): Cytochrome P450IIE1 (CYP2E1) is induced by skatole and this induction is blocked by androstenone in isolated pig hepatocytes. *Chem. Biol. Interact.* 140: 81-92.

-
47. Dragoeva, A., Stoikov, A. (2003): Ecological efficiency in fattening noncastrated males pigs. *Ecology and Future – Journal of Agricultural Science and Forest Science* 2: 82–85.
 48. Dunshea, F.R., Colatoni, C., Howard, K., Mc Cauley, I., Jackson, P., Ling, K.A., Lopaticki, S., Nugent, E.A., Simons, J.A., Walker, J., Hennessy, D.P. (2001): Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *J. Anim. Sci.* 79: 2524-2535.
 49. Edwards, D.B., Bates, O.R., Osburn, W.N. (2003): Evaluation of Duroc-vs. Pietrain-sired pigs for carcass and meat quality measures. *Journal of Animal Science* 81(8): 1895-1899.
 50. EFSA(2004): Welfare aspects of the castration of piglets. *The EFSA Journal* 91:1-18.
 51. Ekert, R., Rózycki, M., Zak, G. (2003): Progress achieved in leaness and growth rates in some herds of Duroc pig. *Book Of Abstracts Of The 54th Annual Meeting Of The European Association For Animal Production*. p. 63, Rome, Italy.
 52. Ellis, M., Smith, W. C., Clark, J. B. K., Innes, N. (1983): A comparison of boars, gilts and castrates for bacon manufacture. 1. On farm performance, carcass and meat quality characteristics and weight loss in the preparation of sides for curing. *Anim. Prod.* 37: 1-9.
 53. Elseley, F.W.H. (1968): Bericht über subjektive Versuche und über die Empfindlichkeit verschiedener Personen gegenüber den natürlichen und dem synthetisch produzierten Ebergeruch. *Proceedings European Association for Animal Production, Commission Pig Production*, Dublin.
 54. Evans, A. (2006): Global control of boar taint. Part 3. Immunological castration. *Pig Progress* 22: 6-9.
 55. Falkenberg, M., Blödw, G. (1981): Untersuchungen zum 5 α -Androst-16-en-3-on-Gehalt von Jungbern und dessen Beziehungen zu Mast-und Schlachtereistungen. *Arc. Tierz.* 24: 521.
 56. Faustman, C., Cassens, R. G. (1990): The Biochemical Basis for Discoloration in Fresh Meat: A Review. *Journal of Muscle Foods* 1(3): 217-243.
 57. Fernandez, X., Meunier-Salaun, M.C., Ecolan, P. (1994): Glycogen depletion according to muscle and fibre types in response to dyadic encounters in pigs (*Sus scrofa domestica*) – relationship with plasma epinephrine and aggressive behaviour. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part, A, Physiology*, 109: 869-879.
-

-
58. Fisher, P., Mellet, F.D., Hoffman, L.C. (2000): Halothane genotype and pork quality. Carcass and meat quality characteristics of three halothane genotypes, *Meat Science*, 54: 97-105.
 59. Font-Furnols, M., Gispert, M., Guerrero, L., Verlade, A., Tibau, J., Soler, J., Hortós, M., García-regueiro, J.A., Pérez, J., Suárez, P., Oliver, M.A. (2008): Consumers' sensory acceptability of pork from immunocastrated male pigs. *Meat Science*, 80: 1013-1018.
 60. Font-Furnols, M. (2012): Consumer studies on sensory acceptability of boar taint: A review. *Meat Science* 92: 319-329.
 61. Forrest, J.C. (1998): Line speed implementation of various pork quality measures. Record of. Proceedings, NSIF Conference and Animal Meeting, December 4-5 1998, Vol. 23, <http://mark.asci.ncsu.edu/nsif/98proc/forrest.htm>
 62. Fortina, R., Barbera, S., Lussiana, C., Mimosi, A., Tassone, S., Rossi, A., Zanardi, E. (2005): Performances and meat quality of two Italian pig breeds fed diets for commercial hybrids. *Meat Science*, 71: 713-718.
 63. Fredriksen, B., Sibeko Johnsen, A.M., Skuterud, E. (2011): Consumer attitudes towards castration of piglets and alternatives to surgical castration. *Res. Vet. Sci.* 90(2): 352-357.
 64. Fredriksen, L., Lium, B.M., Marka, C.H., Heier, B.T., Dahi, E., Choinski, J.U., Nafstad, O. (2006): Entire male pigs in a farrow-to-finish system. Effects on androstenedione and skatole. *Livestock Science* 102(1): 146-154.
 65. Frieden, L., Looft, C., Tholen, E. (2011): Breeding for reduced boar taint. *Lohmann information* 46(1): 21.
 66. Friend, D. W., Fortin, A., Butler, G., Poste, L. M., Kramer, J. K.G., Burrows, V. D. (1989): Naked oats (*Avena Nuda*) with and without lysine supplementation, for boars and barrows: growth, carcass and meat quality, energy and nitrogen metabolism. *Can. J. Anim. Sci.* 69: 765-78.
 67. Gilbert, A.N., Wysocki, C.J. (1987): The smell survey. Results. *National Geographics* 172: 514-525.
 68. Gispert, M., Oliver, M. A., Velarde, A., Suarez, P., Pérez, J., Font i Furnols, M. (2010): Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. *Meat Science* 85: 664–670.
 69. Gower, D.B. (1972): 16-Unsaturated c 19 steroids. A review of their chemistry, biochemistry and possible physiological role. *Journal of Steroid Biochemistry* 3: 45-103.
-

-
70. Grau, R., Hamm, R. (1952): Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbildung im Fleisch. *Die Fleischwirtschaft*, 4: 295-297.
 71. Gregersen, V.R., Conley, L.N., Sorensen, K.K., Guldbrandsen, B., Velandar, I.H., et al. (2012): Genomewide association scan and phased haplotype construction for quantitative trait loci affecting boar taint in three pig breeds. *BMC Genomics* 13: 12.
 72. Griffiths, N.M., Patterson, R.L.S. (1970): Human olfactory responses to 5 α -androst-16-ene-3-one-principal component of boar taint. *Journal of Science and Food Agriculture* 21: 4-6.
 73. Grindflek, E. (2008): Genetics and genomics of boar taint – ongoing research in Norway. 3rd SABRE Conference: Welfare and Quality Genomics. Foulum, Denmark.
 74. Grindflek, E., Meuwissen, T.H.E., Aasmundstadt, T., Hamland, H., Hansen, M.H.S., Nome, T., Kent, M., torjesen, P., Lien, S. (2011): Revealing genetic relationship between compounds affecting boar taint and reproduction in pigs. *Journal of Animal Science* 89: 680-692.
 75. Gunawan, A., Sahadevan, S., Cinar, M.U., Neuhoff, C., Große-Brinkhaus, C., et al. (2013): Identification of the Novel Candidate Genes and Variants in Boar Liver Tissues with Divergent Skatole Levels Using RNA Deep Sequencing. *PloS ONE* 8: 8.
 76. Hamm, R. (1986): Functional properties of the myofibrillar system and their measurements, *Muscle as Food*, Academic Press, Inc.
 77. Hamm, R. (1972): *Kolloidchemie des Fleisches*. Paul Parey Verlag. Berlin and Hamburg. 222 p.
 78. Hammond, J. (1952) Objective tests for quality in meat. In *Annales de la Nutrition et de l'Alimentation* 6(3): p. 119.
 79. Hansen-Møller, J. (1994): Rapid high-performance liquid chromatographic method for simultaneous determination of androstenone, skatole and indole in back fat from pigs. *Journal of Chromatography B* 661: 219-230.
 80. Hansson, I., Lundstrom, K., Malmfors, B. (1975): Effect of sex and weight on growth, feed efficiency and carcass characteristics of pigs. *Swed. J. Agric. Res.* 5: 69-80.
 81. Hansson, K.E., Lundström, K., Fjelkner-Modig, S., Persson, J. (1980): The importance of androstenone and skatole for boar taint, *Swedish Journal of Agricultural Research* 10: 167-173.
-

-
82. Haugen, J.E., Brunius, C., Zamaraskia, G. (2012): Review of analytical methods to measure boar taint compounds in porcine adipose tissue: The need for harmonised methods. *Meat Science* 90: 9-19.
 83. Hennessy, D., Walker, J. (2004): Effect of boar taint vaccine, Improvac, on pork quality. In *Proceedings of the 18th International Pig Veterinary Society (IPVS) Congress, Hamburg, Germany*.
 84. Hennessy, D.P., Dunshea, F.R. (2000): Immunocastration– world first boar taint vaccine. In: *Proceedings of the 16th International Pig Veterinary Society Congress, Melbourne, Australia* 315-323.
 85. Hoffman, K. (1994): What is quality? Definition measurement and evaluation of meat quality. *Meat Focus International* 3(2): 73-82.
 86. Honikel, K.O. (1998). Reference Methods for the assessment of Physical Characteristic of Meat. *Meat Science* 49: 447-457.
 87. Honikel, K.O. (1999): Influence of chilling of pork carcasses on physical quality Traits. *National Pork Producers Council Chilling Workshop*. National Pork Producers Council, Des Moines, IA.
 88. Huff-Lonergan, E. (2002): Water-holding capacity of fresh meat. *National Pork Board*. Des Moines, IA, USA.
 89. Jansen, M.T., Jensen, B.B. (1997): Tasty meat through diet design. *Feed Mix* 5(4): 8-12.
 90. Jaroš, P., Bürgi, E., Stark, K.D.C., Claus, R., Hennessy, D., Thun, R. (2005): Effect of active immunisation against GnRh on androstenedione concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. *Livestock Production Science*, 92: 31-38.
 91. Jaturasith, S., Komopas, S., Suppadit, T., Khiaosaard, R., Kreuzer, M. (2006): The effect of gender of finishing pigs slaughtered at 110 kilograms on performance, and carcass and meat quality. *Science Asia* 32: 297-305.
 92. Jolley, P.D., Honikel, K.O., Hamm, R. (1981): Influence of temperature on the rate of postmortem metabolism and water-holding capacity of bovine neck muscles. *Meat. Sci.* 5: 99-107.
 93. Josell, Å, von Sethb, G., Tonberge, E. (2003): Sensory quality and the incidence of PSE of pork in relation to crossbreed and RN phenotype. *Meat Science* 65: 651-660.
 94. Karolyi, D. (2004): Sposobnost vezanja vode u mesu. *Meso* 6 (6): 26.

-
95. Keller, A., Zhuang, H., Chi, Q., Vosshall L.B., Matsunami, H. (2007): Genetic variation in a human odorant receptor alters odour perception, *Nature* 449 pp. 468-472.
 96. Knudson, B.K., Hogberg, M.G., Merkel, R.A., Allen, R.E., Magee, W.T. (1985). Developmental comparisons of boars and barrows: I. Growth rate, carcass and muscle characteristics. *J. Anim. Sci.* 61: 789-796.
 97. Kos, I., Božac, R., Širić, I., Mioč, B., Hajenić, M. (2012): Utjecaj spola na sastav masnih kiselina dalmatinskog pršuta. 47. hrvatski i 7. međunarodni simpozij agronoma Opatija, str. 710-713.
 98. Kouakou, B., Gelaye, S., Kannan, G., Pringle, T.D., Amoah, E.A. (2005): Quality and muscle calpain–calpastatin activities in goats treated with low doses of recombinant bovine somatotropin. *Small Ruminant Research* 57(2-3): 203-212.
 99. Kušec, G. (2007): Kvaliteta svinjskog mesa. U: Kralik, G., Kušec, G., Kralik, D., Margeta, V. (2007): Svinjogojstvo-biološki i zootehnički principi. Poljoprivredni fakultet u Osijeku i Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku.
 100. Kušec, G., Đurkin, I., Petričević, A., Maltar, Z. (2006): Utjecaj spola na distribuciju tkiva u svinjskim polovicama, *Krmiva* 48: 131-142.
 101. Kušec, G., Kralik, G., Petričević, A., Margeta, V., Gajčević, Z., Gutzmirtl, D., Pešo, M. (2004): Differences in slaughtering characteristics between crossbred pigs with Pietrain and Duroc as terminal sire. *Acta Agriculture Slovenica* 1: 121-127.
 102. Larzul, C., Lefaucher, L., Ecolan, Gogue, J., Talmant, A., Selier, P., Leroy, Monin, G. (1997): Phenotypic and genetic parameters for longissimus muscle fibre characteristic in relation to growth, carcass and meat quality traits in Large White pigs. *Journal of Animal Science* 75: 3126-3137.
 103. Latorre, M.A., Lázaro, R., Valencia, D.G., Mendel, P., Mateos, G.G. (2004): The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *J. Anim. Sci.* 82: 526-533.
 104. Latorre, M.A., Medel, M.A., Fuentetaja, A., Lázaro, R., Mateos, G.G. (2003): Effect of gender, terminal sire line and age at slaughter on performance, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs. *Animal Science* 77: 33-45.
 105. Latorre, M.A., Medel, P., Fuentetaja, A., Lázaro, R., Mateos, G.G. (2003): Effect of gender, terminal sire line and age at slaughter on performance, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs. *Anim. Sci.* 77: 33-45.
 106. Lawrie, R.E. (1966): Metabolic stress which affect muscle. In: E.J. Briskey, R.G. Cassens and J.C. Trautman, Editors, *The Physiology and Biochemistry of Muscle as a Food*, University of Wisconsin Press, Madison, WI, pp. 137–164.
-

-
107. Lealiifano, A.K., Pluske, J.R., Nicholls, R.R., Dunshea, F.R., Campbell, R.G., Hennessy, D.P., Miller, D.W., Hansen, C.F., Mullan, B.P. (2011): Reducing the length of time between slaughter and the secondary gonadotropin-releasing factor immunization improves growth performance and clears boar taint compounds in male finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 89: 2782-2792.
 108. Lee, G.J., Archibald, A.L., Law, A.S., Lloyd, S., Wood, J., Haley, C.S. (2004): Detection of quantitative trait loci for androstenone, skatole and boar taint in a cross between Large White and Meishan Pigs. *Anim. Genet.* 36: 14-22.
 109. Lin, Z., Lou, Y., Squires, J.E. (2006): Functional polymorphism in porcine CYP2E1 gene: Its association with skatole levels. *Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology* 99: 231-237.
 110. Lloveras, M.R., Goenaga, P.R., Irurueta, M., Carduza, F., Grigioni, G., García, P.T., Améndola, A. (2008): Meat quality traits of commercial hybrid pigs in Argentina. *Meat Science* 79(3): 458-462.
 111. Lukić, B., Pong-Wong, R., Rowe, S.J., Koning, D.J., Velandar, I., Haley, C.S., Woolliams, J.A. (2015): Efficiency of genomic prediction for boar taint reduction in Danish Landrace pigs. *Animal Genetics* 46(6): 607-616.
 112. Lunde, K., Egeland, B., Choinski, J., Flåtten, A., Kubberød, E. (2008): Marinating as a technology to shift sensory thresholds in ready-to-eat entre male pork meat. *Meat Science* 80: 1264-1272.
 113. Lundström, K., Malmfors, G., Petersson, H., Stern, S., Mortensen, A.B., Sorensen, S.E. (1984): Boar taint and bitter taste as affected by androstenone and skatole. In: *Proceedings 30th European Meeting of Meat Research Workers*. Bristol 9-14. 1984: 397-398.
 114. Lundström, K., Matthews, K.R., Haugen, J.E. (2009): Pig meat quality from entre males. *The Animal Consortium* 3(11): 1497-1507.
 115. Mackinnon, J.D., Pearce, M.C. (2007): Improvac (Pfizer Animal Health): An immunological product for the control of boar taint in entre male pigs: II. Practical applications in pig production and potential production benefits. *The Pig Journal* 59: 68-90.
 116. Maltin, C., Balcerzak, D., Tilley, R., Delday, M. (2003): Determinants of meat quality: tenderness. *Proceedings of the Nutrition Society* 62: 337-347.
 117. Mancini, R.A., Hunt, M.C. (2005): Current Research in Meat Color. *Meat Science* 71: 100-121.
 118. Maribo, H., Borg Jensen B., Møller, S. (2013): Reduction of boar taint in two trials: 1. chicory or lupins combined with slaughter weight 2. feeding pure grain, EAAP
-

-
- Working Group on Production and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs“, Monells, Girona, 2nd-3rd December, 14.
119. Matenko, K., Horszszaruk, F., Obidzinski, W. (1986): Boars for meat production. I. Fattening performance and carcass characteristic 37th Ann. Meeting European Assoc. Anim. Prod. Budapest, Hungary.
 120. Mathur, P.K. ten Napel, J., Crump, R.E., Mulder, H.A., Knol, E.F. (2013): Genetic relationship between boar taint compounds, human nose scores, and reproduction traits in pigs. *J. Anim. Sci.* 91(9): 4080-4089.
 121. Matthews, K., Homer, D.B., Putner, P., Béague, M.P., Gispert, M., Kempster, A.J., et.al. (2000): An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: III. Consumer survey in seven European countries, *Meat Science* 54: 271-283.
 122. Merks, J.W.M., Haneberg, E., Bloemhof, S., Knol, E.F. (2009): Genetic opportunities for pork production without castration. *Anim. Welf.* 18: 539-554.
 123. Metz, C., Claus, R. (2003): Active immunization of boars against GnRH does not affect growth hormone but lowers IGF- I in plasma. *Livest. Prod. Sci.* 81: 129-137.
 124. Miller, R.K. (2002). Factors affecting the quality of raw meat. In: *Meat processing - Improving quality.* (J. Kerry, J. Kerry, D. Ledward, eds), Woodhead Publishing Limited, England, 27-57.
 125. Miyahara, M., Matsuda, S., Komaki, H., Sakari, H., Tsukise, A. (2004): Effects of sexual distinction on growth rate and meat production in three-way cross pigs. *Japanese Journal of Swine Science* 41: 228–236.
 126. Moe, M., Lien, S., Aasmundstad, T., Meuwissen, H.E. T., Hansen, M., HS., Bendixen, C., Grindflek, E. (2009): Association between SNPs within candidate genes and compounds related to boar taint and reproduction, *BMC Genetics* 10: 32.
 127. Moerman, P.C., Walstra, P. (1978): Ebergeruch in fleisch une fleischwaren von jungenmastebem, *Die Fleischwirtschaft*, 58: 1503-1514.
 128. Moore, K.L., Mullan, B.P., Hennessy, D.P., Dunshea, F.R., D’Souza, D.N. (2005): Paylean improves feed conversion efficiency of entire and immunocastrated male pigs. In *Manipulating pig production X* (ed. J.E. Paterson), p. 63. Proceedings of the 10th biennial conference of the Australasian Pig Science Association, Christchurch, NZ.
 129. Morales, J., Gispert, M., Hortos, M., Perez, J., Suarez, P., Pineiro, C. (2010): Evaluation of production performance and carcass quality characteristic of boar immunised against gonadotropin –releasing hormone (GnRH) compared with
-

- physically castrated male, entre male and female pigs, Spanish Journal of Agricultural Research 8: 599-606.
130. Morales, J.I., Cámara, L., Berrocoso, J., D. López, J.P., Mateos, G.G., Serrano, M.P., (2011): Influence of sex and castration on growth performance and carcass quality of crossbred pigs from two Large White sire lines. *Journal of Animal Science*, doi: 10.2527/jas.2010-3357.
 131. Morales, J.I.M., Serrano, M., Camara, M., Berrocoso, J., Lopez, J., Mateso, G. (2013): Growth performance and carcass quality of immunocastrated and surgically castrated pigs from crossbreds from Duroc and Pietrain sires. *J. Anim. Sci.* 91: 3955-3964.
 132. Mörlen, D., Traumann, J., Gertheiss, J., Meier-Dinkel, L., Fischer, J., Eynck, H.J., Heres, L., Looft, C., Tholen, E. (2016): Interaction of Skatole and Androstene in the Olfactory Perception of boar taint. *J Agric Food Chem.* 64(22): 4556-4565.
 133. Mortensen, A.B., Bejerholm, C., Pedersen, J.K. (1986): Consumer test of meat from entire males, in relation to skatole in backfat. *Proc 32nd European Meeting of Meat Research Workers, Gehent*, 23-26.
 134. Naděje, B., Koucký, M., Ševčíková, S., Adamec, T., Laštovková, J. (2000): Assessment of boar and barrow meat. *Czech Journal of Animal Science* 45: 539-544.
 135. Njari, B. (1986): Utjecaj spola i kastracije na kakvoću mesa svinja. *Doktorska disertacija, Veterinarski fakultet, Zagreb*.
 136. Offer, G., Knight, P. (1988): The structural basis of water-holding capacity in meat. Part 1: general principles and water uptake in meat processing. In R. Lawrie (Ed.). *Developments in Meat Science* 4: 61-171. New York: Elsevier Applied Science.
 137. Oliver, M.A., Gispert, M., Diestre, A. (1993): The effects of breed and halotane sensitivity on pig meat quality. *Meat Science* 35: 105-118.
 138. Oliver, M.A., Gou, P., Gispert, M., Diestre, A., Arnau, J., Noguera, J.L., Blasco, A. (1994): Comparasion of five types of pig crosses II. fresh meat quality and sensory characteristic of dry cured ham. *Livestock Production Science* 40: 179-185.
 139. Olsson, V., Andersson B.K., Hansson, I., Lundström, K. (2003): Differences in meat quality between organically and conventionally produced pigs. *Meat Science*, 64: 287-297.
 140. Palomares-Cuellar, C.V., Perez-Linares, C., Figureoa-Saavedra, F., Barreas-Serano, A., Lopez-Soto, M.A., Sanchez-Lopez, E., Soto-Avila, J.G., Galavan-Lara, L.J. (2011): Variation in carcass and meat quality by genetic group and gender interaction in pigs produced in hot climates. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 10(4): 449-453.

-
141. Panella-Riera, N., Blanch, M., González, J., Gil, M., Tibau, J., Gispert, M., et al. (2010): Androstenone sensitivity in Spain: Differences between urban and rural consumers. Book of Abstracts of the 61nd Annual Meeting European Federation of Animal Science. 23th–27th August. Heraklion, Greece.
 142. Patterson, R.L.S. (1968): Identification of 3 α -hidroxy-5 α -androst-16-ene as the musk odor component of boar submaxillary salivary gland and its relationship to the seks odor taint in pork meat, *Journal of the Science of food and Agriculture* 19: 434-438.
 143. Patterson, R.L.S., Lightfoot, A.T. (1984): Effect of seks grouping during growth on 5 α -androstenone development in boars at three comercial slaughter weights, *Meat Science* 10: 253-263.
 144. Pauly, C., Spring, P., O'Doherty, J.V., Ampuero Kragten, S., Bee, G. (2009): Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. *Animal* 3(7): 1057-1066.
 145. Pauly, C., Luginbühl, W., Ampuero, S., Bee, G. (2012): Expected effects on carcass and pork quality when surgical castration is omitted—result of a meta-analysis study. *Meat Science* 92(4): 858-862.
 146. Pearce, G.P., Hughes, P.E. (1987): . An investigation of the roles of boar-component stimuli in the expression of proceptivity in the female pig. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 18: 287-299.
 147. Pearson, A.M., Ngoddy, S., Price, J.F., Larzelere, H.E. (1971): Panel acceptability of products containing boar meat. *Journal of Animal Science* 33: 26-29.
 148. Pedersen, B. (1998): Heritability of skatole in back fat, in: Jansen W.K. (Ed.), *Slatole and boar taint*, Roskilde, Denmark, Danish Meat Research Institute, 129-136.
 149. Pedersen, D.K., Morel, S., Andersen, H.J., Engelsen, S.B. (2003): Early prediction of water-holding capacity in meat by multivariate vibrational spectroscopy. *Meat Sci.* 65: 581-592.
 150. Peinado, J., Mendel, P., Fuentetaja, A., Mateos, G.G. (2008): Influence of sex and castration of females on growth performance and carcass and meat quality of heavy pigs destined for the dry-cured industry. *J. Anim. Sci.* 86: 1411-1417.
 151. Pravilnik o kakvoći svinjskih trupova i polovica, *Narodne novine*, br.2, 2009.
 152. Prunier, A., Boneau, M., von Borell, E.H., Cinotti, S., Gunn, M., Fredriksen, B., Giersing, M., Morton, D.B., Tuytens, F.A.M., Velarde, A., (2006): A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. *Anim. Welfare* 15: 277-289.
-

-
153. Purchas, R.W. (2004): Tenderness measurement. *Encyclopedia of Meat Science*, Vol. 3: 1370-1376.
 154. Quintanilla, R., Demeure, O., Bidanel, J.P., Milan, D., Iannuccelli, N., Amigues, Y., Gruand, J., Renard, C., Chevalet, C., Bonneau, M. (2003): Detection of quantitative trait loci for fat androstenone levels in pigs. *J. Anim. Sci.* 81: 385-394.
 155. Radović, Č., Petrović, M., Živković, B., Radojković, D., Parunović, N., Stanišić, N., Gogić, M. (2012): The effect of different fixed factors on carcass quality three breed fattening pigs. *Biotechnology in Animal Husbandry* 28(4): 779-786.
 156. Renadeau, D., Morut, J. (2007): A comparison of carcass and meat quality characteristics of Creole and Large White pigs slaughtered at 90 kg. BW. *Meat Science* 76: 165-171.
 157. Robic, A., Larzul, C., Bonneau, M. (2008): Genetic and metabolic aspects of androstenone and skatole deposition in pig adipose tissue. A review, *Genet. Sel. Evol.* 40: 129-143.
 158. Rowe, J.S., Karacaören, B., de Koning, D.J., Lukić, B., Hastings C.N., Velandar, I., Haley, S.C., Archibald, L.A. (2014): Analysis of the genetics of boar taint reveals both single SNPs and regional effects. *BMC Genomics* 15(424): 1-11.
 159. Ruis, M.A., Hortós, M., García-Regueiro, J.A. (2005): Influence of volatile compounds on the development of off-flavours in pig back fat samples classified with boar taint by a test panel. *Meat Science* 71: 595-602.
 160. Rukavina, S. (1988): *Proizvodnja tovnih svinja na PPK „Velebit“ u Gospiću*. Diplomski rad.
 161. Rybarczyk, A., Pietruszka, A., Jacyno, E., Dvořák, J. (2011): Carcass and meat quality traits of pig reciprocal crosses with a share of Pietrain breed. *Czech Journal of Animal Science* 56(2): 47-52.
 162. Santos, C., Almeida, J.M., Matias, E.C., Fraqueza, M.J., Roseiro, C., Sardina, L. (1997): Influence of lairage environmental conditions and resting time on meat quality in pigs. *Meat Science* 45(2): 253-262.
 163. Sather, A.P., Jones, S.D.M., Joyal, S. (1991): Feedlot performance, carcass composition and pork quality from entire male and female Landrace and Large White marketweight pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 71: 29-42.
 164. Sather, A.P., Jones, S.D.M., Squires, E.J., Schaefer, A.L., Robertson, W.M., Tong, A.K.W., Zawadski, S. (1995): Antemortem handling effects on behaviour, carcass yield and meat quality of market weight entire male pigs. *Canadian Journal of Animal Science* 75: 45-56.
-

-
165. Sather, A.P., Squires, E.J., Jeremiah, L.E., Jones, S.D.M., Schaffer, A.L. (1993): Farming for the future project # 91-0887: Meat quality and consumer acceptance of pork from entire males. Alberta Agriculture, Edmonton. 92 pp.
 166. Seiller, P. (1998): Genetics of meat and carcass traits. In: Rothschild, M.F. & Ruvinsky, A. (Eds). The Genetics of the pig, CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 463-510.
 167. Sellier, P., Monin, G. (1994): Genetics of pig meat quality: A review. Journal of Muscle Foods 5: 187.
 168. Sole, M.A.R., García-Regueiro, J.A. (2001): Role of 4-phenyl-3-buten-2-one in boar taint. Identification of new compounds related to sensorial description in pig fat. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49: 5303-5309.
 169. Squires, E.J., Schenkel, F.S. (2011): Potential strategies to reduce boar taint. (cited from 2. 2. 2011), Vol 25.
 170. Stamer, S.V., Nurnbetg, K., Kanitz, W., Kalm, E. (1993): Vergleichende Untersuchung zur Mast von Ebern und Börgen (Comparative research in fattening of boars and castrates), Züchtungskunde 65, 131-137. (In German).
 171. Stetzer, A.J., McKeith, F.K. (2003): Benchmarking value in the pork supply chain: Quantitative strategies and opportunities to improve quality Phase 1. Savoy (IL): American Meat Science Association.
 172. Stolzenbach, S., Lindahl, G., Lundstrom, K., Chen, G., Byrne D.V. (2009): Perceptual masking for boar taint in Swedish fermented sausages, Meat Science 81: 580-588.
 173. Šimek, J., Grolichová, M., Steinhauserová, I., Steinhauser, L. (2004): Carcass and meat quality of selected final hybrids of pigs in the Czech Republic. Meat Science 66: 383-386.
 174. Škrlep, M., Batorek-Lukač, N., Prevolnik-Povše, M., Čandek-Potokar, M. (2014): Teoretical and practical aspects of immunocastration. Stočarstvo 68(2): 39-49.
 175. Škrlep, M., Batorek Lukač, N., Tomažin, U., Prevolnik Povše, M., Škorjanc, D., Čandek-Potokar, M. (2016): Inferior rearing conditions can lead to high skatole level in pre-pubertal entire male pigs. International Symposium on Animal Science, Belgrade-Zemun, Srbija.
 176. Škrlep, M., Batorek, N., Bonneau, M., Prevolnik, M., Kubale, V., Čandek-Potokar, M. (2012): Effect of immunocastration in group-housed commercial fattening pigs on reproductive organs, malodorous compounds, carcass and meat quality. Czech J. Anim. Sci. 57(6): 290-229.
-

-
177. Škrlep, M., Batorek, N., Šegula, B., Zajec, M., Košorok, S., Glavač-Vnuk, M., Kubale-Dvojmoč, V., Fazarinc, G., Čandek-Potokar, M. (2011): Effect of Immunocastration on Performance of Slovenian Pig Fatteners. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 76(3): 205-208.
 178. Škrlep, M., Čandek-Potokar, M. (2007): Pork color measurement as affected by bloom time and measurement location. *Journal Of Muscle Foods* 18: 78-87.
 179. Škrlep, M., Šegula, B., Prevolnik, M., Kirbiš, A., Fazarinc, G., Čandek-Potokar, M. (2010): Effect of immunocastration (Improvac[®]) in fattening pigs II; Carcass traits and meat quality. *Slov. Vet. Res.* 47(2): 65-72.
 180. Tajet, H., Andersen, O., Meuwissen, T.E. (2006): Estimation of genetic parameters for boar taint: skatole and androstenone and their correlations with sexual maturation. *Acta. Vet. Scand.* 48(suppl.1): S922-923.
 181. Tarrant, P.V., Gallwey, W.J., McGloughlin, P. (1979): Carcass pH values in Irish Landrace and Large White pigs. *Ir. J. agric. Res.* 18: 167-172.
 182. Thun, R., Gajewski, Z., Janett, F. (2006): Castration in male pigs: Techniques and animal welfare issues. *Journal of Physiology and Pharmacology* 57(8): 197-194.
 183. Tik, K. (2007): The Influence of Feeding and Aging on Pork Quality, doctoral thesis. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences Department of Food Science Uppsala.
 184. Turkstra, J.A., Van der Staay, F.J., Stockhofe-Zurwieden N., Woelders, H., Meloen, R.H., Schuurman, T. (2011): Pharmacological and toxicological assessment of a potential GnRH vaccine in young-adult male pigs. *Vaccine* 29(21): 3791-3801.
 185. Turkstra, J.A., Zeng, X.Y., van Diepen, J.T.H.M., Jongbloed, A.W., Oonk, H.B., van de Wiel, D.F.M., Meloen, R.H. (2002): Performance of male pigs immunized against GnRH is related to the time of onset of biological response. *Journal of Animal Science* 80(11): 2953-2959.
 186. Tyra, M., Żak, G. (2010): Characteristics of the Polish breeding population of pigs in terms of intramuscular fat (IMF) content of m. longissimus dorsi. *Ann Anim Sci* 10: 241-248.
 187. Van den Broeke, A., Leen, F., Aluwé, M., Ampe, B., Van Meensel, J., Millet, S. (2016): The effect of GnRH vaccination on performance, carcass, and meat quality and hormonal regulation in boars, barrows, and gilts. *J Anim Sci.* 94(7): 2811-2820.
 188. Varona, L., Vidal, O., Quintanilla, R., Gil, M., Sanchez, A., Folch, J.M., Hortos, M., Ruis, M.A., Amills, M., Noguera, J.L. (2005): Bayesian analysis of quantitative trait loci for boar taint in a Landrace outbred population. *J Anim Sci.* 83: 301-307.
-

-
189. Vermer, A.W., Hauiskes, J., Baltussen, W. (1992): Beertjes mesten is economisch niet intreressant (Fattening of boars is economically not interesting). Info-bulletin varkenshouderij 2-92,23-28 (In Dutch).
 190. Vidović, V., Lukač, D., Višnjić.V., Stoisavljević, A., Stupar, M. (2015): Effect of different selection criteria for litter size, growth performance and caracass traits improvement of the pigs in Serbia. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 21(3): 687-692, Agricultural Academy.
 191. Vincek, D. (2010): Analiza rasta i procjena biološkog maksimuma svinja. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
 192. Vold, E. (1970): Fleischproduktionseigenschaften bei Ebern und kastraten. IV: organoleptischeund gaschromatografische untersuchungen wasserdampffüchtiger stoffe des rückenspeckes von ebern. *Meldinger Nordlandbrukshoegskole* 49: 1-25. (Title translation: Meat production characteristic of boars and castrates IV, organoleptic and gas-liquid chromatographic analyses of steamvolatile substances in the back-fat boars).
 193. Von Borell, E., Baumgartner J., Giershing M., Jaggin N., Prunier A., Tuytens F.A.M., Edwards S.A. (2009): Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. *Animal* 3: 1488–1496.
 194. Walstra, P. (1974): Fattening of young boars: quantification of negative and positive aspects. *Livestock Production Science* 1: 187-196.
 195. Walstra, P., Claudi-Magnussen, C., Chevillon, P., von Seth, G., Diestre, A., Matthews K.R., Homer, D.B., Boneau, M. (1999): An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: levels of androstenone anda skatole by country and season. *Livestock Production Science* 62: 15-28.
 196. Walstra, P., Maarse, G. (1970): Onderzoek geslachtsgeur van mannelijke mestvarkens. IVO-rapport c-147 en rapport n^o2 Researchgreop voor Vlees en Vleeswaren TNO, Zeist, The Netherlands.
 197. Walstra, P., Vermer, A.W. (1993): Aspects of micro and macro economics in the production of young boars: In: Proc. 44th Annu. Mtg. EAP, Aarhus, Denmark.
 198. Warner, R.D. (1994): Physical properties of porcine musculature in relation to postmortem biochemical changes in proteins. PhD thesis, University of Wisconsin – Madison, Madison, WI.
 199. Warris, P.D., Brown, S.N., Adams, S.J.M., Lowe, D.B. (1990): Variation in haem pigment concentration and colour in meat from British. *Meat Science* 28: 321-329.
 200. Warriss, P.D. (2000): Meat science – An introductory text. First edition. CABI Publishing, Oxon, UK.
-

-
201. Wealleans, A.L., Litten-Brown, J.C., Mueller-Harey, I., Givens, D.I., Silacci, P., Bee, G. (2013): Growth performance, boar taint levels and hepatic cytochrome P450 gene expression in boars offered increasing levels of hydrolysable tannins, EAAP Working Group on „Production and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs“, Monells, Girona, 2nd-3rd December, 12.
 202. Weiler, U., Fisher, K., Kemmer, H., Dobrowolski, A., Claus, R. (1997): Influence of androstenone sensitivity on consumer reactions to boar meat. In M. Bonneau, K. Lundström, B. Malmfors (Eds.), Boar taint in entire male pigs. Stockholm, Sweden (pp. 147-151). Wageningen Pers.: EAAP Publication Num. 92.
 203. Weiler, U., Font i Furnols, M., Fischer, K., Kemmer, H., Oliver, M.A., Gispert, M., Dobrowolski, A., Claus, R. (2000): Influence of differences in sensitivity of Spanish and German consumers to perceive androstenone on the acceptance of boar meat differing in skatole and androstenone concentrations. *Meat Science* 54: 297-304
 204. Weiler, U., Jungbluth, I., Stefanski, V., Wesoly, R. (2013): Influence of pre slaughter treatment on skatole and androstenone concentrations in boars, EAAP Working Group on „Production and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs“, Monells, Girona, 2nd-3rd December, 28.
 205. Wiercinska, P., Lou, Y., Squires, E. J. (2012): The roles of different porcine cytochrome P450 enzymes and cytochrome b5A in skatole metabolism. *Animal* 6: 5.
 206. Willeke, H., Claus, R., Pirchner, F., Alsing, W. (1980): A selection experiment against 5 α -androst-16-ene-3-one, the boar taint steroid, in adipose tissue of boars. *Z Tierzucht Zucht Biol.* 97: 86-94.
 207. Willeke, H., Pirchner, F. (1989): Selection for high and low level of 5-androst-en-3-one in boars. II Correlations between growth traits and 5 α -androstenone. *J. Anim Breed Genet.* 106: 312-317.
 208. Wood, J.D., Riley, J.E. (1982): Comparison of boars and castrates for bacon production. 1. Growth data, and carcass and joint composition. *Anim. Prod.* 36: 55-63.
 209. Wood, J., Mottram, D. (1981): How different are boars? *Pig Farming* 2: 63-64.
 210. Wysocki, C.J., Dorries, K.M., Beauchamp, G.K. (1989): Ability to perceive androstenone can be acquired by ostensibly anosmic people. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* Vol. 86, 7976-7978, October 1989, Genetics.
 211. Xue, J.L., Dial, G.D. (1997): Raising intact male pigs for meat: Detecting and preventing boar taint. *Swine Health Prod.* 5(4): 151–158.
-

212. Xue, J., Dial, G.D., Holton, E.E., Vickers, Z., Squires, E.J., Lou, Y., Godbout, D., Morel, N. (1996): Breed differences in boar taint: relationship between tissue levels boar taint compounds and sensory analysis of taint. *J. Anim. Sci.* 74: 2170-2177.
213. Yokoyama, M.T., Carlson, J.R. (1979): Microbial metabolites of tryptophan in the intestinal tract with special reference to skatole. *Am. J. Clin. Nur.* 32: 173-178.
214. Young, L.G. (1992): Comparative performance of boars, gilts and castrates. Ontario Swine Research Review, OAC Publication # ISSN 0842-9839, University of Guelph, Guelph, Canada.
215. Zamaratskaia, G. (2004): Factors involved in the development of boar taint of breed, age, diet and raising conditions. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
216. Zamaratskaia, G., Squires, E.J. (2009): Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal* 3(11): 1508-1521.
217. Zammerini, D., Wood, J.D., Whittington, F.M., Nute, G.R., Hughes, S.I., Hazzledine, M., Matthews, K. (2012): Effect of dietary chicory on boar taint. *Meat Science* 91: 396-401.
218. Živković, J. (1986): Higijena i tehnologija mesa. II. dio Kakvoća i prerada. GRO «Tipografija», Đakovo.
Internet stranice:
219. <http://www.pigprogress.net/Breeding/Genetics-AI/2012/11/Lower-boar-taint-traits-in-Rattlerow-genotypes-1102790W/>
220. Pig Progress (2010): EU banning piglet castration by 2018. *Pig progress* No. 2011. Reed Elsevier. Posted Dec. 16, 2010. Accessed Nov. 25, 2011. Verified 16 May 2012. <http://www.pigprogress.net>.
221. PIGCAS (2009): Report on recommendations for research and policy support. Deliverable D4.1 of the EU project PIGCAS: Attitude, practices and state of the art regarding piglet castration in Europe. <http://w3.rennes.inra.fr/pigcas>
<http://www.pigprogress.net/Breeding/Genetics-AI/2012/11/Lower-boar-taint-traits-in-Rattlerow-genotypes-1102790W/>
222. http://iasvn.org/en/upload/files/QKRZL47GC0terminal_sires_by_crossing_0603140105.pdf

6. SAŽETAK

U istraživanje je bilo uključeno 240 tovljenika, potomaka krmača i nazimica iste pasmine, pripuštenih s tri različite linije komercijalnih nerastova („A“, „B“ i „C“), koji su podijeljeni u četiri fiziološka statusa: kirurški kastrati (SC), imunokastrati (IC), nerastovi (EM) i nazimice (F). Tijekom tova životinje su vagane pri odbiću (25 dana starosti), sa 72 dana starosti (vrijeme aplikacije 1. vakcine - V_1), 116 dana starosti (rano razdoblje tova), 146 dana starosti (vrijeme aplikacije 2. vakcine - V_2) i 168 dana starosti (završetak tova) te su na osnovi ovih pokazatelja izračunati prosječni dnevni prirasti u pojedinim razdobljima, kao i ukupni završni dnevni prirast. Sa 168 dana starosti svinje su zaklane te su utvrđeni slijedeći pokazatelji: masa polovica, duljine polovica „a“ i „b“, duljina buta, opseg buta, debljina mišića i ledne slanine, pH_{45} u *m. longissimus dorsi* (LD) i u *m. semimembranosus* (MS), a nakon 24 h pH_{24} , CIE-L* a* b*, otpuštanje mesnog soka, kalo kuhanja, nježnost mesa, te koncentracije androstenona i skatola.

Istraživane se svinje nisu razlikovale u masama ni prosječnom dnevnom prirastu u vrijeme odbića i sa 72 dana starosti. Najviše dnevne mase sa 116 dana starosti postigli su SC, dok su sa 141. danom starosti najviše mase utvrđene u EM i IC. Slično tome, u ranom razdoblju tova SC imali su značajno više priraste u odnosu na ostale fiziološke statuse, dok je u razdoblju od V_2 i kasnom razdoblju tova najviši prirast utvrđen u EM i IC. Najviši ukupni dnevni prirast postignut je u IC potomaka „C“ terminalne linije nerastova.

Najmanja debljina slanine utvrđena je kod EM i F, a najveća debljina mišića i posljedično tome mesnatost utvrđena je u F. SC i F imali su veće duljine polovice u odnosu na IC i EM, a najveći opseg buta postignut je u SC. Najveća debljina slanine utvrđena je u pripadnika terminalne linije „C“, u koje je ujedno utvrđena najniža mesnatost. Međutim, pripadnici terminalne linije nerastova „C“ imali su najveće duljine polovica „a“ i „b“ te opseg buta.

Najviši pH_{45} u SM imali su IC, dok je najviši pH_{24} u SM i LD postignut kod EM. Najniže otkapavanje mesnog soka i CIE L* utvrđeno je u F, dok su EM imali najviše CIE a* vrijednosti. Kalo kuhanja u SC i F bilo je značajno niže ($P < 0,05$) od IC i EM; EM i F imali su značajno niže WBSF vrijednosti od IC, dok se SC nisu razlikovali od ostalih fizioloških statusa u ovom svojstvu.

Potomci terminalnih linija nerastova „A“ i „B“ imali su značajno niže vrijednosti pH_{45} u MS i LD te pH_{24} u SM. Najveće otpuštanje mesnog soka utvrđeno je u „B“ terminalne linije nerastova; pripadnici terminalne linije „C“ imali su najveći CIE a* i najniži WBSF.

U gotovo svih istraživanih svojstava utvrđena je značajna interakcija fiziološkog statusa i terminalne linije nerasta. Najveća debljina mišića i mesnatost u svih terminalnih linija utvrđena je kod F, a slijede ih EM, IC i potom SC. Najveća duljina polovice „a“ i duljina buta utvrđena je u IC pripadnika terminalne linije „C“.

U LD mišiću nisu utvrđene značajne razlike u završnim pH vrijednostima između istraživanih fizioloških svojstava i linija terminalnih nerastova. Najviše otkapavanje mesnog soka u „A“ i „C“ terminalnih linija nerastova utvrđeno je u IC, a u terminalne linije nerastova „B“ u EM. Najviše CIE L* vrijednosti kod terminalnih linija nerastova „A“ i „C“ utvrđene su u IC, a u terminalne linije „B“ kod SC. SC terminalnih linija „A“ i „B“ imali su najviše CIE a* vrijednosti, dok su u terminalne linije „C“ najviše CIE a* vrijednosti utvrđene u EM. Najveće calo kuhanja u terminalnih linija „A“ i „B“ utvrđeno je kod nerastova, dok su WBSF vrijednosti bile najviše u IC kod A i B terminalnih linija nerastova i EM u terminalne linije nerastova „C“.

Najveća koncentracija androstenona utvrđena je u nerastova pripadnika „C“ terminalne linije nerastova, dok u koncentraciji skatola nisu utvrđene značajne razlike između nerastova potomaka pojedinih terminalnih linija nerastova. U terminalne linije nerastova „A“ utvrđena je jaka korelacija između koncentracije androstenona i skatola, dok je u terminalnih linija „B“ i „C“ utvrđena srednje jaka korelacija. Ovo upućuje na mogućnost redukcije skatola, a posljedično tome i androstenona i metodama koje su jeftinije i manje zahtjevne od genomske selekcije u ovih križanaca.

7. SUMMARY

Influence of terminal sire on carcass and meat quality traits of gilts and castrated, immunocastrated and entire male pigs

The investigation was carried out on 240 fatteners, originating from gilts and sows of the same breed inseminated with the semen from three commercial terminal sires (lines “A”, “B”, “C”), and divided into four genders: surgical castrates (SC), immunocastrates (IC), entire males (EM) and females (F). During fattening animals were weighed at weaning (at 25 days), at 72 days of age (time of 1st vaccination-V₁), 116 days (Early fattening period), 146 days (time of 2nd vaccination-V₂) and 168 days (End of fattening). Based on these measures average daily gains in certain periods of growth, as well as total daily gain were calculated. At 168 days of age pigs were slaughtered and following traits were determined: carcass weight, carcass lengths “a” and “b”, ham length and circumference, muscle and fat thickness, pH₄₅ in *m. longissimus dorsi* (LD) and *m. semimembranosus* (SM). After 24 h of cooling the carcasses pH₂₄ at LD and MS muscles, CIE L* a* b*, drip loss, cooking loss, instrumental tenderness (WBSF) and concentrations of androstenone and skatole were also estimated.

Investigated pigs did not differ in weights and average daily gains at the time of weaning and at 72 days of age. The highest weights at 116 days were observed in SC, and at 141 days in EM and IC. Similarly, at Early fattening period SC had the highest average daily gain, while at V₂ and at the End of fattening the highest average daily gain determined in EM and IC. The highest total daily gain was determined in IC, members of “C” terminal sire line.

The smallest fat thickness was determined in EM and F, the highest muscle thickness and consequently leanness was determined in F. SC and F had longer carcasses comparing to IC and EM, while the highest ham circumference was determined in SC. The highest fat thickness and the lowest leanness was determined in members of “C” terminal sire line. However, these pigs had the longest carcasses (lengths “a” and “b”) and ham circumference.

The highest pH₄₅ in SM was observed in IC, while the highest pH₂₄ in SM and LD muscles was estimated in EM. The lowest drip loss and CIE L* was determined in F, while EM had the highest CIE a* values. Cooling loss of SC and F was significantly lower ($P<0.05$) than IC and EM; EM and F had significantly lower WBSF than IC, while SC did not differ from other genders in this trait.

Pigs originating from terminal sire lines “A” and “B” had significantly lower pH₄₅ in MS and LD muscles, as well as pH₂₄ in SM muscle. The highest drip loss was determined in pigs originating from “B” terminal sire line; pigs members of “C” terminal sire line had highest CIE a* and lowest WBSF values.

In almost all investigated traits, interaction between gender and terminal sire line was significant. In all terminal sire lines the highest muscle thickness and leanness was determined in F followed by EM, IC and SC. The highest carcass length “a” and ham length was determined in IC originating from “C” terminal sire line.

No significant differences in pH values between investigated genders according to specific sire line were observed. The highest drip loss in “A” and “C” terminal sire lines was determined for IC, and in “B” terminal sire line for EM. In “A” and “C” terminal sire lines IC had the highest CIE L* values and in “B” terminal sire line SC. SC of terminal sire lines “A” and “B” had the highest CIE a* values; in terminal sire line “C” EM had the highest CIE a* values. EM had the highest cooking loss in “A” and “B” terminal sire lines and the highest WBSF was determined in IC of “A” and “B” terminal sire lines and EM of “C” terminal sire line.

The highest androstenone concentration was observed in EM originating from “C” terminal sire line. There were no significant differences between EM of investigated sire lines in skatole concentrations. In terminal sire line “A” strong correlation between skatole and androstenone concentrations was determined; in “B” and “C” terminal sire lines moderate correlation between investigated concentrations was observed. This indicates a possibility of skatole and consequently androstenone reduction using cheaper and less demanding methods than genomic selection in investigated crossbreds.

ŽIVOTOPIS

Emilija Cimerman (rođ. Frižon) rođena je u Đakovu 22. studenog 1975. godine gdje je završila osnovnu školu i srednju školu (Opća gimnazija). Diplomirala je 1999. godine na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku, smjer Stočarstvo te stekla zvanje diplomiranog inženjera poljoprivrede za stočarstvo.

Tijekom studija treće godine i apsolvetskog staža radila je kao demonstrator na Zavodu za zootehniku. Sudjelovala je i u pripremi domaćih znanstveno-stručnih skupova (Ribarski dani, ocjenjivanje meda, Izložbe sireva, Radionice "Proizvodnja sira na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima" i dr.) u suradnji s Poljoprivrednim fakultetom u Osijeku, Prehrambeno-tehnološkim fakultetom u Osijeku i Osječko-baranjskom županijom, Upravnim odjelom za poljoprivredu i gospodarstvo.

Nakon stjecanja diplome radila je u «Alastoru» d.d. poduzeću za trgovinu i usluge (2000.-2003.). Vježbenički staž odradila je od 01. listopada do 01. rujna 2004. godine u Hrvatskom zavodu za poljoprivrednu savjetodavnu službu, Odsjeku Osječko-baranjske županije, gdje je i radila do 2010. godine. Trenutno je zaposlena u Savjetodavnoj službi, podružnica Osječko-baranjske županije, ispostava Našice, kao viša stručna savjetnica za stočarstvo.

Govori engleski jezik, završila je informatički tečaj za PC-operatera (Word, Exel, Power Point, Internet) i ima položen vozački ispit.

Sudjelovala je na VIP projektima:

- Farmski uzgoj divljači na OPG u funkciji ruralnog razvoja (od 2008. do 2010. godine)
- Modeliranje hranidbenog statusa koza u ekološkom uzgoju (od 2011. do 2012. godine)
- Unapređenje i standardizacija kakvoće kulena u OPG-ima Baranje (od 2011. do 2012. godine.)
- Alternativni sustavi držanja nesilica na OPG-ima (od 2011. do 2012. godine)
- Obogaćivanje jaja kokoši Hrvaticе esencijalnim mikroelementima (od 2015. do 2017. godine)

Emilija Cimerman (rođ. Frižon), dipl.ing., također je polazila više seminara, radionica i tečajeva na području Republike Hrvatske i to:

- Metodologija savjetodavnog rada
- Savjetničke metode i vještine
- Praktički i teoretski program Kontrola ispravnosti muznih uređaja
- Praktički i teoretski program Proizvodnja sira na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima (OPG)

Objavila je u koautorstvu 8 znanstvenih radova (od čega su 2 sažetka) i 5 stručnih radova, a sudjelovala je na osam znanstveno-stručnih skupova u zemlji i inozemstvu.