

UNIVERZITET U BEOGRADU

FAKULTET VETERINARSKE MEDICINE

Jelena Z. Aleksić

**ISPITIVANJE MOGUĆNOSTI PRIMENE
IMUNOKASTRACIJE U CILJU SPREČAVANJA MANE
POLNOG MIRISA MESA NERASTOVA**

doktorska disertacija

Beograd, 2012.

UNIVERZITET U BEOGRADU

FAKULTET VETERINARSKE MEDICINE

Jelena Z. Aleksić

**ISPITIVANJE MOGUĆNOSTI PRIMENE
IMUNOKASTRACIJE U CILJU SPREČAVANJA MANE
POLNOG MIRISA MESA NERASTOVA**

doktorska disertacija

Beograd, 2012.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF VETERINARY MEDICINE

Jelena Z. Aleksić

**THE INVESTIGATION INTO THE EFFICACY OF
IMMUNOCASTRATION AIMED AT THE PREVENTION
OF SEX ODOUR IN BOAR'S MEAT**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2012.

Mentor:

Prof. dr Milan Ž. Baltić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine
Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla

Članovi komisije:

dr Milan Ž. Baltić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine
Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla

dr Zoran Aleksić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine
Katedra za sudsku veterinarsku medicinu i zakonske propise

dr Velibor Stojić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine
Katedra za fiziologiju i biohemiju

dr Vlado Teodorović, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine
Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla

dr Vitomir Vidović, redovni profesor
Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet
Departman za stočarstvo

Datum odbrane:

ISPITIVANJE MOGUĆNOSTI PRIMENE IMUNOKASTRACIJE U CILJU SPREČAVANJA MANE POLNOG MIRISA MESA NERASTOVA

REZIME

Polni miris mesa je ofanzivan i neprijatan miris mesa poreklom od nekastriranih svinja. Pojavi ove mane doprinose polni steroidi, od kojih je androstenon od posebnog značaja, kao i indol i njegovi derivati, među kojima je najpoznatiji skatol.

U cilju sprečavanja pojave polnog mirisa mesa do sada su korišćeni različiti postupci, a jedan od najčešće korišćenih postupaka je kastracija nerastova. Najčešća praksa u Evropi u cilju kontrole ove mane mesa je izvođenje kastracije bez anestezije. Izvođenjem ove intervencije prouzrokuje se bol i stres i narušava dobrobit životinja, što je predstavljalo podsticaj da se u mnogim zemljama, gde je poslednjih godina dobrobit životinja od velikog interesa, odustane od kastracije. Napuštanje ove metode zahteva nalaženje alternativnih rešenja u cilju otklanjanja ove mane mesa.

Jedna od obećavajućih alternativa hirurškoj kastraciji i potencijalno rešenje problema polnog mirisa mesa, odnosno smanjenja sadržaja androstenona i skatola u masnom tkivu nerastova je imunološka kastracija (imunokastracija).

Osnovni cilj istraživanja u okviru doktorske disertacije bio je ispitivanje mogućnosti primene imunokastracije u cilju sprečavanja mane polnog mirisa mesa nerastova. Istraživanja su posvećena i uporednoj analizi mesnatosti trupova i kvaliteta mesa kastrata, nerastova i imunokastrata. Jedan od ciljeva odnosi se i na ispitivanje prihvatljivosti mesa od strane izabranih i obučanih ocenjivača.

U ogled su bile uključene tri grupe, od po 30 svinja. Grupe su činile hirurški kastrirana grla (do sedmog dana starosti), nerastovi i imunokastrati. Sve grupe svinja poticale su od jednog nerasta

(melez duroka i pijetrena) i krmača iste linije (melez landrasa i jorkšira) i držane su i hranjene na isti način.

Imunizacija muških jedinki izvršena je subkutanom aplikacijom 2x2 ml Improvak vakcine (Pfizer Ltd.). Prva vakcinacija svinja obavljena je u osmoj nedelji starosti (55. dan starosti), a druga pet nedelja pre klanja (143. dan starosti). Kao imunogeni materijal, vakcina sadrži sintetski gonadotropni rilizing hormon (GnRH) konjugovan sa proteinskim nosačem u vodenom adjuvansu.

Odabrani parametri mesnatosti trupova imunokastrata pokazali su da je njihova mesnatost značajno veća u odnosu na mesnatost trupova kastrata, a po mesnatosti je vrlo bliska mesnatosti nerastova.

Postupak imunokastracije dovodi i do značajnog smanjenja mase testisa za preko 40 % u odnosu na prosečnu masu testisa nerastova.

Kalo hlađenja trupova ispitivanih kategorija svinja imao je sledeći opadajući niz: nerastovi veći kalo hlađenja od imunokastrata, a imunokastrati veći kalo hlađenja od kastrata.

pH vrednost mesa 60 minuta i 24 sata posle klanja bila je najmanja kod mesa nerastova, a najveća kod mesa kastrata.

U mesu imunokastrata prosečan sadržaj vode i proteina bio je niži u odnosu na kastrate i nerastove. Prosečan sadržaj masti u mesu imunokastrata bio je veći u odnosu na prosečan sadržaj masti u mesu nerastova, ali manji u odnosu na meso kastrata.

Prosečan sadržaj skatola u masnom tkivu nerastova bio je značajno veći (0.21 ± 0.03 $\mu\text{g/g}$) u odnosu na prosečan sadržaj skatola u masnom tkivu kastrata, odnosno imunokastrata (0.12 ± 0.02 $\mu\text{g/g}$). U masnom tkivu imunokastrata i kastrata nije utvrđena razlika u prosečnom sadržaju skatola.

Sadržaj androstenona u masnom tkivu imunokastrata bio je manji od granice detekcije metode, a u masnom tkivu nerastova prosečan sadržaj androstenona bio je 0.66 ± 0.13 $\mu\text{g/g}$.

Senzorne ocene mirisa mesa, odnosno masnog tkiva i senzorne ocene ukusa mesa kastrata i imunokastrata bile su značajno više prihvatljive od senzorne ocene mirisa mesa, odnosno masnog tkiva i senzorne ocene ukusa mesa nerastova. Utvrđeno je da je miris i ukus mesa kastrata i imunokastrata značajno prihvatljiviji od mirisa i ukusa mesa nerastova, a u prihvatljivosti između mirisa i ukusa mesa kastrata i imunokastrata nisu utvrđene razlike.

Postupak imunokastracije je opravdan sa stanovišta prinosa mesa i njegove prihvatljivosti i u potpunosti može da zameni postupak kastracije muških jedinki, što ide u prilog očuvanju dobrobiti životinja kod uzgoja svinja za tov.

Ključne reči: nerastovi, polni miris mesa, kastracija, imunokastracija

Naučna oblast: Veterinarska forenzika i državno veterinarstvo

Uža naučna oblast: Sudska veterinarska medicina i zakonski propisi

UDK broj: 591.1:637.5

THE INVESTIGATION INTO THE EFFICACY OF IMMUNOCASTRATION AIMED AT THE PREVENTION OF SEX ODOUR IN BOAR'S MEAT

SUMMARY

Boar taint or meat sex odour, which can be extremely offensive, is frequently present in meat from non-castrated male pigs. This defect is principally caused by sex steroids, primarily androstenone, as well as indole and its derivatives, mainly skatole.

Various means have been used to prevent the sex odour in meat, young boar castration being one of the most popular. In Europe surgical castration was most frequently completed without anaesthesia. The procedure is accompanied by pain and stress and conflicts with the principles of animal welfare, which is why it has been abandoned in many countries where animal welfare has been raising growing concern. Thus, it is necessary to produce alternative solutions to prevent this defect in meat.

One of the promising alternatives to surgical castration and potential solution to the problem of sex odour in meat, i.e. decline in androstenone and skatole contents in the boar's fat, is immunocastration.

The main goal of this PhD thesis has been the investigation into the efficacy of immunocastration in the prevention of sex odour in young boar's meat. In addition, comparative analyses of carcass muscling and meat quality in castrates, boars and immunocastrated boars have been performed. The acceptability of meat was evaluated by selected trained assessors.

The research was conducted on three groups of male animals: surgically castrated pigs (at the age of less than seven days), boars and immunocastrates; each group comprised 30 animals. All pigs were descendents of a single boar (a crossbred of Duroc and Pietrain) and sows of the same

line (crossbreds of Landrace and Yorkshire), were kept in identical conditions and fed with the same food.

The pigs destined to immunocastration were immunised by s.c. injection of 2x2 ml Improvac vaccine (Pfizer Ltd.). The first dose was administered at the age of eight weeks and the second one five weeks prior to slaughter. The immunogenic material in the vaccine is a synthetic, incomplete analogue of natural gonadotropin-releasing hormone (GnRH) conjugated to a carrier protein.

Selected parameters of carcass muscling revealed very similar muscling in immunocastrates to the one in boars, but significantly better in comparison with castrates.

Immunocastration resulted in significant, more than 40 %, decrease in testes mass in comparison with the average in boars.

Carcass chilling resulted in highest weight loss in boars and lowest in castrates.

The pH values in meat measured 60 minutes and 24 hours after slaughter were lowest in boar's meat and highest in the meat of castrates.

In immunocastrates' meat the average water and protein contents were lower than both in castrates and boars. By contrast, in their meat the average fat content was higher than in boars but lower than in castrates.

The average skatole content in boar's fat was significantly higher (0.21 ± 0.03 $\mu\text{g/g}$) than in castrates and immunocastrates (0.12 ± 0.02 $\mu\text{g/g}$), whilst no such difference was observed between immunocastrates and castrates.

In immunocastrates the content of androstenone in fat was below the limit of detection, whilst the average concentration in boars was 0.66 ± 0.13 μg .

In immunocastrates sensory evaluation of meat/fat odour and meat flavour were significantly more acceptable than those of boars. It was discovered that the odour and taste of meat of castrates and immunocastrates were significantly more acceptable than those of boars; however, no difference was observed between the acceptability of odour and taste between meat of castrate and immunocastrate origin.

To sum up, immunocastration has proved itself to be justifiable from the standpoint of meat yield and its acceptability, and thus may completely replace the surgical castration of male pigs. Furthermore, it is in accordance with the principles of the animal welfare of pigs reared for meat.

Key words: boar, meat sex odour, castration, immunocastration

Scientific field: Veterinary forensics and state veterinary service

Field of academic expertise: Forensic veterinary medicine and legislation

UDK number: 591.1:637.5

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	5
2.1. Proizvodnja svinjskog mesa.....	5
2.2. Proizvodni rezultati i prinos mesa različitih kategorija svinja.....	6
2.3. Hemijske osobine mesa različitih kategorija svinja.....	10
2.4. Fizičke osobine mesa različitih kategorija svinja.....	11
2.4.1. pH vrednosti mesa.....	11
2.5. Osobine masnog tkiva različitih kategorija svinja.....	13
2.6. Miris i ukus mesa različitih kategorija svinja.....	14
2.6.1. Polni miris mesa.....	14
2.6.2. Reagovanje potrošača na polni miris mesa.....	15
2.7. Nosioci polnog mirisa mesa svinja.....	20
2.7.1.1. Biosinteza i metabolizam androstenona.....	21
2.7.1.2. Sudbina androstenona u organizmu.....	24
2.7.1.3. Faktori koji utiču na nivo androstenona.....	26
2.7.1.3.1. Genetski faktori.....	27
2.7.1.3.2. Pubertet i hormonski status.....	28
2.7.1.3.3. Godišnje doba i uslovi držanja.....	28
2.7.1.3.4. Ishrana i nivo androstenona u organizmu.....	29
2.7.2.1. Biosinteza i metabolizam skatola.....	30
2.7.2.2. Sudbina skatola u organizmu.....	32
2.7.2.3. Faktori koji utiču na nivo skatola.....	35
2.7.2.3.1. Genetska osnova i sadržaj skatola u organizmu.....	36
2.7.2.3.2. Starost jedinke i hormonski status.....	36
2.7.2.3.3. Značaj ishrane za koncentraciju skatola u masnom tkivu.....	37
2.7.2.3.4. Uticaj uslova držanja na sadržaj skatola u masnom tkivu.....	40
2.8. Interakcija androstenona i skatola.....	42
2.9. Odgovornost za polni miris mesa svinja.....	44

2.10. Granične vrednosti za nosioce polnog mirisa mesa svinja.....	45
2.11. Metode za utvrđivanje skatola i androstenona u masnom tkivu svinja.....	45
2.11.1. <i>On line</i> merenje polnog mirisa mesa.....	47
2.11.2. Masa testisa imunokastrata kao pokazatelj mane polnog mirisa mesa svinja....	48
2.11.3. Potreba za standardizacijom i harmonizacijom.....	52
2.12. Mere za sprečavanje polnog mirisa mesa.....	52
2.12.1. Hirurška kastracija kao mera sprečavanja mane polnog mirisa mesa.....	52
2.12.2. Alternative hirurškoj kastraciji.....	58
2.12.2.1. Uzgoj intaktnih svinja.....	58
2.12.2.2. Imunokastracija.....	61
3. CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA.....	69
4. MATERIJAL I METODE.....	71
4.1. Materijal.....	71
4.2. Metode.....	72
4.2.1. Mesnatost svinja.....	72
4.2.2. Masa testisa.....	72
4.2.3. Kalo hlađenja.....	73
4.2.4. Fizička i fizičko-hemijska ispitivanja.....	73
4.2.5. Određivanje sadržaja skatola.....	73
4.2.6. Određivanje sadržaja androstenona.....	76
4.2.7. Ispitivanje prihvatljivosti mirisa i ukusa mišićnog i masnog tkiva.....	78
4.2.8. Ispitivanje razlika u prihvatljivosti mirisa i ukusa mesa.....	78
4.2.9. Statistička obrada rezultata.....	79
5. REZULTATI.....	80
5.1. Mesnatost trupova kastrata, nerastova i imunokastrata.....	80
5.2. Masa testisa nerastova i imunokastrata.....	88
5.3. Kalo hlađenja polutki svinja.....	88
5.4.1. pH vrednost i temperatura mesa ispitivanih kategorija svinja.....	89
5.4.2. Hemijski sastav mesa ispitivanih kategorija svinja.....	90
5.5. Sadržaj skatola u masnom tkivu ispitivanih kategorija svinja.....	91

5.6. Sadržaj androstenona u masnom tkivu nerastova i imunokastrata.....	93
5.7. Senzorna ocena prihvatljivosti mirisa i ukusa mišićnog i masnog tkiva.....	94
5.8. Ocena prihvatljivosti mesa kastrata, nerastova i imunokastrata.....	95
6. DISKUSIJA.....	96
6.1. Mesnatost trupova kastrata, nerastova i imunokastrata.....	96
6.2. Masa testisa nerastova i imunokastrata.....	107
6.3. Kalo hlađenja polutki svinja.....	108
6.4.1. pH vrednost i temperatura mesa ispitivanih kategorija svinja.....	109
6.4.2. Hemijski sastav mesa ispitivanih kategorija svinja.....	110
6.5. Sadržaj skatola u masnom tkivu ispitivanih kategorija svinja.....	113
6.6. Sadržaj androstenona u masnom tkivu nerastova i imunokastrata.....	115
6.7. Senzorna ocena izraženosti polnog mirisa mesa ispitivanih kategorija svinja.....	117
6.8. Prihvatljivost mesa kastrata, nerastova i imunokastrata.....	119
7. ZAKLJUČCI.....	120
8. SPISAK LITERATURE.....	122

1. UVOD

Danas se u svetu čine veliki naponi u cilju proizvodnje što većih količina mesa kao izvora visoko vrednih proteina. Sa porastom broja stanovnika u svetu rastu i potrebe za proteinima, naročito proteinima animalnog porekla. Povećanje proizvodnje i zadovoljavajući kvalitet mesa mogu da se postignu na različite načine.

U proizvodnji svinjskog mesa jedan od načina za povećanje proizvodnje je i tov nekastriranih muških grla. Dobro je poznata činjenica da mladi nerastovi u odnosu na kastrate imaju bolje proizvodne rezultate i to je osnovni razlog što se ulažu veliki naponi da se muške životinje tove i kolju kao mladi nerastovi, jer to i uzgajivačima i klaničnoj industriji donosi ekonomsku dobit.

Poznato je da mladi nerastovi imaju bolju konverziju hrane od nazimica, a naročito od kastrata, ali i manju dnevnu potrošnju hrane u odnosu na kastrate i nazimice. Trupovi mladih nerastova mesnatiji su od trupova kastrata i nazimica. Hemijski sastav mesa nerastova, nazimica i kastrata govori o tome da je sadržaj vode manji kod kastrata, u odnosu na nerastove i nazimice. Nerastovi i nazimice sadrže veće količine proteina u mesu, a manje količine masti. Podaci o fizičkim osobinama mesa (pH, boja, sposobnost vezivanja vode) nazimica, kastrata i mladih nerastova su često varijabilni. Sadržaj vode u masnom tkivu nerastova je veći u odnosu na sadržaj u masnom tkivu nazimica, odnosno kastrata.

Proizvodnja svinjskog mesa predstavlja više od 40 % ukupne svetske proizvodnje mesa. U našoj zemlji, tradicionalno, svinjarstvo predstavlja značajnu privrednu granu, a proizvodnja svinjskog mesa je druga po vrednosti poljoprivredne proizvodnje. U ukupnoj proizvodnji mesa u Srbiji svinjsko meso ima učešće od 55.2 %, goveđe 25 %, živinsko 15 % i ovčije meso sa 5 %, a u ukupnoj potrošnji svinjsko meso učestvuje sa preko 60 %.

Higijenska ispravnost i kvalitet mesa i proizvoda od mesa zavise od brojnih faktora. Poseban značaj imaju organoleptičke osobine mesa i proizvoda od mesa (izled, boja, konzistencija, miris i ukus) koje ukoliko su izmenjene, namirnice kvalifikuju kao higijenski neispravne. Ove osobine su i za potrošače najvažniji i najočigledniji pokazatelj kvaliteta nekog proizvoda.

Miris i ukus su organoleptički pokazatelji na osnovu kojih potrošači donose konačnu odluku o prihvatljivosti određene namirnice. Ovi organoleptički parametri zavise od vrste životinje, rase, pola, starosti, ishrane, uslova držanja, načina obrade, prerade i pripreme mesa i dr.

U formiranju mirisa i ukusa mesa učestvuju brojna hemijska jedinjenja koja nastaju iz osnovnih sastojaka mesa (proteini, masti, ugljeni hidrati), naročito u toku toplotne obrade. Za meso mladih nerastova je poznato da može da ima izraženu manu mirisa i ukusa, poznatu kao polni miris mesa. Ova mana mesa svinja posebno je izražena prilikom zagrevanja mesa i svinjske masti, usled čega proizvodi od nekastriranih životinja postaju manje prihvatljivi za potrošače.

Polni miris mesa je ofanzivan i neprijatan miris mesa poreklom od nekastriranih svinja. Prema literaturnim podacima pojava ove mane u mesu nekastriranih svinja kreće se od 10-75 %. Od primarnog značaja za njenu pojavu su jedinjenja androstenon i skatol.

Androstenon (5α -androst-16-en-3-on) je steroid, koji se sintetiše u Lajdigovim ćelijama testisa nerastova, paralelno sa anaboličkim hormonima. Izolovan je iz masnog tkiva nerastova 1968. godine i opisan kao miris sličan urinu. Njegov sadržaj u masnom tkivu nerastova uglavnom varira između 0.22 i 0.5 $\mu\text{g/g}$, a može da bude i iznad 1 $\mu\text{g/g}$. Razlozi variranja sadržaja androstenona u masnom tkivu nerastova su brojni (starost, telesna masa, ishrana, držanje, genetski faktori). Smatra se da sadržaj androstenona u masnom tkivu veći od 1 $\mu\text{g/g}$ izaziva negativne reakcije potrošača.

Skatol (3-metilindol) je proizvod metabolizma aminokiseline L-triptofana u debelim crevima svinja. Prvi put je izolovan 1970. godine iz masnog tkiva svinja. Većina potrošača ga opisuje kao fekalni miris. Sadržaj skatola u masnom tkivu je veoma varijabilan i može da iznosi i do 1.7 ppm. Uzroci varijacija njegovog sadržaja u masnom tkivu su brojni, ali se najčešće vezuju sa

ishranu. Prihvaćeno je mišljenje da sadržaj skatola iznad 0.24 ppm izaziva negativne reakcije potrošača.

Pojavi ove mane mesa doprinose i indol i 4-phenyl-3-buten-2-one. Ukazano je i na važnost fenolnih komponenata p-krezola i 4-etilfenola. U uzorcima masti sa niskim nivoom androstenona i skatola identifikovani su i aldehidi i kratkolančane masne kiseline, kao glavna klasa jedinjenja koja pored androstenona i skatola doprinosi ovoj mani mesa.

Poznato je da nekastrirane životinje imaju bolje proizvodne rezultate (iskorišćavanje hrane, prirast, mesnatost trupa) od kastrata. Bolji proizvodni rezultati kod nekastriranih životinja i moguće negativne reakcije potrošača na miris i ukus mesa nekastriranih jedinki povod su za intenzivna istraživanja vezana za pojavu ove mane. Istraživanja su uglavnom usmerena na ispitivanje mogućnosti smanjenja pojave ove mane mesa, reagovanje potrošača na ovu manu, kao i pronalaženje metoda za otkrivanje ovih jedinjenja u mesu na liniji klanja.

U cilju kontrole polnog mirisa mesa najčešća praksa u Evropi je izvođenje kastracije bez anestezije. Prema Direktivi Komisije EU (2001/93/EC) prasadi može da se kastrira bez anestezije u prvoj nedelji života. Ukoliko se kastracija praktikuje posle sedmog dana starosti treba da se obavlja pod anestezijom i produženom analgezijom, od strane veterinara. Međutim, u velikom broju evropskih zemalja kastracija sa anestezijom i analgezijom se ne izvodi, iako to nalaže trenutno zakonodavstvo.

Izvođenjem ove intervencije prouzrokuje se bol i stres i narušava dobrobit životinja, što je predstavljalo podsticaj da se u mnogim zemljama odustane od kastracije, posebno u Evropi, gde je poslednjih godina dobrobit životinja od velikog interesa.

U većini zemalja postoji tendencija da se zabrani izvođenje kastracije i sve je glasnjiji poziv na zabranu ove metode, što zahteva nalaženje alternativnih rešenja u cilju otklanjanja mane polnog mirisa mesa. Pre donošenja odluke o najefikasnijoj metodi treba dobro da se prouče prednosti i nedostaci različitih alternativa hirurškoj kastraciji. Eliminacija polnog mirisa mesa nerastova

treba da se postigne bez negativnih efekata na druge karakteristike jedinke, kao i na ekonomsku isplativost.

Kao moguće alternative hirurškoj kastraciji u literaturi se navode uzgoj intaktnih svinja, klanje mlađih kategorija svinja, selekcija pola i imunološka kastracija (imunokastracija).

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Proizvodnja svinjskog mesa

Podaci arheoloških istraživanja ukazuju da je prva svinja domestikovana u istočnoj Turskoj pre 9000 godina. U istom periodu svinje su domestikovane i u Kini (Larson i sar., 2005). Svinje su jedna od najranije pripitomljenih životinjskih vrsta u tropskim i temperaturnim regionima u kojima nema verskog ograničenja u konzumiranju svinjskog mesa (Serres, 1992).

U svetu je početkom XXI veka ukupna proizvodnja mesa dostigla oko 260 miliona tona. U ukupnoj proizvodnji mesa u svetu najveće je učešće proizvodnje svinjskog mesa (preko 100 miliona tona, odnosno 38.7 %). Na drugom mestu po obimu proizvodnje je živinsko meso (80 miliona tona ili 30.40 %), a zatim goveđe meso (oko 59 miliona tona, ili 22.01 %). U Evropi, najveći proizvođači mesa godišnje po stanovniku su Danska (299 kg), Irska (259 kg), Holandija (197 kg), Belgija (126 kg), Francuska (101 kg) i Austrija (100 kg). Najveći potrošači svinjskog mesa godišnje po stanovniku su Danska (64.5 kg), Nemačka (59 kg), Španija (47.7 kg) i Holandija (44.9 kg), (Anon, 2004). Najveća proizvodnja svinjskog mesa je u Aziji (50.23 %). U Evropi se proizvodi više od jedne četvrtine (25.58 %), a u Severnoj Americi upola manje u odnosu na Evropu (12.50 %). U Africi i Australiji proizvodnja svinjskog mesa je neznatna (0.8 %) (Anon, 2004).

U Srbiji je ukupna proizvodnja svinjskog mesa i svinjske masnoće, kao i proizvodnja svinjskog mesa izražena kao masa toplih polutki u periodu od 2002. do 2007. godine manja u odnosu na period od 1991. do 1996. godine. Učešće proizvodnje svinjskog mesa u ukupnoj proizvodnji mesa u Srbiji veće je u periodu od 2002. do 2007. godine (56.01 %) u odnosu na period od 1991. do 1996. godine (48.04 %), (Jovanović, 2011). Na osnovu podataka statističkog godišnjaka u Republici Srbiji u 2010. godini proizvodnja svinjskog mesa bila je 269 hiljada tona, a u 2011. godini 271 hiljada tona (Republički zavod za statistiku).

2.2. Proizvodni rezultati i prinos mesa svinja različitih kategorija

Proizvodni rezultati svinja u tovu najčešće se izražavaju dnevnom potrošnjom hrane, dnevnim prirastom i konverzijom. Oni zavise od brojnih faktora, kao što su genetska osnova, ishrana, uslovi držanja, pol, kastracija itd. U tovu svinja, dobro je poznata činjenica da je tov nekastriranih grla isplativiji u odnosu na kastrate ne samo po mesnatosti trupa, već i po proizvodnim rezultatima, što potvrđuju rezultati brojnih oglada.

Morales i sar. (2010) ukazuju da u periodu od 74-145 dana starosti kastrati imaju slabiju konverziju hrane u poređenju sa nerastovima i imunokastratima. U prosečnom dnevnom prirastu nisu uočene statistički značajne razlike. U drugom periodu od 145-172 dana starosti, nakon druge vakcinacije, nisu uočene statistički značajne razlike u prosečnom dnevnom prirastu između ispitivanih grupa muških jedinki (nerastovi, kastrati i imunokastrati). U tom periodu konverzija hrane je bila najbolja kod nerastova, zatim kod imunokastrata, a najslabija kod kastrata. Nerastovi u poređenju sa kastratima imaju (Gispert i sar., 2010; Turkstra i sar., 2002; Zeng i sar., 2002) bolje proizvodne rezultate (manji unos hrane, veća efikasnost iskorišćavanja hrane, veći dnevni prirast), što je potvrđeno i u studiji Škrlep i sar. (2010). Proizvodni rezultati kod imunokastrata i kastrata tokom celog tovnog perioda nisu se značajno razlikovali (Jaroš i sar., 2005).

U studiji Hennessy i sar. (2000) i Cronin i sar. (2003) ukazano je da imunokastrati imaju značajnije veći dnevni prirast u poređenju sa nerastovima. Bolje performanse su najverovatnije rezultat prolongiranog anaboličkog efekta pre klanja. Istraživanja u Švedskoj (Lundström i Malmfors, 1993; Einarsson i sar., 2002), Španiji (Font i Furnols i sar., 2008), Australiji i Americi (Dikeman, 2007) ukazala su na efikasnost imunokastracije koja se ogleda u bržem rastu, manjem unosu hrane i boljoj konverziji imunokastrata u poređenju sa kastratima (Mackinnon i Pearce, 2007).

Postupkom kastracije svinja smanjuje se koncentracija androstenona i skatola ispod graničnih vrednosti (0.5 i 0.25 mgg⁻¹), ali se usporava rast svinja i na taj način se povećavaju troškovi proizvodnje (Bonneau, 1998).

Hirurška kastracija ima veliki broj nedostataka: negativno utiče na performanse rasta (Stamer i sar., 1993; Walstra i Vermeer, 1993; Dunshea i sar., 2001; Turkstra i sar., 2002), povećano je izlučivanje azota i fosfata u spoljašnju sredinu (Vermeer i sar., 1992) i akumuliranje masti u trupu, odnosno postupkom kastracije se utiče i na kvalitet trupa (Campbell i Taverner, 1988). Proizvodnjom hirurški kastriranih jedinki gubi se benefit bolje konverzije hrane (Squires i sar., 1993) i proizvodnje mesa sa većim učešćem mišićnog tkiva (Hansson i sar., 1975; Knudson i sar., 1985) u poređenju sa nekastriranim svinjama. Pored direktnih proizvodnih gubitaka postupkom kastracije povećan je mortalitet, koji se kreće od 0.5 do 1.5 % (Clarke i sar., 2008), usled postkastracionih komplikacija kao što su infekcije i prolapsusi. Kod kastrata je učestalija i pojava hroničnih inflamacija, u poređenju sa nerastovima i nazimicama (de Kruijf i Welling, 1988).

Poznato je da nerastovi poseduju bolje performanse rasta u poređenju sa kastratima (manji unos hrane, veća efikasnost iskorišćavanja hraniva, veći dnevni prirast), što je potvrđeno i u studiji Škrlep i sar. (2010).

Nerastovi imaju veći stepen rasta (4.5-14 %) i veće učešće mišićnog tkiva, što smanjuje troškove proizvodnje (Fowler i sar., 1981; Andersson i sar., 1997), manji utrošak hrane (6.6-9.5 %), bolje iskorišćavanje hraniva za kilogram telesne mase (7.5-14 %), niži sadržaj masti (4-20 %), struktura tkiva je bolja, a takve jedinke poseduju i veću otpornost prema stresu, u poređenju sa kastratima. Nerastovi ekskretuju manje azota u poređenju sa kastratima, jer imaju efikasniju retenciju azota i takav sistem proizvodnje je ekološki prihvatljiviji (Walstra, 1974).

Proizvodni rezultati svinja u tovu mogu da se izraze i merama koje definišu prinos mesa (procenat mesa u trupu, randman, debljina slanine, površina preseka m. longissimus dorsi) ili zastupljenost pojedinih tkiva u trupu, odnosno zastupljenost pojedinih delova trupa u odnosu na njegovu ukupnu masu.

Ispitivanje mesnatosti (procenat mesa- mišićnog tkiva ili masa mesa u trupu) svinja na liniji klanja utvrđuje se na osnovu debljine slanine (na leđima, krstima) i mase toplih polutki. U nekim zemljama, pored ovih parametara koristi se i debljina m. longissimus dorsi (veća površina

preseka ukazuje na mesnatiji trup). Danas je u većini zemalja postupak ispitivanja mesnatosti trupa praktično automatizovan.

Uporedna ispitivanja debljine slanine nerastova, kastrata i nazimica ukazuju na činjenicu da je kod nerastova debljina slanine najmanja. Castell i sar. (1985) su kod svinja rase la combe utvrdili sledeće debljine slanine (prosečna vrednost iz merenja na krstima, sredini leđa i iznad plečke): nerastovi 2.49-3.06 cm, kastrati 3.03-3.52 cm, nazimice 3.24-3.43 cm, a kod svinja rase jorkšir: nerastovi 2.89-3.24 cm, kastrati 3.66-3.91, nazimice 3.08-3.43. Do statistički značajnih razlika između debljine leđne slanine nerastova i kastrata došao je i Joseph (1982). Kod nerastova vrednosti su iznosile 2.52 cm, a kod kastrata 2.76 cm. Anastasijević i sar. (1981) su kod svinja rase jorkšir utvrdili sledeće debljine leđne slanine: nerastovi 2.37 cm, nazimice 2.69 cm, rani kastrati (kastrirani sa 2 nedelje starosti) 3.31 cm, kasni kastrati (kastrirani pri telesnoj masi od 70-75 kg) 2.58 cm. Bokorov i sar. (1981) navode da je debljina slanine kod nerastova za 14.81-22.33 % manja u odnosu na kastrate i kod nerastova se kretala od 2.30 do 3.06 cm, a kod kastrata od 2.70 do 3.94 cm. Matenko i sar. (1986) takođe ukazuju da je debljina slanine kod kastrata za oko 0.6 cm veća u poređenju sa debljinom slanine kod nerastova. Do sličnih rezultata su došli i drugi autori (McKay i Cliplef, 1988; Hazas, 1985; Wood i Riley 1982; Knudson i sar., 1985).

Podaci iz literature potvrđuju da je prinos mesa (mesnatost) znatno veći kod nerastova u poređenju sa kastratima i nazimicama. Prema Bokorov (1981) u trupu nerastova (rasa veliki jorkšir) ima 40.6-44.8 % mesa, a u trupu kastrata 39.6-41.20 % mesa. U radu Barton-Gade (1984) procenat mesa u trupu nerastova (rasa danski landras) bio je 56.6 %, kod kastrata 54.2 %, a kod nazimica 55.9 %. Cruz-Bustillo i sar. (1989) su u trupu nerastova utvrdili 48.1 % mesa u trupu, kod kastrata 43.5 % , a kod nazimica 44.4 %. Trupovi nerastova su mesnatiji od trupova kastrata i nazimica i na osnovu rezultata drugih autora (Castell i sar., 1985; Hazas, 1986).

Mesnatost (tržišna vrednost) trupa svinja se često meri zastupljenošću najvrednijih delova trupa (but, slabina, leđa, plečka) u odnosu na masu trupa, kao i zastupljenošću pojedinih tkiva (mišićno, masno, kosti) u trupu, odnosno u njegovim osnovnim delovima (but, plečka, slabina). Prema nalazima Walstra i Kroeske (1968) zastupljenost buta u odnosu na masu trupa je veća kod nerastova u poređenju sa kastratima. Fortin i sar. (1983a) nisu ustanovili razliku u zastupljenosti

buta u odnosu na masu trupa, između nerastova i kastrata. Hazas (1986) je utvrdio da su but, plećka, leđa i vrat za 7.5-8 % zastupljeniji u masi trupa nerastova u odnosu na kastrate, a kod nazimica su u odnosu na kastrate zastupljeniji za 2.7-5.9 %. Cruz-Bustillo i sar. (1989) su utvrdili u trupu nerastova 13.2 % masnog tkiva i 22.4 % kostiju, u trupu nazimica 17.4 % masnog tkiva i 21.0 % kostiju, a u trupu kastrata 18.8 % masnog tkiva i 19.8 % kostiju. Prema saopštenju Hazas (1986) u trupu nerastova ima 30.24-31.43 % masnog tkiva (zavisno od genotipa), kastrata 34.14-36.32 % i nazimica 32.01-34.52 %.

Kastracija ima efekta i na učešće kože i nogu u masi trupa. Zapaženo je da su koža i noge zastupljeniji u trupu nerastova, u odnosu na trup kastrata (McKay i Cliplef 1988; Wood i Riley, 1982; Knudson i sar., 1985). Od parametara koji se odnose na osnovne delove trupa najčešće se ispituje zastupljenost pojedinih tkiva u butu (mišićno, masno, kosti). Anastasijević i sar. (1981) su utvrdili u butu nerastova 74.0 % mišićnog i 15.9 % masnog tkiva (masno tkivo sa kožom), u butu kastrata 68.9 % mišićnog, odnosno 21.5 % masnog tkiva, a u butu nazimica 71.2 % mišićnog i 19.1 % masnog tkiva. Prema nalazima McKay i Cliplef (1988), prosečna masa buta nerastova bila je 9.02 kg, a kastrata 8.70 kg ($p < 0.05$). Procenat mesa u butu kod nerastova je iznosio 60.46 %, a kod kastrata 57.63 % ($p < 0.05$). Zastupljenost kože (5.35 %) i kostiju (9.75 %) u butu nerastova značajnije je veća ($p < 0.05$) u poređenju sa butom kastrata (4.49 % kože i 8.93 % kostiju), a masnog tkiva manja (17.79 % kod nerastova, 22.88 % kod kastrata). Ispitujući tri osnovna dela trupa (but, plećka, leđa) Anastasijević i sar. (1981) su utvrdili da je kod nerastova odnos mišićnog i masnog tkiva 3.80:1, kastrata 2.56:1 i nazimica 3.12:1.

Od parametara koji se koriste za ocenu mesnatosti trupa pominju se i dužina trupa i randman. Podaci o randmanu su različiti. Joseph (1982) i Castell i Strain (1985) tvrde da nema statistički značajne razlike između randmana nerastova i kastrata, a Castell i sar. (1985) da je randman kastrata veći u poređenju sa randmanom nerastova, što je u saglasnosti sa rezultatima Bokorov i sar. (1981).

Podaci o mesnatosti trupova imunokastrata nisu tako brojni kao što je slučaj sa kastratima, nazimicama i nerastovima. Prema objavljenim rezultatima imunokastrati su sa većim učešćem mišićnog tkiva u odnosu na kastrate (Gispert i sar., 2010; Pauly i sar., 2009; Schmoll i sar., 2009;

Fuchs i sar., 2009) što predstavlja važnu prednost za proizvođače, jer je glavni kriterijum za vrednovanje tovnih svinja sadržaj mišićnog tkiva. Razlike u prinosu mogu da budu u vezi sa razlikama u sadržaju intramuskularne masti između kastrata i nerastova (Mottram, Wood i Patterson, 1982), jer ne mogu da se pripišu drugim faktorima kao što je pH. Postupkom kastracije poboljšava se infiltracija mišićnog tkiva mastima i zadržavanje sokova u mesu, odnosno poboljšavaju se osobine koje utiču na visok nivo prihvatljivosti mesa.

2.3. Hemijske osobine mesa različitih kategorija svinja

Kod ispitivanja kvaliteta mesa često se analizira osnovni hemijski sastav mesa, odnosno mišićnog tkiva (voda, proteini, mast). Kao uzorak najčešće se koristi m. longissimus dorsi.

Prema podacima Njari (1986) meso nerastova sadrži više vode (73.67 %) u odnosu na meso kastrata (72.80 %), a po sadržaju vode se ne razlikuje značajno od mesa nazimica (73.37 %). Po sadržaju proteina meso nerastova i meso kastrata se ne razlikuje (22.06 % nerastovi i 22.30 % kastrati), a meso nazimica sadrži manje proteina (20.90 %). Sadržaj masti u mesu nazimica je znatno viši (4.21 %) u poređenju sa mesom nerastova (2.71 %) i kastrata (2.78 %). Utvrđene su razlike i u količini pepela. Kod nazimica je sadržaj pepela u mesu bio 1.35 %, kod nerastova 1.08 %, a kod kastrata 1.12 %.

Anastasijević i sar. (1981) su utvrdili u mesu nerastova 23.09 % proteina i 1.12 % masti, u mesu kastrata 22.57 % proteina i 1.79 % masti, a u mesu nazimica 22.97 % proteina i 1.83 % masti. Barton-Gade (1985) je ustanovila da u mesu nerastova ima 75.69 % vode, 21.46 % proteina i 1.94 % masti, u mesu kastrata 75.26 % vode, 21.84 % proteina i 2.13 % masti, a u mesu nazimica 75.20 % vode, 22.05 % proteina i 1.89 % masti.

Cliplef i Strain (1981) su takođe utvrdili veći sadržaj vode u mesu nerastova u poređenju sa mesom kastrata, međutim razlike nisu bile statistički značajne. Fortin i sar. (1983b) su ukazali da meso nerastova sadrži više vode i proteina, a manje masti od mesa kastrata. Knudson i sar. (1985) su zaključili da se meso nerastova i kastrata ne razlikuje po sadržaju vode i proteina, a

Castell i sar. (1985) su utvrdili da kod mesa nerastova, kastrata i nazimica u sadržaju vode, proteina i masti nema statistički značajnih razlika.

Njari (1986) je naveo da se meso nerastova manje razlikuje od mesa kastrata, u odnosu na meso nazimica. Ovaj autor razlike pripisuje uticaju pola (muški, ženski), a ne fiziološkom stanju unutar istog pola svinja (nerastovi i kastrati).

Meso kastrata sadrži više masti, što je nepoželjno od strane potrošača, ali je bolje za suve i salamurene proizvode sa dugim vremenom sazrevanja. Takvo meso je vrednije za preradu, ali je manje pogodno za javnu potrošnju, usled potražnje potrošača za mesom sa većim učešćem mišićnog tkiva (Bañón i sar., 2004).

Meso nerastova je mekše, sa manjim učešćem masnog tkiva i većim stepenom nezasićenih masnih kiselina (uglavnom linoleinske) (Wood i Enser, 1982; Barton-Gade, 1987; Tuz, 2008), što je direktan benefit za zdravlje ljudi. Međutim, nezasićene masne kiseline su sklonije procesu oksidacije, u poređenju sa zasićenim masnim kiselinama (Erikson, 1987). Viši nivo polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) u masti i mišićima i veći sadržaj proteina u trupovima nerastova može da ukaže na nutritivne prednosti ovog mesa, u poređenju sa mesom kastrata (Malmfors i sar., 1978; Wood i sar., 1986; Nadeje i sar., 2000).

2.4. Fizičke osobine mesa različitih kategorija svinja

Od fizičkih osobina mesa kao parametara kvaliteta najčešće se koriste pH, boja, sposobnost vezivanja vode, kalo toplotne obrade, konzistencija i dr.

2.4.1. pH vrednosti mesa

Razlike u pH vrednosti (Gispert i sar., 2010; Pauly i sar., 2009; Jeong i sar., 2010), sposobnosti vezivanja vode i boji (Pauly i sar., 2009; Jeong i sar., 2010) između nerastova, kastrata i imunokastrata nisu ustanovljene, što je u saglasnosti sa rezultatima Škrlep i sar. (2010).

Gispert i sar. (2010) nisu ustanovili razlike u pH, boji i sposobnosti vezivanja vode između kastrata i imunokastrata, što je u saglasnosti sa rezultatima drugih autora (Pauly, Spring, O Doherty, Ampuero i Bee, 2006; Jeong i sar., 2008). Uporedna ispitivanja pH mesa nerastova, kastrata i nazimica od strane većeg broja autora pokazuju da nema značajne razlike između pH mesa ispitivanih kategorija svinja.

Njari (1986) je u m. longissimus dorsi nerastova (30 minuta posle klanja) utvrdio pH od 6.55, kod kastrata 6.26 i nazimica 6.24. Posle 24 časa vrednosti pH su kod nerastova bile 5.74, kod kastrata 5.50 i nazimica 5.61. Statistički značajne razlike u pH mesa nerastova, kastrata i nazimica nisu ustanovili ni drugi autori (Anastasijević i sar., 1981; Wood i sar., 1986; Mottram i sar., 1982; Warriss i Brown, 1985; Cruz-Bustillo i sar., 1989).

Lundström i sar. (1987) nisu utvrdili razliku u kalu hlađenja mesa između nerastova, kastrata i nazimica. Nasuprot ovim rezultatima, Malmfors i Nilsson (1978) su dokazali manji kalo hlađenja kod nerastova (2.0 %) u odnosu na meso kastrata (3.9 %) i nazimica (4.5 %). Njari (1986) je kod mesa nerastova utvrdio manju sposobnost vezivanja vode, u odnosu na meso nazimica i kastrata, što može da ima negativno značenje u preradi takvog mesa (veći kalo), na šta su ukazali i Anastasijević i sar. (1981).

U nekim studijama je ustanovljeno da imunokastrati imaju tamnije meso u poređenju sa kastratima (Silveira i sar., 2008) i svetlije u poređenju sa nerastovima (Gispert i sar., 2010) i niži kalo u odnosu na kastrate (Miclat-Sonaco i sar., 2010).

Konzistencija, struktura i tekstura mesa su osobine koje se uglavnom ispituju čulima (vid, dodir), ali i instrumentalno. Prema rezultatima Njari (1986) meso nerastova je u odnosu na meso kastrata i nazimica povoljnije strukture i mekše konzistencije. Barton-Gade (1985) je utvrdila da je meso nerastova čvršće konzistencije od mesa nazimica, odnosno kastrata. Shorthose i sar. (1984) su dokazali da je meso kastrata mekše konzistencije od mesa nerastova. Malmfors i Nilsson (1978) nisu utvrdili značajne razlike između konzistencije mesa nerastova i kastrata, odnosno nazimica.

U nekim istraživanjima je ustanovljeno da postupak imunokastracije vodi pojavi mekšeg mesa i većoj prihvatljivosti, u poređenju sa mesom nerastova ili kastrata (D'Souza i Mullan, 2003; Jeong i sar., 2008a). U drugim studijama ustanovljena je mala razlika između mekoće mesa imunokastrata i kastrata (D'Souza i Mullan, 2002; Jeong i sar., 2008b; Singayan-Fajardo i sar., 2006). Istraživanjem iz Južne Afrike ustanovljeno je da je meso imunokastrata sočnije u poređenju sa mesom kastrata, a u drugim senzornim osobinama nisu ustanovljene razlike (Leighton i sar., 2006).

Istraživanjem potrošača na Filipinima ustanovljena je prednost mesa imunokastrata u odnosu na meso kastrata i nazimica, iako nisu ustanovljene statistički značajne razlike za individualne parametre kvaliteta. Slična istraživanja, sprovedena u Meksiku, ukazala su da potrošači prihvataju meso imunokastrata podjednako kao i meso kastrata i nazimica, iako je meso nazimica bilo lošije teksture. Čileanski potrošači su slabine imunokastrata ocenili kao poželjnije u poređenju sa slabinama kastrata i opisali ih kao mekše, sa boljom teksturom i sočnošću, iako obučeni senzorni ocenjivači nisu uočili razlike.

2.5. Osobine masnog tkiva različitih kategorija svinja

Na kvalitet masnog tkiva utiču različiti faktori kao što su ishrana, rasa, uzrast, regija trupa, a kao jedan od faktora navodi se i kastracija. Većina podataka iz literature ukazuje na činjenicu da masno tkivo nerastova sadrži više vode i proteina, a manje masti, u poređenju sa masnim tkivom kastrata.

Wood i sar. (1988) razlike u hemijskom sastavu masnog tkiva nerastova i kastrata dovode u vezu sa većim sadržajem kolagena u masnom tkivu nerastova, čime se povećava i sadržaj vode, a smanjuje sadržaj lipida. Jedan od parametara po kome se razlikuje masno tkivo nerastova, kastrata i nazimica je jodni broj.

Prema rezultatima Barton-Gade (1985) jodni broj masnog tkiva nerastova bio je 66.6, kastrata 63.3 i nazimica 64.8. Razlike su statistički značajne ($p < 0.001$). Isti autor je ukazao da je jodni broj masnog tkiva bio 70 ili viši kod 20 % nerastova (smatra se da je masno tkivo sa jodnim

brojem 70 i višim nepodesno za preradu). Kod 7 % nazimica i 1 % kastrata jodni broj bio je 70 i viši.

Masnokiselinski sastav masnog tkiva je čest predmet istraživanja, kao i onih vezanih za polni miris mesa svinja. Najčešće se ispituje odnos zasićenih i nezasićenih masnih kiselina, kao i zastupljenost pojedinih masnih kiselina. Na odnos zasićenih i nezasićenih masnih kiselina utiču različiti faktori, među kojima su i pol, odnosno kastracija. Literaturni podaci uglavnom ukazuju na veću zastupljenost nezasićenih masnih kiselina u masnom tkivu nerastova, u odnosu na masno tkivo kastrata (Wood i sar., 1988; Desmoulin i sar., 1982). Masno tkivo nerastova, kastrata i nazimica se ne razlikuje po peroksidnom broju, saponifikacionom broju, kiselosti i količini holesterola.

2.6. Miris i ukus mesa različitih kategorija svinja

2.6.1. Polni miris mesa

Polni miris mesa se definiše kao ofanzivan i neprijatan miris mesa poreklom od nekastriranih svinja (Chen, 2007). Ova mana mesa svinja poznata je od srednjeg veka, a posebno je izražena prilikom zagrevanja mesa i svinjske masti, usled čega proizvodi od nekastriranih svinja postaju manje prihvatljivi za potrošače. Prvi put je mana polnog mirisa mesa opisana 1936. godine od strane poznatog nemačkog istraživača u oblasti higijene mesa, profesora Lerche-a, od kada je predmet brojnih istraživanja.

Manu polnog mirisa mesa zapažaju receptori nosne sluzokože prilikom zagrevanja mesa ili svinjske masti. Za pojavu ove mane mesa odgovorne su brojne supstance, a od primarnog značaja su androstenon (5- α -androst-16-en-3-on) i skatol (3-methylindole), (Hansson i sar., 1980; Dijksterhuis i sar., 2000).

Da bi se utvrdio doprinos androstenona i skatola u pojavi ove mane mesa, kao i njihove moguće varijacije, zavisno od sistema proizvodnje i populacije potrošača (Bonneau i sar., 2000b)

sprovedena je međunaroda studija koja je obuhvatala sedam evropskih zemalja. Dobijeni rezultati su ukazali da doprinos oba jedinjenja može da bude pod uticajem faktora kao što su koncentracija nosilaca polnog mirisa mesa, različite metodologije u senzornoj proceni (Dijksterhuis i sar., 2000), različite navike potrošača (Matthews i sar., 2000) i različit odgovor na androstenon (Weiler i sar., 2000). Doprinos ovoj mani mesa daju i druge supstance kao što su indol (García-Requeiro i Diaz, 1989; Moss, Hawe i Walker, 1991; Annor-Frempong i sar., 1997a; Rius i García-Regueiro, 2001) i 4-phenyl-3-buten-2-one (Rius i García-Regueiro, 2001).

Indol čini oko 40 % koncentracije skatola kod nerastova (Claus i sar., 1997a) i ovaj procenat može da se promeni u zavisnosti od brojnih faktora. Velikoj akumulaciji indola u masnom tkivu svinja doprinose prljavi obori (Hansen i sar., 1995). Značajne indolne komponente su indol-metanol (*indole-3-methanol*), indol-propionska kiselina (*indole-3-propionic acid*), indol-acetonitril (*indole-3-acetonitril*) i indol-etanol (*indole-3-ethanol*) (Hansen-Møller, 1998).

Patterson (1967) je ukazao i na doprinos fenolnih komponenata (p-krezola i 4-etilfenola). Oksidacija lipida vodi formiranju aldehida i kratkolančanih masnih kiselina, koji bi mogli da budu odgovorni za prisustvo pojedinih ukusa u uzorcima mesa koji su u vezi sa atributima užegao, opor, kiseo, masan, sličan vosku i bademu (Rius, 1999).

Nedavno su Rius i sar. (2005) u uzorcima masti sa niskim nivoom androstenona i skatola identifikovali aldehide i kratkolančane masne kiseline kao glavnu klasu jedinjenja, koja pored androstenona i skatola doprinosi ovoj mani. Međutim, njihov doprinos je od malog značaja usled relativno slabog mirisa i/ili slabih lipofilnih karakteristika.

2.6.2. Reagovanje potrošača na polni miris mesa

Polni miris mesa je karakterističan, neprijatan miris mesa koji se opaža kombinacijom senzornih čula (mirisa i ukusa) prilikom kuvanja i konzumiranja mesa i proizvoda od mesa. Androstenon i skatol su isparljiva jedinjenja, koja tokom procesa prerade ili zagrevanja doprinose pojavi ove mane mesa (Pearson i sar., 1971). Skatol ima niži detekcioni prag i veći uticaj na miris u

poređenju sa androstenonom, ali ukusu mesa podjednako doprinose oba jedinjenja (Dijksterhuis i sar., 2000; Matthews i sar., 2000).

Literaturni podaci o pojavi polnog mirisa mesa su različiti (Williams i sar., 1963; Malmfors i Hanson, 1974; Xue i sar., 1996), a varijacije su prisutne zbog različitih graničnih vrednosti prilikom procene ove mane i usled primene različitih metoda u cilju njegove detekcije, koje često nisu standardizovane među laboratorijama.

Prihvatljivost mesa nerastova zavisi od zemlje u kojoj se vrši procena, pola, starosti potrošača i njihove osetljivosti na androstenon (Font i Furnols, 2000; Font i Furnols, Gispert, Diestre i Oliver, 2003; Matthews i sar., 2000; Weiler i sar., 2000). Na prihvatljivost svinjskog mesa od strane potrošača može da se utiče postupkom prerade (Bonneau i sar., 1980; Bonneau i sar., 1992; Pearson i sar., 1971), a količina isparljivih komponenata i intenzitet polnog mirisa mesa mogu da se smanje kuvanjem (Chen i sar., 1993; Malmfors i Lundström, 1983).

Na efekte prerade mesa sa polnim mirisom ukazale su brojne studije (Williams i sar., 1963; Pearson i sar., 1971; Walstra, 1974; Bonneau i sar., 1979). Tokom procesa obrade nestaje deo deponovanog androstenona u masnom tkivu (Bonneau i sar., 1980). Prag za opažanje polnog mirisa može biti veći u prerađenim proizvodima, posebno onim koji se konzumiraju na sobnoj temperaturi (Moerman i Walstra, 1978; Desmoulin i sar., 1982).

Postupci prerade kojima bi se povećala prihvatljivost proizvoda od mesa nerastova obuhvataju mogućnost smanjenja sadržaja osnovnih nosilaca polnog mirisa mesa u toku prerade toplotnom obradom, mešanje mesa mladih nerastova sa mesom nazimica, upotrebu određenih začina, upotrebu dima i usmeravanje takvog mesa za izradu proizvoda koji se serviraju hladni (Parunović i sar., 2007).

U cilju pronalaženja tržišta za meso sa ovom manom moguću metodu predstavlja razvoj polukuvanih proizvoda. Suvo salamurenje šunke ne smanjuje pojavu i percepciju polnog mirisa mesa (Bañón i sar., 2003). Manji uticaj na percepciju komponenata polnog mirisa mesa ima proizvodnja kobasica po vlažnom postupku ubrizgavanjem rastvora soli za salamurenje

(Mottram i sar., 1982). Postoji i mogućnost mešanja mesa sa polnim mirisom u kobasice koje se jedu hladne, a to nije moguće u slučaju proizvoda koji se služe topli (McCauley i sar., 1997).

U slučajevima konzumiranja hladnih proizvoda od mesa, oslobađanje mirisa je manje i mana polnog mirisa mesa se na taj način ne uočava u istom stepenu kao u slučaju proizvoda koji se služe topli.

Komponente polnog mirisa mogu da se maskiraju i upotrebom odgovarajućih začina ili tečnog dima. Efekat dima se objašnjava reakcijom između skatola i formaldehida, jedne od komponenata dima (Dehnhard i sar., 1995). Njegova primena se pokazala kao efikasna u smanjenju polnog mirisa u fermentisanim kobasicama (Stolzenbach i sar., 2009).

Na mogućnosti maskiranja polnog mirisa mesa svinja u fermentisanim i dimljenim kobasicama ukazala su i nedavna istraživanja u Švedskoj (Stolzenbach i sar., 2009). Moguće rešenje za uklanjanje ove mane u fermentisanim kobasicama može da se postigne kombinacijom razvoja mirisa od starter kultura i maskiranjem dimom. U dimljenim kobasicama, meso sa izraženim polnim mirisom može da doprinese samo 25 % od ukupnog sadržaja kobasica, bez izazivanja neželjenih reakcija potrošača (Walstra, 1974). Malo je poznato koliko treba da se umeša u druge vrste proizvoda od svinjskog mesa. Posebno polni miris mesa maskira ekstrakt origana u marinadi svinjske šnicle (Lunde i sar., 2008). U studiji Sheard i sar. (1999) uočeno je da upotreba polifosfata maskira polni miris.

Jedan od budućih zadataka istraživanja trebalo bi da bude razvoj tehnologija za preradu mesa i različitih sastojaka mesa u cilju maskiranja polnog mirisa. Procesom prerade polni miris se teže detektuje i bolje se toleriše od strane potrošača (Bañón, Costa, Gil i Garrido, 2003).

U većini evropskih zemalja prihvatljivost mesa sa polnim mirisom je veoma mala (Bonneau i sar., 2000). Razlike u prihvatljivosti mesa od strane potrošača, odnosno velike varijacije u detekciji polnog mirisa mesa između zemalja, uslovljene su različitom genetskom osnovom svinja i menadžmentom farme, razlikama u kulinarskim navikama između zemalja i metodama evaluacije (Agerhem i Tornberg, 1995; Wood i sar., 1995), poreklom potrošača, starosnim

dobom, polom i činjenicom da je samo deo populacije osetljiv na miris androstenona (Weiler i sar., 2000; Font i Furnols, 2000; Font i Furnols, Gispert, Diestre i Oliver, 2003; Matthews i sar., 2000; Weiler i sar., 2000). Neki od faktora vezani su za attribute namirnica kao što su hranljiva vrednost, boja, miris, ukus, izgled, konzistencija, a drugi za attribute potrošača (običaji, religija, starost i dr.).

Potrošači donose ocenu o prihvatljivosti neke namirnice na osnovu određenih pokazatelja njenog kvaliteta. Kvalitet mesa je determinisan brojnim faktorima, a najznačajniji i najočigledniji pokazatelji kvaliteta mesa i proizvoda od mesa su miris i ukus.

Miris i ukus mesa, kada je reč o senzornom utisku mogu da se definišu sa dva opšta termina - poželjan i nepoželjan i u velikoj meri zavise od vrste životinje, rase, ishrane, pola, uslova držanja životinje, načina obrade, prerade i pripreme mesa (Tadić i Baltić, 1990).

U formiranju mirisa i ukusa mesa učestvuje preko 1000 do sada poznatih jedinjenja (aldehidi, alkoholi, pirazini, karbonili, ketoni i dr.) koja nastaju uglavnom iz osnovnih komponenata mesa (proteini, masti, ugljeni hidrati, soli). Potrošači koji retko konzumiraju meso manje su tolerantni prema neprijatnom mirisu ili ukusu mesa (Matthews i sar., 2000).

Percepcija polnog mirisa mesa je individualna i postoje hipersenzitivni i anozmični ljudi (Font i Furnols, Guerrero, Serra, Rius i Oliver, 2000). Sposobnost ljudi da identifikuju miris skatola je nezavisna od pola ocenjivača, što nije slučaj sa androstenonom. Većina ljudi je osetljivija na miris skatola, u odnosu na miris androstenona (Baltić i Tadić, 1995).

Skatol može da opazi 99 % potrošača (Weiler, Fisher, Kemmer, Dobrowolski i Claus, 1997), a androstenon neki mogu da opaze u veoma niskim koncentracijama, a drugi su anozmični (Wysocki i sar., 1989). Anozmija je genetski određena (Wysocki i Beauchamp, 1984) i zavisi od pola potrošača (Elseley, 1968; Griffiths i Patterson, 1970) i zemlje u kojoj se određuje (Gilbert i Wysocki, 1987).

Na osnovu studije izvedene u sedam evropskih zemalja (Bonneau i sar., 2000), 6.5 % više potrošača je izrazilo nezadovoljstvo u slučaju mirisa mesa nerastova, u poređenju sa mesom nazimica. Stepem nezadovoljstva se razlikovao između zemalja. U Francuskoj, Švedskoj, Španiji i Nemačkoj potrošači su više odbijali meso nekastriranih svinja, u odnosu na Holandiju, Dansku i Veliku Britaniju.

Opažanje mirisa androstenona je pod kontrolom genetskih faktora i prosečno oko polovine odraslih ljudi nije osetljivo na miris ovog jedinjenja. U poređenju sa muškarcima (54 %) na miris androstenona su osetljivije žene (76 %) (Kloek, 1961). Procenat anozmičnih žena u odnosu na anozmične muškarce je 15.5 vs. 24.1 % u Evropi (izuzev Velike Britanije), 10.9 vs. 30.0 % u Velikoj Britaniji, 29.5 vs. 37.2 % u Americi i 17.2 vs. 25.5 % u Aziji (Gilbert i Wsocki, 1987). U Nemačkoj je procenat neosetljivih ljudi bio 70 % muškaraca i 66 % žena, a u Španiji 60 % i 48 % (Weiler i sar., 2000). Ova razlika u procentima između studija može biti iz razloga što je prošlo više od 10 godina između istraživanja, kao i usled metodologija kojima se ispituje reagovanje potrošača. Sposobnost percepcije androstenona se menja sa godinama, kod muškaraca se povećava, a kod žena smanjuje (Dorries i sar., 1989).

Dokazano je i da prihvatljivost mesa varira između različitih populacija. Britanci (Rhodes, 1971, 1972), Irci (Desmoulin i sar., 1982), Španci i Kanađani (Ciplef i sar., 1984) nisu osetljivi na polni miris mesa, Holanđani i Šveđani jesu, a najosetljiviji na ovu manu mesa su Francuzi (Desmoulin i sar., 1982).

Font i Furnols i sar. (2008) su ustanovili da nije bilo značajnih razlika u proceni mesa imunokastrata, kastrata i nazimica i zaključili da se meso imunokastrata nije razlikovalo od mesa kastrata i nazimica. Potrošači su miris i ukus mesa poreklom od imunokastrata ocenili kao miris i ukus mesa kastrata ili nazimica i značajnije bolji u odnosu na meso nerastova (Hennessy, 2006; Font i Furnols i sar., 2008).

Opažanje mirisa koji deluju na olfaktorni epitel nosne sluznice zavisi od koncentracije jedinjenja i njegove isparljivosti. Put za opažanje može biti oronazalni (preko nosa) ili retronazalni (preko usne duplje), tokom ishrane. Tumačenje i prepoznavanje mirisnih informacija u mozgu

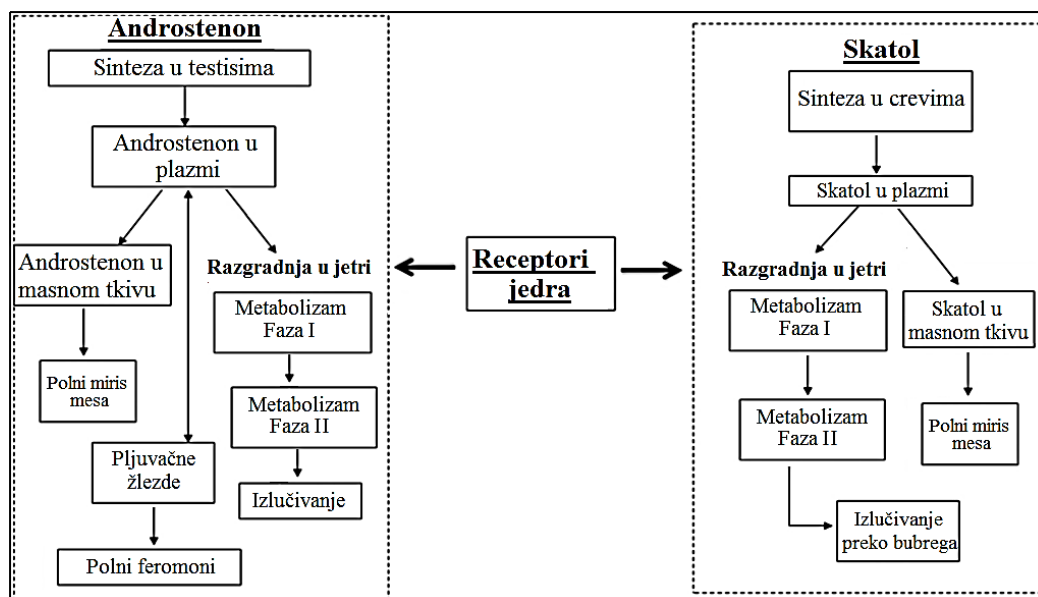
podrazumeva prepoznavanje karaktera i intenziteta mirisa, kao i osećaja dopadljivosti ili nedopadljivosti, kao reakcije na miris (De Kock i sar., 2001).

Novija zapažanja pokazuju da u osetljivosti na androstenon učestvuje receptor za miris ORD7D4. Osetljivost se razlikuje zavisno od ORD7D4 genotipa, koji objašnjava 39 % varijacija u intenzitetu percepcije mirisa ovog jedinjenja (Keller i sar., 2007). Na ovaj način je moguće u budućnosti sprovoditi istraživanja na potrošačima o osetljivosti na meso nerastova, a na osnovu saznanja o proporciji osetljivih konzumenata na miris ovog jedinjenja. Ukoliko je poznat genotip potrošača u ocenjivačkom panelu, u budućnosti bi to moglo da ubrza studije o ispitivanju potrošača na prisustvo polnog mirisa mesa svinja. Procena senzornog panela potrošača je subjektivna i često pogrešna, usled različite osetljivosti na jedinjenja koja doprinose ovoj manji mesa.

2.7. Nosioci polnog mirisa mesa svinja

Osnovni nosioci polnog mirisa mesa svinja su androstenon i skatol. Akumulacija komponenata polnog mirisa mesa determinisana je razlikom između stepena njihove sinteze i klirensa.

Metabolički procesi kontrolisani su ekspresijom brojnih gena koji kodiraju enzime koji učestvuju u metabolizmu komponenata koje doprinose pojavi ove mane mesa. Intenzitet metaboličkih procesa zavisi od ekspresije proteina i aktivnosti enzima koji mogu da variraju nezavisno od ekspresije gena (Zamaratskaia i Squires, 2009). Metabolički putevi androstenona i skatola prikazani su u shemi 1. (Zamaratskaia i Squires, 2008).

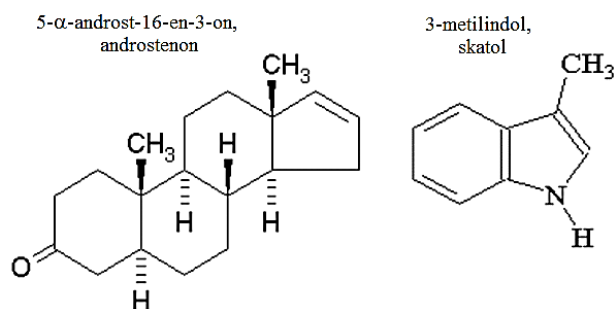


Shema 1. Metabolički putevi androstenona i skatola i uloga receptora u jedru (Zamaratskaia i Squires, 2008)

2.7.1.1. Biosinteza i metabolizam androstenona

Androstenon (5- α -androst-16-en-3-on) je steroid koji se sintetiše u Lajdigovim ćelijama testisa nekastriranih svinja, paralelno sa anaboličkim hormonima testisa (Gower, 1972; Kwan i sar., 1985).

Niske koncentracije androstenona ustanovljene su i u plazmi kastrata i nazimica, što ukazuje na njegovu moguću proizvodnju od strane kore nadbubrežne žlezde i jajnika (Claus i sar., 1971). Hemijska struktura androstenona i skatola prikazana je u shemi 2. (Zamaratskaia, 2004).



Shema 2. Hemijska struktura androstenona i skatola (Zamaratskaia, 2004)

Sinteza androstenona i drugih hormona testisa je pod kontrolom neuroendokrinog sistema, uglavnom luteinizirajućeg hormona (LH), koji je pod stimulatornom kontrolom gonadotropnog rilizing hormona (GnRH). Prolazna aktivacija hipotalamo-hipofizno-gonadne osovine tokom ranog postnatalnog perioda (oko 2-4 nedelje starosti) rezultira povećanjem nivoa cirkulišućih hormona testisa, uključujući i androstenon (Bonneau, 1982; Schwarzenberger i sar., 1993; Sinclair i sar., 2001).

Kod mladih jedinki biosinteza i koncentracija androstenona u krvi i tkivima je niska, a sa približavanjem polnog sazrevanja postepeno se povećava, zajedno sa hormonima testisa (Gower, 1972; Andresen, 1976; Bonneau, 1982). Prolazno povećanje nivoa androstenona u starosti od 2-4 nedelje nastaje usled aktivnosti Lajdigovih ćelija u to vreme (Bonneau, 1982; Schwarzenberger i sar., 1993; Claus, Weiler i Herzog, 1994; Sinclair i sar., 2001). Na taj način pubertet održavanjem morfologije odraslih Lajdigovih ćelija i stimulacijom neuroendokrinog sistema predstavlja centralni faktor u regulaciji nivoa biosinteze androstenona kod svinja.

U regulisanju intenziteta sinteze ovog jedinjenja značajna je i genetska osnova. Kod polno zrelih životinja produkcija androstenona primarno zavisi od individualne sposobnosti jedinke da ga sintetiše (Bonneau, 1987) i metaboliše (Sinclair i sar., 2005). Najveću koncentraciju androstenona imaju svinje rase durok, a velike bele rase svinja imaju veću koncentraciju ovog jedinjenja u poređenju sa landras rasom svinja (Migdal i sar., 2009).

Androstenon vodi poreklo od prekursora pregnenolona i progesterona preko formiranja androstadienona nizom kaskadnih reakcija katalizovanih brojnim enzimima, posebno citohromom P450C17 (CYP17A1) i citohromom b5 (CYB5) (Meadus, Mason i Squires, 1993; Davis i Squires, 1999). Za prvi korak biosinteze androstenona odgovoran je enzimski sistem andien β sintetaza (Davis i Squires, 1999). Androstenon je prvi identifikovani feromon sisara mužjaka i ne poseduje funkciju hormona (Claus i sar., 1994), ali ima ulogu u stimulanju reproduktivnih funkcija krmača.

Sintetisani u testisima, 16-androsteni se oslobađaju u sistemsku cirkulaciju preko spermatične vene (Gower i sar., 1970; Saat i sar., 1972). Usled lipofilnih karakteristika ovo jedinjenje izuzev

u pljuvačnim žlezdama može da se nađe i u masnom tkivu (Bonneau, 1982; Brooks i Pearson, 1986). Jedinke sa većim učešćem masnog tkiva odlikuju se većim intenzitetom polnog mirisa mesa (Migdal i sar., 2009).

Kod mladih nerastova telesne mase oko 100 kg androstenon se uglavnom eliminiše putem urina, u formi 5β -androstenola, a u tragovima i putem fecesa (Bonneau i Terqui, 1983). Kod odraslih nerastova jedini 16-androsteni koji se eliminišu urinom su 5β -androstenol i u manjoj količini 5α -androstenol (Saat i sar., 1972; Gower i sar., 1970).

Deo androstenona se transportuje u submaksilarnu pljuvačnu žlezdu gde se vezuje za specifični vezujući protein feromaksein i ekskretuje u pljuvačku nerastova, tokom seksualne stimulacije. Zajedno sa drugim 16-androsten steroidima, 5α -androst-16-en- 3α -ol (3α -androstenol) i 5α -androst-16-en- 3β -ol (3β -androstenol) u pljuvački služe kao feromoni (Booth, 1984; Booth i White, 1988; Booth i Von Glos, 1991). Primarna uloga feromakseina je rastvorljivost i transport feromona u pljuvačku nerastova.

Pljuvačne žlezde nerastova sadrže visoke koncentracije 5α -androstenona, 5α - i 5β -androstenola (Patterson, 1968). Pojačana salivacija obezbeđuje medijum za oslobađanje velike količine 16-androstena u spoljašnju sredinu. Ovi steroidi, posebno 5α -androstenol i 5α -androstenon imaju ulogu signalnih feromona i indukuju kopulativni odgovor ženke u estrusu ili ukazuju drugom nerastu da je njegov status izazvan (Melrose i sar., 1971; Perry i sar., 1980).

Izlaganjem prepubertetskih nazimica ovim feromonima ubrzava se početak puberteta (Brooks i Cole, 1970). Ova jedinjenja doprinose i dominantoj hijerarhiji u agonističnom ponašanju svinja. Agresivniji nerastovi poseduju veću koncentraciju androstenona u pljuvački. Njegovo raspršivanje oko novogrupisanih svinja u rastu smanjuje pojavu interspecijske borbe (McGlone i sar., 1986). Ustanovljeno je i da miris 5α -androstenona stimuliše oslobađanje oksitocina kod krmača u estrusu (Mattioli i sar., 1986) i da utiče na metabolizam skatola u jetri (Doran i sar., 2002).

2.7.1.2. Sudbina androstenona u organizmu

Androstenon se lako transportuje iz krvne plazme u masno tkivo. Do velike akumulacije androstenona u masnom tkivu nerastova dolazi kada njegova koncentracija u plazmi pređe 15 ng/ml (Andresen, 1976). Kada se koncentracija androstenona u plazmi smanji, postepeno opada i njegova koncentracija u masnom tkivu, što ukazuje na postojanje dinamičnog odnosa između koncentracije ovog jedinjenja u plazmi i u masnom tkivu. Međutim, detaljna regulacija transporta androstenona između plazme i masnog tkiva još uvek nije rasvetljena.

Kod mnogih vrsta polni hormoni su delimično vezani za specifične proteine, kao što je “*sex hormon binding*” globulin (SHBG) i za albumine. Međutim, svinje u plazmi ne poseduju ova jedinjenja (SHBG), (Cook i sar., 1977). Nepoznanica je u kom stepenu je kod svinja androstenon vezan ili udružen sa drugim proteinima plazme.

U plazmi se nalazi u slobodnoj i sulfokonjugovanoj formi. Sinclair i Squires (2005) su ustanovili da je veliki deo androstenona u plazmi (oko 70%) u sulfokonjugovanoj formi (Sinclair i sar., 2005), a Zamaratskaia i sar. (2007a) da je opseg koncentracije androstenona u konjugovanoj frakciji mnogo niži u poređenju sa slobodnim androstenonom. Tuomola i sar. (1997) nisu ustanovili androstenon u konjugovanoj frakciji, upotrebom 47 % i 100 % metanola za odvajanje konjugovane frakcije i slobodnog androstenona. Za procenu značaja sulfokonjugovanog androstenona u akumulaciji i eliminaciji iz masnog tkiva potrebno je više istraživanja. U serumu nerastova androstenon može da se otkrije u visokoj koncentraciji (i do 215 ng/ml) (Tuomola i sar., 2002).

Deponovanje androstenona u masnom tkivu nastaje kada se sintetiše u velikoj količini ili u slučaju poremećaja njegovog metabolizma, ili su oba ova faktora (Doran i sar., 2004). Akumulacija androstenona je reverzibilan proces. Posle kastracije nerastova dolazi do progresivnog pada koncentracije ovog jedinjenja u masnom tkivu i serumu (Claus, 1976; Cliplef i sar., 1985; Grinwich i sar., 1988).

U masnom tkivu nerastova telesne mase 100 kg poluživot androstenona je 4 do 14 dana (Claus, 1976; Bonneau i sar., 1982). Claus (1979) je ukazao da androstenon iz masnog tkiva nestaje po kastraciji i da je njegov poluživot kod mladih nerastova (TM od 90-97 kg) sedam dana, a kod starijih jedinki (TM od 240 do 250 kg) 16 do 19 dana.

Način sekrecije androstenona generalno prati način sekrecije testosterona, iako su putevi biosinteze ova dva steroida različiti. Koncentracija androstenona sporije opada u poređenju sa koncentracijom testosterona, jer se androstenon oslobađa iz masnog tkiva (Claus, 1979). Odnos između nivoa testosterona i androstenona u plazmi varira. Ustanovljeno je da nivo slobodnog androstenona u plazmi prevazilazi nivo testosterona. Koncentracija slobodnog androstenona u plazmi varira od nekoliko ng do najmanje 40-60 ng/ml (Andresen, 2006), a njegova sinteza zavisi od polne zrelosti životinje (Sinclair i Squires, 2005; McGlone i Morrow, 1988).

Androstenon se metaboliše u jetri, sa proizvodnjom dva glavna metabolita 3 α -androstenola i u većoj količini 3 β -androstenola (Bonneau i Terqui, 1983; Doran i sar., 2004). Metabolizam ovog jedinjenja je uglavnom proučavan u testisima i jetri, a metabolički proces je posredovan enzimima 3 β - i 3 α -hidroksisteroid dehidrogenazama (*hydroxysteroid dehydrogenase enzymes*), (3 β -HSD i 3 α -HSD) (Dufort i sar., 2001; Doran i sar., 2004; Sinclair i sar., 2005b), kao i II fazom metabolizma, reakcijom konjugacije, u kojoj učestvuju enzimi hidroksisteroid sulfottransferaza (*hydroxysteroid sulfotransferases*), (SULT2A1 i SULT2B1) i UDP-glukuroniltransferaza (*glucuronosyltransferase*) (UGTs) (Sinclair i sar., 2006; Moe i sar., 2007a).

Veliki deo androstenona sintetisan u testisima odmah se sulfokonjuguje hidroksisteroid sulfottransferazom (SULT2A1), (Sinclair i sar., 2005a) i/ili SULT2B1, (Moe i sar., 2007a). Androstenon se metaboliše u 5 α -androst-16-en-3 α -ol (3 α -androstenol) i 5 α -androst-16-en-3 β -ol (3 β -androstenol), što je demonstrirano u *in vitro* (Brophy i Gower, 1972; Sinclair i sar., 2005a) i u *in vivo* studijama (Saat i sar., 1974). Androstenoli se zatim naknadno metabolišu do više polarnih konjugovanih steroida (Sinclair i Squires, 2005).

U jetri se androstenon, slično procesu u testisima, metaboliše pomoću enzima 3β -HSD i 3α -HSD, sa stvaranjem 3β -androstenola i u manjem stepenu 3α -androstenola (Doran i sar., 2004; Sinclair i sar., 2005b). Metabolizam androstenona u jetri se razlikuje od metabolizma u testisima u procentu proizvedenih metabolita. Androstenoli zatim prolaze kroz fazu II metaboličke reakcije i formiraju se glukuronid konjugati i sulfokonjugati (Sinclair i sar., 2005b). Mehanizam sulfokonjugacije 3β -androstenola u jetri svinja istraživali su Fish i sar. (1980) i Cooke i sar. (1983). Ključni enzim faze II u metabolizmu 16-androsten steroida u jetri je SULT2A1 (Sinclair i sar., 2005b i 2006).

2.7.1.3. Faktori koji utiču na nivo androstenona

Na pojavu mane polnog mirisa mesa utiče veći broj faktora, koji mogu da se klasifikuju na individualne i spoljašnje. Individualni faktori obuhvataju rasu, pol, telesnu masu, starost, genetiku i metabolizam jetre. U spoljašnje faktore spadaju godišnje doba, način i uslovi uzgoja, proizvodnje i režim ishrane (Zamaratskaia, 2004).

U regulaciji nivoa androstenona i skatola od primarnog značaja su fiziološki faktori (stepen sinteze, metabolički klirens i hormonski status). Ukazano je i na značaj genetskih i faktora iz okruženja (Lundström i Zamaratskaia, 2006).

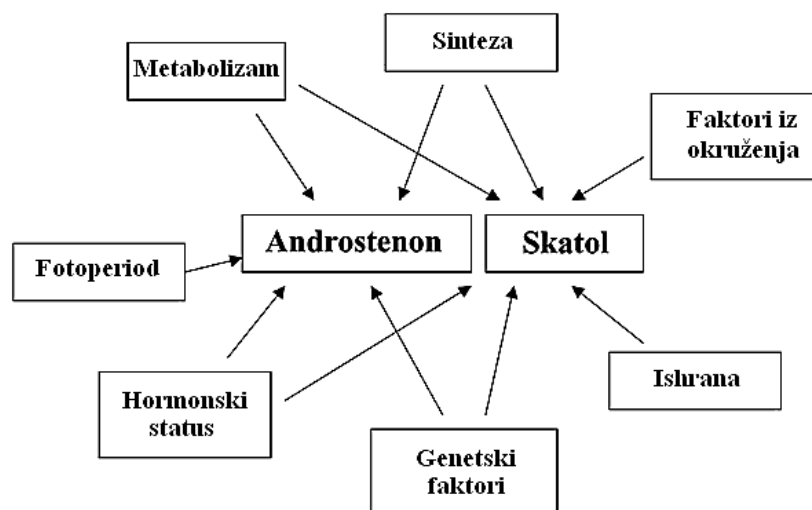


Tabela 1. Faktori koji utiču na koncentraciju skatola i androstenona kod nerastova (Lundström i Zamaratskaia, 2006)

Nivo androstenona zavisi od starosti jedinke, telesne mase, polne zrelosti, načina ishrane, uslova držanja i genetike (Bonneau, Desmoulin i Dumont, 1979; Claus, Weiler i Herzog, 1994; Doran, Whittington, Wood i McGivan, 2004; Nicolau-Solano i sar., 2006; Rydhmer, Zamaratskaia, Andersson, Algers, i Lundström, 2003; Salmon i Edwards, 2006; Squires, Lou i Gibson, 1996; Walstra i Garssen, 1995). Koncentracija androstenona je veća kod svinja rase durok u poređenju sa landras rasom (Tajet i sar., 2006), što je u saglasnosti sa rezultatima Xue i sar. (1996) i Squires i Lou (1995).

2.7.1.3.1. Genetski faktori

U regulaciji nivoa androstenona kod nerastova značajni su genetski faktori (Fouilloux i sar., 1997; De Vries i sar., 1998), koji imaju uticaja na polno sazrevanje, potencijal za sintezu androstenona i njegov klirens (Bonneau, 2006).

Procenjuje se da naslednost za androstenon varira od 0.25-0.88 (Sellier, 1998). Za landras rasu naslednost za androstenon varira od 0.25–0.81 (Jonsson i Andresen, 1979; Jonsson i Joergensen, 1989), a kod velike bele rase svinja od 0.61–0.87 (Bonneau i Sellier, 1986; Sellier i Bonneau, 1988). Koncentracija androstenona se značajno razlikuje među pojedinim rasama svinja (Xue i sar., 1996), što dodatno potvrđuje značaj i ulogu genetskih faktora u pojavi ove mane mesa.

Proizvodnja androstenona se obično povećava sa blizinom polne zrelosti jedinke, međutim neke svinje nemaju veliki potencijal za njegovu proizvodnju, neke kasno sazrevaju i neće biti dovoljno zrele da proizvedu visoke koncentracije kada dostignu odgovarajuću telesnu masu za klanje. Razlike u koncentraciji 16-androstena ustanovljene su između durok, hempšir, landras i jorkšir rase (Xue i sar., 1996). Najnižu prosečnu koncentraciju 16-androstena u pljuvački i androstenona i skatola u masnom tkivu imaju svinje rase landras.

Genetskom selekcijom je moguće efikasno smanjiti pojavu komponenata koje doprinose ovoj mani mesa, ali ovakav pristup može da ima negativan efekat na reproduktivne karakteristike jedinki i performanse rasta. Selekcija u okviru jedne generacije na osnovu niskog nivoa androstenona za posledicu ima odložen pubertet kod nazimica (14 dana), ali ne i kod nerastova

(Sellier i Bonneau, 1988), a selekcijom kroz tri generacije smanjuje se veličina testisa (Willeke i sar., 1980).

2.7.1.3.2. Pubertet i hormonski status

Pubertet je složen proces udružen sa velikim promenama u fiziološkim i endokrinološkim karakteristikama organizma, kao što su promene strukture testisa i povećanje sekrecije androgena i estrogena. Ovaj period se karakteriše povećanjem sekrecije luteinizirajućeg hormona (LH) i folikulo-stimulirajućeg hormona (FSH) prednjeg režnja hipofize. Sekrecija luteinizirajućeg hormona (LH) regulisana je gonadotropnim rilizing hormonom (GnRH) koga proizvodi hipotalamus, ali i nekim drugim hormonima, kao što su dopamin i prolaktin. Najznačajnija je negativna povratna sprega polnih hormona. Vezivanje LH za receptore na površini Lajdigovih ćelija rezultira stimulacijom enzima steroidogeneze i povećanjem nivoa hormona testisa, uključujući i androstenon (Squires i sar., 1993).

Zreli nerastovi pokazuju povećanje u prosečnoj veličini Lajdigovih ćelija, a na taj način i povećanje u kapacitetu steroidogeneze po Lajdigovoj ćeliji (Lunstra i sar., 1986). Promene u koncentraciji androstenona i polnih hormona testisa zavise od starosti jedinke i odvijaju se istim regulatornim mehanizmima koji kontrolišu sintezu svih polnih hormona testisa. Kod polno zrelih jedinki, koncentracija androstenona zavisi od individualne sposobnosti jedinke za njegovu sintezu (Bonneau, 1987).

2.7.1.3.3. Godišnje doba i uslovi držanja

U regulaciji nivoa androstenona spoljašnji faktori su od manjeg značaja, ukoliko ne utiču na polnu zrelost. Ukazano je da sezonske varijacije imaju uticaja na koncentraciju androstenona, koja se smanjuje sa povećanjem dužine dana (Claus, Schopper i Vagner, 1983; Keller, Vicke i Von Lengerken, 1997).

Nivo androstenona može da bude i pod uticajem hijerarhije u zapatu svinja i viši je kod dominantnih jedinki (Giersing, Lundström i Andersson, 2000). Međutim, dužina dana i

hijerarhija verovatno ne utiču direktno na nivo androstenona, ali su u vezi sa pubertetom, što povratno utiče na nivo androstenona.

Dokazano je da postoji značajan uticaj godišnjeg doba na koncentraciju androstenona u masnom tkivu, krvi i spermi zrelih nerastova (Claus, 1979; Claus i sar., 1983; Trudeau i sar., 1988). Od oktobra do decembra koncentracija androstenona je pet puta veća u odnosu na ostale periode godine. U uslovima smanjenja dnevne svetlosti ili veštačkog osvetljenja uočeno je povećanje koncentracije androstenona (Claus i sar., 1983).

Prisustvo seksualno prijemčivih ženki stimuliše brz porast koncentracije androstenona i testosterona kod mužjaka (Narendran i sar., 1982). Ukoliko su tokom uzgoja nerastovi smešteni zajedno sa nazimicama mogu da imaju povećanu koncentraciju androstenona u masnom tkivu (Bonneau i sar., 1980; Patterson i Lightfoot, 1984).

Pri telesnoj masi od 80 kg, prisustvo androstenona u leđnoj slanini nije pod uticajem socijalnih uslova tokom uzgoja. Kod nerastova telesne mase od 80 do 95 kg, procenat jedinki sa povećanim sadržajem androstenona je veći ukoliko su odgajani sa nazimicama (Bonneau i Desmoulin, 1980).

Istovremeni uzgoj muških i ženskih jedinki dovodi do povećanog intenziteta polnog mirisa mesa (Walker, 1978), zbog čega razdvajanje polova prilikom uzgoja treba da bude praksa, ukoliko je cilj i namera klanje svinja veće telesne mase.

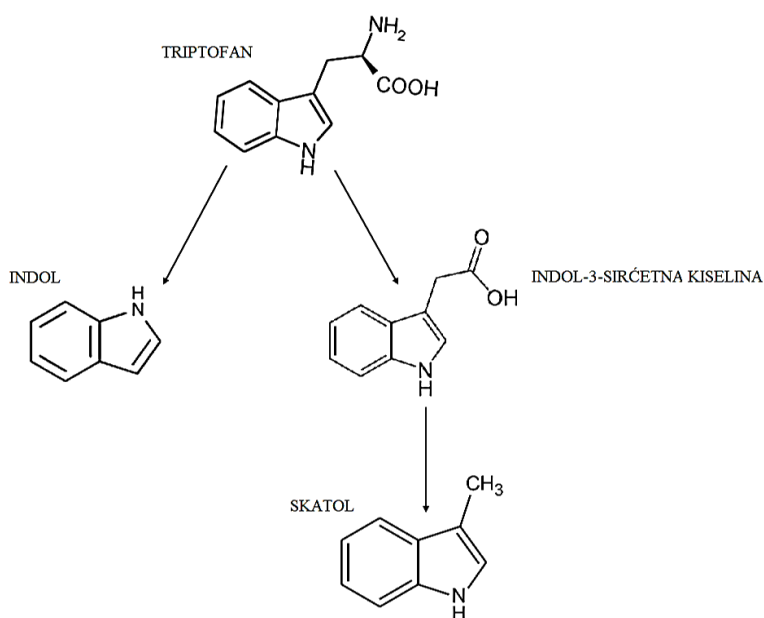
2.7.1.3.4. Ishrana i nivo androstenona u organizmu

U masnom tkivu nerastova hranjenih *ad libitum* nivo androstenona se povećava, u poređenju sa jedinkama hranjenim restriktivno (Øverland, Berg i Matre, 1995), najverovatnije zbog visoko energetske hrane koja mogu da ubrzaju pojavu puberteta. Einarsson i sar. (1979) i Lundström i sar. (1988) nisu ustanovili ni jedan efekat osobina hrane na nivo androstenona. Kod intaktnih svinja ishrana bogata celuloznim vlaknima nije uticala na nivo androstenona (Whittington i sar., 2004).

2.7.2.1. Biosinteza i metabolizam skatola

Skatol (3-metilindol) je proizvod metabolizma aminokiseline L-triptofana u debelim crevima svinja (Yokoyama i Carlson, 1979). Ustanovljen je u rumenu krava i cekumu i kolonu svinja (Jensen, 2006).

L-triptofan se razlaže do indola ili se konvertuje u indol-3-sirćetnu kiselinu, a zatim se metaboliše u skatol (Deslandes i sar., 2001), (shema 3).



Shema 3. Bakterijska proizvodnja indola i skatola u debelim crevima svinja

Konverzija triptofana u indol i indol sirćetnu kiselinu odvija se pomoću brojnih bakterija. Za dalju razgradnju indol sirćetne kiseline do skatola sposobno je samo nekoliko bakterijskih vrsta (Jensen i Jensen, 1998).

Skatol poseduje intenzivan fekalni miris i daje gorak ukus mesu. Prvi put je izolovan iz masnog tkiva svinja od strane Vold (1970), Walstra i Maarse (1970) i većina potrošača ga opisuje kao fekalni miris.

Biosinteza skatola se odvija u II faze. Prvo se triptofan konvertuje u indol-3-sirćetnu kiselinu, koja se posledično konvertuje u skatol (Jensen i Jensen, 1998). *Escherichia coli* i *Clostridium spp.* su odgovorne za proizvodnju indol-3-sirćetne kiseline, a indol-3-sirćetnu kiselinu u skatol konvertuju *Lactobacillus* i *Clostridium* (Jensen i sar., 1995). Ova reakcija je omogućena bakterijama, pre svega *Lactobacillus sp.* (Yokoyama, Carlson i Holdeman, 1977; Honeyfield i Carlson, 1990; Jensen i Jensen, 1998; Deslandes, Gariépy i Houde, 2001), što znači da stvaranje skatola primarno zavisi od dostupnosti triptofana, ali i od aktivnosti i sastava crevnih bakterija.

Glavni izvor triptofana za proizvodnju skatola nastaje od debrisa crevne mukoze u toku procesa zamene crevnog epitela (Claus i sar., 1994; Claus i Raab, 1999), a ne od triptofana iz hrane (Claus, Weiler i Herzog, 1994; Claus i Raab, 1999), ali može zavisiti i od ishrane (Jensen i Jensen, 1998). Zamena crevnog epitela kontrolisana je faktorom rasta IGF-I i on je od značaja u obezbeđivanju substrata za sintezu skatola (Claus i Raab, 1999). Biotransformaciji triptofana doprinosi i pH u crevima. Niska pH vrednost je pogodna za sintezu skatola, a visoka za biosintezu indola (Jensen, Cox i Jensen, 1995a).

U proces razlaganja aminokiseline triptofana do indola kod svinja je uključen veliki broj bakterija. Pretpostavlja se da se skatol sintetiše pod dejstvom dekarboksilacionog enzima u specifičnoj bakteriji, ali taj enzim još uvek nije identifikovan (Deslandes i sar., 2001).

Indol se predominantno formira u cekumu, a skatol u rektumu (Bernal-Barragan, 1992). Doprinos indola neprijatnom mirisu mesa je manji, iako ponekad njegova koncentracija prelazi koncentraciju skatola (Lundström i sar., 1984).

Koristeći eksperimente sa *in vitro* inkubacijom crevnog sadržaja iz različitih regija gastrointestinalnog trakta nerastova Jensen i Jensen (1993a) su potvrdili da skatol nastaje tek u cekumu, a u daljim segmentima zadnjeg creva njegova produkcija ravnomerno raste. Iz njihovih rezultata moglo se zaključiti da je srednja dnevna količina skatola proizvedenog u crevima svinje, telesne mase 100 kg oko 54 mg/dan. Odnos količine skatola proizvedenog u zadnjem crevu i količine skatola u masnom tkivu svinja pokazuje visok nivo korelacije ($r=0.71$). Rezultati istih autora su dalje pokazali da proizvodnja skatola raste sa dodatkom L-triptofana ili indol-3-

sirćetne kiseline u *in vitro* inkubaciji (Jensen i Jensen, 1993b). Ovo jasno ukazuje da je proizvodnja skatola u zadnjem crevu svinja ograničena substratom, a ne enzimskim kapacitetom mikroflore.

Do danas je nepoznata fiziološka funkcija skatola kod svinja. Ukazano je na njegovu toksičnost za mnoge mikroorganizme, što može da utiče na endogenu mikrofloru (Deslandes, Gariépy i Houde, 2001). Skatol ispoljava bakteriostatski efekat na gram negativne enterobakterije, uključujući i neke patogene kao što su *Escherichia* i *Salmonella*. U razblaženim rastvorima može da inhibira rast i fermentaciju *Lactobacillus acidophilus* (Yokoyama i Carlson, 1979). Kod preživara, skatol izaziva akutno oboljenje pluća koje se označava kao akutni edem i emfizem goveda (ABPE) (Deslandes i sar., 2001). Kod koza je proizvodnja skatola i njegovih metabolita udružena sa akutnim edemom i emfizemom pluća (Carlson i Breeze, 1984; Nocerini, Carlson i Yost, 1984). Ukazano je i na njegovu pneumotoksičnost kod ljudi (Ruangyuttikarn, Appleton i Yost, 1991; Nichols i sar., 2003). Kod pacijenata sa oboljenjima jetre koncentracija skatola je povećana (Suyama i Hirayama, 1988). Kod zdravih jedinki se ne detektuje u serumu (Suyama i Hirayama, 1988) i pljuvački (Cooke, Leeves i White, 2003).

Nasuprot skatolu, indol ne dovodi do oštećenja pluća preživara, što ukazuje na ključnu ulogu 3 metil grupe skatola u problemu pneumotoksičnosti (Yokoyama i Carlson, 1979). Visoke koncentracije skatola mogu da se nađu u plazmi i masnom tkivu svinja, što ukazuje da ovo jedinjenje nije toksično za svinje kao za preživare.

Oko 87 % skatola proizvedenog u crevima absorbuje se preko zida creva i transportuje putem krvi do jetre, gde se veći deo razlaže. Feces sadrži samo 13 % od ukupno proizvedenog skatola od strane bakterija (Agergaard i Laue, 1993, 1994).

2.7.2.2. Sudbina skatola u organizmu

Proizvodnja skatola se povećava duž kolona, a maksimum dostiže u distalnim partijama debelih creva (Jensen, 2006). Njegova absorpcija je veoma brza, a poluživot u krvi iznosi oko 1 h (Agergaard i Laue, 1993), a u mišićima i masnom tkivu 11 h (Agergaard i Laue, 1994).

Iz crevnog trakta deo proizvedenog skatola absorbuje se u krv i putem portalne vene transportuje do jetre, gde se više od polovine absorbovane količine degradira citohromom P450 (Jensen, 2006). U jetri se veći deo trenutno metaboliše i to 1 L/h/kg (Friis, 1993) pomoću hepatičnog citohroma P450 i sulfotransferaze. Neizmetabolisani deo se usled lipofilnih karakteristika akumulira u masnom tkivu svinja (Zamaratskaia i Squires, 2009; Squires i Lundström, 1997; Babol i sar., 1998). Produkti degradacije izlučuju se urinom (Friis, 1993).

Uticaj metabolizma jetre na nivo skatola u masnom tkivu dokumentovan je u brojnim radovima (Diaz i Squires, 2000; Babol, Squires i Lundström 1998; Zamaratskaia i sar., 2005). Svinje sa visokim nivoom proizvodnje skatola i niskom aktivnošću hepatičnog CYP450 akumuliraće veću količinu skatola u masnom tkivu (Lundström i Zamaratskaia, 2006). Jedna od teorija je da je individualna brzina degradacije skatola u jetri u vezi sa verovatnoćom pojave trupova svinja sa izraženim polnim mirisom.

Rezultati ispitivanja ekstrakcije skatola putem jetre (Laue i sar., 1996, 1996a) ukazali su da jetra nemetaboliše odjednom (u jednom prolazu) sav skatol koji se u njoj nalazi. U fiziološkim uslovima količina skatola koja se absorbuje u portalnu venu u toku pet sati varira među pojedinim svinjama i iznosi od < 1 mg do 17 mg. Eliminacija skatola putem jetre ne pokazuje jasan trend u odnosu na absorbovane količine skatola, već individualno varira između 43 % i 98 %.

Eksperimenti opterećenja su pokazali da apsolutna vrednost eliminacije skatola putem jetre svinja tretiranih skatolom raste skoro linearno sa povećanjem doze. Ovo ukazuje na činjenicu da jetra ima mogućnost i kapacitet da izluči skatol u mnogo većim količinama u odnosu na granice fizioloških vrednosti. S druge strane, relativna efikasnost funkcije jetre dramatično opada sa porastom doze, ukazujući iz tih razloga da se samo manji deo skatola koji dospe u jetru tu metaboliše. Na taj način relativno više skatola prolazi kroz jetru i doprinosi porastu koncentracije u perifernoj krvi.

Skatol se sintetise u crevima svinja oba pola, ali se samo kod nekih nekastriranih mužjaka akumulira u masnom tkivu u visokoj koncentraciji. Do danas je nepoznato iz kog razloga samo kod intaktnih jedinki dolazi do deponovanja ovog jedinjenja u masnom tkivu.

Jensen, Cox, Jensen (1995) nisu utvrdili razlike u koncentraciji skatola u crevnom sadržaju muških i ženskih životinja, a u masnom tkivu nazimica nivo skatola je bio značajno niži u odnosu na koncentraciju kod nerastova. Moguće objašnjenje je efikasniji metabolizam skatola u jetri životinja ženskog pola, u poređenju sa metabolizmom u jetri životinja muškog pola. Ispitujući telesni "klirens" i brzinu ekskrecije Friis (1993) je pokazao da su metabolizam i ekskrecija skatola brži i efikasniji kod ženskih životinja.

Količina skatola u masnom tkivu svinja zavisi od njegove koncentracije u perifernoj krvi, koja je pod uticajem proizvodnje u debelim crevima i degradacionog kapaciteta jetre (Jensen, 2006). Na značajnu korelaciju između sadržaja skatola u crevnom sadržaju i masnom tkivu životinja ukazali su rezultati Mortensen i Madsen (1990) i Jensen i Jensen (1993a). Ukazano je i na značajnu korelaciju između sadržaja skatola u plazmi i masnom tkivu (Hansen i sar., 1995), a Claus i sar. (1994) su utvrdili značajnu korelaciju između sadržaja skatola u fecesu i krvnoj plazmi krmača. Ovi rezultati su u suprotnosti sa rezultatima Nonboe (1991), Hawe i Walker (1991) i Hansen i sar. (1994) koji nisu utvrdili značajnu pozitivnu korelaciju između sadržaja skatola u fecesu i skatola u masnom tkivu životinja.

U tabeli 2. prikazane su fiziološke vrednosti skatola u krvi uzorkovanoj iz različitih krvnih sudova (Agergaard i Laue, 1998).

Tabela 2. Srednja vrednost i standardna devijacija koncentracije skatola u krvnoj plazmi mladih nerastova (Agergaard i Laue, 1998)

Mesto uzorkovanja	Skatol	
	Xsr ± sd (µg/l)	Iv (µg/l)
Mezenterijalna arterija	17 ± 19	n.d.* - 46
Portalna vena	61 ± 56	0,97 - 184
Hepatična vena	33 ± 48	n.d. - 126
Jugularna vena	11 ± 19	0,54 - 64

*n.d. – nije detektovano

Koncentracija skatola u portalnoj veni značajno je viša u odnosu na koncentraciju u uzorcima krvi uzorkovanim iz drugih krvnih sudova. Srednja vrednost sadržaja skatola u krvi portalne vene iznosi 61 µg/l, a u jugularnoj veni 11 µg/l. Ovo je u skladu sa činjenicom da portalna vena predstavlja glavni fiziološki ulaz skatola iz crevnog trakta u jetru i cirkulaciju. Nivo skatola u krvnoj plazmi pokazuje velika variranja, ukazujući na značajne razlike u sadržaju skatola u krvnoj plazmi pojedinih životinja. Vrednosti se kreću od “nije detektovano” do 184 µg/l. U slučaju kada je koncentracija skatola u krvnoj plazmi u toku poslednje nedelje pre klanja visoka, postoji povećan rizik od pojave trupova za nepoželjnim mirisom mesa.

Agergaard i Jensen (1993) su ustanovili visok stepen korelacije ($r=0.98$) između nivoa skatola u krvnoj plazmi (pri klanju) i koncentracije skatola u masnom tkivu mladih nerastova. Međutim, pouzdanost primene koncentracije skatola u krvnoj plazmi svinja u cilju predviđanja pojave trupova sa nepoželjnim mirisom opada sa povećanjem vremena između uzimanja uzorka i klanja. Koeficijent korelacije od 0.98 na dan klanja opada na 0.75 kad se uzorak krvi uzima nedelju dana pre klanja, a na 0.68 i 0.50 ako je uzorkovanje dve i tri nedelje pre klanja životinja (Hansen i sar., 1995).

2.7.2.3. Faktori koji utiču na nivo skatola

Koncentracija skatola zavisi od genetske osnove, starosti, pola, ishrane, uslova nege i odgoja (Babol, Zamaratskaia, Juneja i Lundström, 2004; Claus i sar., 1994; Friis, 1995; Hansen i sar., 1997; Larsen, Hansen i Hansen-Moller, 1993; Lin, Lou i Squires, 2006; Lundström i sar., 1988).

2.7.2.3.1. Genetska osnova i sadržaj skatola u organizmu

Postoje jasni pokazatelji o uticaju genetske osnove na nivo skatola u masnom tkivu svinja, što se ogleda u različitim koncentracijama skatola između rasa (Babol i sar., 2004; Hortos i sar., 2000; Doran i sar., 2002a), naslednosti za njegovu koncentraciju u masnom tkivu (Pedersen, 1998) i prisustvu glavnih gena koji doprinose ovoj manji mesa (Lundström i sar., 1994). Naslednost za skatol varira od 0.19 do 0.27 (Pedersen, 1998). Smatra se da je za visok nivo skatola odgovoran recesivni gen (Lundström i sar., 1994). Najverovatnije je da je polimorfizam glavnih enzima koji utiču na metabolizam skatola udružen sa varijacijama u koncentraciji skatola (Lin, Lou i Squires, 2003, 2004).

2.7.2.3.2. Starost jedinke i hormonski status

Koncentracija skatola može da bude pod uticajem polnog sazrevanja, što je pokazano pozitivnom korelacijom sa telesnom masom (Babol, Squires i Gullett, 1996; Walstra i sar., 1999) i nivoom hormona testisa (Bonneau i sar., 1992; Annor-Frempong i sar., 1997b).

Povećan nivo skatola kod starijih i svinja veće telesne mase (Hansen i sar., 1997; Whittington i sar., 2004) mogao bi da se objasni faktorima koji deluju u pubertetu. Međutim, neophodna su dalja istraživanja kako bi se našla veza između puberteta i porasta koncentracije skatola kod nerastova.

Na regulaciju nivoa androstenona i skatola mogu da utiču i promene sekrecije hormona koje ne sintetišu testisi. Tiroidni hormoni (Palmero, De Marco i Fugassa, 1995; Cooke, 1996; Manna, Tena-Sempere i Huhtaniemi, 1999; Manna i sar., 2001) i insulinu sličan faktor rasta-1 (IGF-I) (Benton, Shan i Hardy, 1995; Gnessi, Fabbri i Spera, 1997) utiču na razvoj testisa i na taj način mogu indirektno da regulišu nivo androstenona i najverovatnije skatola. Tiroidni hormoni i faktori rasta, posebno IGF-I mogu da utiču na koncentraciju skatola preko uticaja na razvoj creva.

Trijodtironin (T3) ima ulogu u regulaciji rasta i diferencijaciji ćelija creva. Plateroti i sar. (1999) su opisali efekat tiroidnih hormona preko TRa receptora na razvoj creva miša. Tokom puberteta, stepen sinteze faktora rasta uključujući i IGF-I je povećan. Posledično povećanje stepena zamene epitelnih ćelija creva i stepena mitoze, usled povećanja nivoa IGF-I može da objasni povećanje nivoa skatola u pubertetu (Claus i Raab, 1999). Nivo IGF-I je veći kod nekastriranih u poređenju sa kastriranim svinjama i nazimicama (Clapper, Clark i Rempel, 2000).

2.7.2.3.3. Značaj ishrane za koncentraciju skatola u masnom tkivu

Ishrana može da ima kvantitativne i kvalitativne efekte na crevnu mikrofloru i da utiče na stepen sinteze skatola u gastrointestinalnom traktu (GIT), (Jensen, 1999). Ukazano je da visoko energetska hraniva povećavaju nivo androstenona i skatola (Claus i sar., 1994; Øverland, Berg i Matre, 1995), jer ubrzavaju polno sazrevanje nerastova, što rezultira u ranijem povećanju koncentracija komponenata odgovornih za ovu manu mesa (Einarsson i sar., 1979).

Claus i Raab (1999) smatraju da davanje visoko energetskih hraniva dovodi do povećanja koncentracije IGF-I i stimulisanja ćelija creva na mitozu i apoptozu, što vodi stvaranju substrata za degradaciju od strane bakterija i posledičnom stvaranju skatola. Pokazano je da visoko energetska hraniva povećavaju proizvodnju skatola (Claus i sar., 1996), jer utiču i na povećanje nivoa IGF-I u plazmi, što rezultira u zajedničkom povećanju mitotskog i apoptotskog indeksa u mukozni creva (Claus i Raab, 1999). To objašnjava energetski zavisno povećanje nivoa skatola. Biturat inhibira apoptozu ćelija kolona i na taj način može da smanji dostupnost triptofana (Claus i sar., 2003).

Imunohistohemijske analize su pokazale da je nakon hranjenja sirovim krompirnim skrobom apoptoza ćelija kripte kolona smanjena sa 2.06 na 0.90 ćelija/kripte, a u međuvremenu se nije menjao mitotski stepen (Claus i sar., 2003). Na osnovu ovoga autori su zaključili da je redukcija skatola putem nedigestibilnog skroba nastala usled inhibicije apoptoze ćelija kolona. Uključivanjem u ishranu velikih količina slabo-svarljivih proteina povećava se koncentracija skatola (Jensen, Cox, Jensen, 1995b).

Dokazano je da ishrana koja kao izvor proteina sadrži proteine sa niskom precekalnom svarljivošću stimuliše produkciju skatola (Jensen, 1990; Jensen i sar., 1995), a ishrana sa velikom količinom fermentabilnih ugljenih hidrata koji izbegnu digestiju u tankim crevima smanjuje njegovu produkciju. Međutim, rezultati nisu konzistentni (Jensen i sar., 1995; Knarreborg i sar., 2002).

Tačan mehanizam kako ishrana bogata biljnim vlaknima utiče na akumulaciju skatola u leđnoj slanini još uvek nije poznat, ali postoji nekoliko kontradiktornih hipoteza. Prva hipoteza je da će u prisustvu povećane količine biljnih vlakana u ishrani više nesvarljivih proteina dospeti do debelih creva sa posledično većim razlaganjem triptofana do skatola. Druga hipoteza je da će rastvorljivi ugljeni hidrati u zadnjim partijama creva povećati mikrobnu aktivnost u gastrointestinalnom traktu (Jensen i Jørgensen, 1994) što će dovesti do veće inkorporacije triptofana u lance proteina. Dalje povećanje količine ugljenih hidrata smanjiće aktivnost proteolitičkih bakterija, što za posledicu ima manju dostupnost triptofana za proizvodnju skatola. Treća hipoteza je da povećana količina biljnih vlakana u ishrani dovodi do povećane količine kabastih materija u debelim crevima i povećanja kapaciteta sposobnosti vezivanja vode. Na taj način dolazi do razblaživanja skatola, što rezultira manjim kontaktom skatola sa zidom creva i posledično vodi njegovoj manjoj absorpciji (Jensen i Jensen, 1998). Biljna vlakna smanjuju prolazno (tranzitno) vreme kroz creva i na taj način mogu da smanje absorpciju skatola iz GIT-a.

Pretpostavljeno je da će ugljeni hidrati sa visokom precekalnom svarljivošću povećati formiranje ćelijskog debrisa u tankim crevima, što vodi većem ulasku triptofana u debela creva i na taj način većem formiranju skatola (Claus i sar., 1996). Sa druge strane, ugljeni hidrati sa niskom precekalnom svarljivošću smanjiće produkciju skatola usled povećane proizvodnje biturata, koji inhibira apoptozu i na taj način doprinosi manjoj dostupnosti triptofana za proizvodnju skatola.

Smanjenje koncentracije skatola moguće je i povećanjem crevnog sadržaja u zadnjim partijama GIT-a, dodavanjem u ishranu sredstava koja vezuju vodu, kao što su lignin i pektin. Ovo bi moglo da vodi povećanju prolaznog (tranzitnog) vremena kroz GIT, ostavljajući manje skatola za absorpciju u zadnjim partijama digestivnog trakta.

Ugljeni hidrati sa niskom svarljivošću u tankim crevima smanjuju nivo skatola u krvi i masnom tkivu svinja (Jensen i sar., 1997). Ispitivan je efekat sedam različitih izvora vlakana na smanjenje proizvodnje skatola (Jensen i Jensen, 1998). Najbolje efekte na smanjenje proizvodnje skatola imali su fruktooligosaharidi, lupini i sirovi krompirni skrob (Jensen i Jensen, 1998; Lösel i Claus, 2005; Zamaratskaia i sar., 2005). U *in vitro* (Xu i sar., 2002) i u *in vivo* (Russell i sar., 1998; Jensen i Jensen, 1998) modelima pokazano je da fruktooligosaharidi smanjuju koncentraciju skatola. Sirovi krompirni skrob je jedan od dobro proučenih ugljenih hidrata, koji ima ulogu u smanjenju koncentracije skatola kod svinja (Claus i sar., 2003; Zamaratskaia i sar., 2005b).

U studiji Claus i sar. (2003) ustanovljeno je da ishrana krompirnim skrobom povećava proizvodnju butirata u kolonu i vodi smanjenom formiranju skatola. Ovaj efekat najverovatnije nastaje usled butirata zavisne inhibicije apoptoze u kolonu i na taj način smanjene dostupnosti ćelijskog detritusa za mikrobnog formiranje skatola (Claus, Weiler i Herzog, 1994; Claus i sar., 2003). Buterna kiselina je glavni energetski izvor za epitelne ćelije kolona i predstavlja 70 % ukupne potrošnje energije za ovaj tip ćelija (Smith, Yokoyama i German, 1998).

Ishrana nerastova sirovim krompirnim skrobom dve nedelje pre klanja, pored komercijalnih hraniva, dovodi do značajnije manjeg nivoa skatola u leđnoj masti, u poređenju sa kontrolnom grupom u kojoj je 25 % nerastova imalo nivo skatola iznad 0.20 ppm (Zamaratskaia i sar., 2003). Ukazano je i na efekat inulina cikorije na smanjenje nivoa skatola kod nerastova (Rideout i sar., 2004; Hansen i sar., 2006). Inulin pripada nedigestibilnim oligosaharidima i usled dobrih zdravstvenih efekata na creva domaćina klasifikovan je kao probiotik (Gibson i Roberfroid, 1995). Inulin je selektivni substrat za jednu ili ograničen broj potencijalno korisnih bakterija komensala u kolonu ljudi, na pr. *Bifidobacteria* i *Lactobacilli* koje se stimulišu na rast. Kao posledica, mikroflora kolona se menja u pravcu potencijalno još boljeg sastava (Gibson i Roberfroid, 1995). Promenom mikrobne fermentacije inulinom smanjeno je formiranje skatola u debelim crevima nerastova (Rideout i sar., 2004).

Nivo skatola može da se smanji i upotrebom kazeina, kao izvora proteina u ishrani (Jensen, Cox i Jensen, 1995b; Claus i sar., 2003; Whittington i sar., 2004). Jedan od načina bi mogao da bude i

blokiranje proizvodnje skatola određenim hemikalijama ili gladovanjem životinje dan pre klanja (Kjeldsen, 1993).

Efekat ishrane na koncentraciju skatola je različit i zavisi od sposobnosti jedinke da odgovori na aditive hrane, što vodi razlikama u sintezi skatola. Značaj imaju i genetske varijacije u metabolizmu jetre. Upotreba antibiotika takođe može da spreči produkciju skatola, ali efekti kako je istakao Hansen (1998) nisu konzistentni. Upotreba antibiotika koji promovišu rast sprečava rizik od većih koncentracija skatola (Hansen, 1998; Jensen i Jensen, 1998), ali ovaj pristup nema praktičnu primenu, jer je upotreba antibiotika kao promotera rasta zabranjena u Švedskoj i ograničena u zemljama Evropske unije. Smanjenju sadržaja skatola u masnom tkivu i učestalosti nastanka polnog mirisa mesa doprinosi i upotreba zeolita u ishrani nerastova (Baltić i sar., 1997).

Koncentracija skatola u masti je pod uticajem ishrane, najverovatnije menjanjem aktivnosti bakterija ili dostupnosti substrata, triptofana (Hansen i sar., 1997; Hawe, Walker i Moss, 1992; Jensen i sar., 1997). Na proizvodnju skatola nema uticaja nivo triptofana u hranivima (Pedersen i sar., 1986; Gibis, 1994), jer se lako absorbuje u tankim crevima i na taj način ne dospeva do cekuma i kolona, gde se skatol proizvodi (Jensen i Jensen, 1998).

Ograničavanje ishrane ima potencijal da odloži polno sazrevanje i da na taj način smanji intenzitet polnog mirisa mesa. Uskraćivanje hrane 26 sati pre klanja može da smanji nivo produkcije skatola (Kjeldsen, 1993), a utvrđeno je da se nivo androstenona povećava.

2.7.2.3.4. Uticaj uslova držanja na sadržaj skatola u masnom tkivu

Na koncentraciju skatola može da se utiče menadžmentom na farmama. U slučajevima slobodne ishrane koncentracija skatola će biti veća, za razliku od jedinki kod kojih je ishrana ograničena (Øverland, Berg i Matre, 1995). Svinje sa slobodnim pristupom vodi ili vlažnoj hrani imaće manji nivo skatola u masnom tkivu, u poređenju sa jedinkama u sistemu suve ishrane (Kjeldsen, 1993).

Pored proizvodnje u debelim crevima i absorpcije u krvotok, u literaturi postoje podaci koji ukazuju na mogućnost absorpcije skatola iz spoljašnje sredine preko kože i/ili inhalacijom (Nonboe, 1991; Udesen, 1992). Smeša fecesa i urina sadrži više skatola od fecesa (Jensen i Jensen, 1993b).

Velika količina fecesa i urina prisutna u oborima svinja dovodi do prljanja životinja po celoj površini tela, što za posledicu ima veću absorpcije skatola, preko kože ili inhalacijom. Ispitivanja na nazimicama i kastratima ukazala su da zadržavanje fecesa i urina u oborima sa velikom gustinom životinja od 0.6 m² po svinji može da poveća sadržaj skatola u subkutanom leđnom masnom tkivu, u poređenju sa životinjama gajenim u čistim uslovima i pri gustini od 0.8 m² po svinji. Ovaj uticaj je naročito izražen u letnjim mesecima (Hansen i sar., 1993). Eksperiment je pokazao i da nivo skatola u masnom tkivu značajno opada kada se životinje drže u čistom okruženju nedelju dana.

Na sadržaj skatola u masnom tkivu svinja uticaj imaju i godišnje doba (temperatura), različiti ventilacioni sistemi, brzina ventilacije, različiti tipovi podova u oborima, različit broj i pozicija izvora vode za piće. Svi ovi faktori utiču na intenzitet prljanja i pojavu neprijatnih mirisa na farmama (Udesen, 1992; Kjeldsen, 1993). Miris životinjskog ekskreta (skatol, indol i dr.) ima znatno manji intenzitet pri nižim temperaturama (16–17°C), tj. za vreme zimskog perioda, u odnosu na intenzitet pri višim temperaturama (Lundström i sar., 1988). Potgieter i sar. (1996) su takođe utvrdili značajnu razliku u sadržaju skatola u masnom tkivu svinja u zavisnosti od godišnjeg doba.

U letnjoj sezoni srednja vrednost sadržaja skatola u masnom tkivu nerastova iznosila je 0.24 µg/g, a u zimskom periodu vrednost je bila 0.06 µg/g. Kod kastrata i nazimica u letnjem periodu vrednosti su bile 0.81 i 0.63 µg/g, a u zimskom 0.014 i 0.025 µg/g. Zapaženo je da neke svinje (rase danski landras) imaju viši sadržaj skatola u masnom tkivu bez obzira na uslove čistoće, u odnosu na druge rase (velika bela, durok), što ukazuje i na značaj genetskih faktora, koji takođe mogu da utiču na koncentraciju ovog jedinjenja u masnom tkivu svinja (Hansen i sar., 1995b, 1997).

2.8. Interakcija androstenona i skatola

Do povećane akumulacije skatola kod nerastova dolazi posle puberteta (Zamaratskaia i sar., 2004c), što koincidira sa povećanjem koncentracije androstenona u masnom tkivu (Claus i sar., 1994). Babol i sar. (2004) su ukazali da bi povećanje koncentracije steroidnih hormona posle puberteta moglo da reguliše nivo skatola i da na taj način utiče na regulaciju njegovog metabolizma.

Doran i sar. (2002) su ukazali da skatol kao substrat indukuje ekspresiju proteina CYP2E1 u primarno kultivisanim hepatocitima intaktnih svinja. Inkubacija sa androstenonom bi mogla da inhibira ekspresiju proteina CYP2E1 na bazalnom nivou. Tambyrajah i sar. (2004) su ukazali da androstenon može da blokira vezivanje jednog od faktora transkripcije gena CYP2E1 (pileći ovalbumin uzlazni promotorni faktor transkripcije 1, COUP-TF1) za promotornu regiju, a kao posledica toga CYP2E1 enzimaska ekspresija se inhibira androstenonom, preko inhibicije ekspresije CYP2E1 gena. Ove *in vitro* studije pokazale su da androstenon može da stimuliše povećanje skatola inhibiranjem enzima njegovog metabolizma. Kastracijom se redukuje ne samo koncentracija androstenona, već i koncentracija skatola (Whittington i sar., 2004).

Velika ekspresija enzima CYP2E1 uočena je kod kastriranih svinja (Skaanild i Friis, 1999), što se odražava na klirens skatola posle kastracije i rezultira njegovim bržim izlučivanjem. Jedinke sa velikom produkcijom skatola i niskim nivoom i aktivnošću hepatičnog CYP450 akumuliraju velike količine skatola u masnom tkivu (Lundström i Zamaratskaia, 2006).

Biosinteza androstenona je kontrolisana istim mehanizmima kao i drugi hormoni testisa, uglavnom preko aktivacije hipotalamo-hipofizno-gonadne osovine tokom puberteta, kada se nivo androstenona drastično povećava, simultano sa drugim hormonima testisa (Gower, 1972; Bonneau, 1982). U pubertetu se takođe povećava i nivo skatola (Babol i sar., 2004), verovatno posle povećanja koncentracije hormona testisa (Zamaratskaia i sar., 2004a, 2004b). Dodatni dokaz koji povezuje povećanje koncentracije skatola sa pubertetom uključuje mogućnost regulacije metabolizma skatola u jetri, hormonima testisa.

Korisne informacije o mogućem učešću steroida u metabolizmu skatola dobijene su u *in vitro* studijama. Androstenon je prepoznat kao potencijalni inhibitor CYP2E1 (Doran i sar., 2002b; Tambyrajah i sar., 2004) i CYP2A (Chen i sar., 2008). Istraživana je mogućnost direktne inhibicije aktivnosti CYP2E1 i CYP2A androstenonom, 17 β -oestradiolom i testosteronom u mikrozomima jetre mužjaka i ženki svinja. U ovoj studiji, androstenon je identifikovan kao potencijalni kompetitivni inhibitor aktivnosti CYP2E1 u mikrozomima i mužjaka i ženki, estradiol inhibira aktivnost CYP2E1 u mikrozomima mužjaka. Treba naglasiti da je koncentracija steroida korišćena u studijama Doran i sar. (2002b) bila veća od fizioloških vrednosti.

Stimulacija svinja sa hCG indukuje prolazno povećanje nivoa hormona testisa (Andresen, 1975; Bonneau i sar., 1982; Chen i sar., 2006) i na taj način može da bude koristan model u proučavanju uticaja steroida na metabolizma skatola *in vivo*. Međutim, postoje razlike u odgovoru pojedinih svinja na hCG stimulaciju.

Švedska studija nije utvrdila postojanje efekta visokog nivoa steroida po hCG aplikaciji na nivo skatola u plazmi, masnom tkivu (Chen i sar., 2006) i jetri (Zamaratskaia i sar., 2006) svinja ukršenih rasa (landras x švedski jorkšir). Aktivnosti CYP2E1 i CYP2A kod iste jedinke nisu bile pod uticajem hCG aplikacije (Zamaratskaia i sar., 2006). Međutim, u norveškoj studiji je zapaženo smanjenje aktivnosti CYP2E1 i CYP2A kod svinja landras i durok rase po administraciji hCG, što je rezultiralo velikom akumulacijom skatola u masti (Zamaratskaia i sar., 2008a). Nije utvrđeno da li prolazno povećanje nivoa steroida po administraciji hCG ima efekte na nivo skatola ili su efekti u vezi sa metabolizmom skatola u jetri.

Na osnovu dosadašnjih rezultata iz različitih studija, ukazano je da povećanje nivoa skatola u pubertetu najverovatnije nastaje usled visokog nivoa androstenona i estrogena kod svinja u ovom stadijumu razvoja. Testosteron ne učestvuje u regulaciji nivoa skatola i neophodno je ispitati uloge drugih komponenata koje vode poreklo iz testisa. Ukazano je i na različite jedarne receptore i druge transkripcione faktore u regulaciji ekspresije gena, koji kodiraju enzime koji učestvuju u metabolizmu skatola i androstenona.

2.9. Odgovornost za polni miris mesa svinja

Androstenon je nepolaran i na taj način uglavnom rastvorljiv u mastima, a skatol je rastvorljiv i u mastima i u vodi. Rastvorljivost androstenona u vodi je na nivou od 0.00023 g/l na temperaturi od 25°C (Amoore i Buttery, 1978) u poređenju sa 0.45 g/l na 20°C za skatol (Windholz i sar., 1983), što je oko 2000 puta manje.

Uticaj na senzorne karakteristike imaju razlike u hemijskom sastavu između androstenona i skatola (De Kock i sar., 2001). Kako se androstenon zadržava duže u matriksu masti, trebalo bi da ima stabilniji i ukus dužeg trajanja. Iz tog razloga se očekuje da androstenon ima manji, ali dugotrajniji uticaj na miris, u poređenju sa skatolom.

Skatol se brže otpušta iz masti i u vodenoj i u gasnoj fazi i njegovo prisustvo otkriva se pre androstenona, usled veće isparljivosti. Blago je rastvorljiv u vodi i na taj način više polaran u odnosu na androstenon i manje će biti pod uticajem sadržaja masti u nekom proizvodu. Prema Claus (1975) androstenon ne može da se detektuje u mišićima bez masnog tkiva.

Pored brojnih ispitivanja sadržaja androstenona i skatola u masnom tkivu svinja još uvek nije dobijen odgovor na pitanje koje od ova dva jedinjenja je glavni uzrok postojanja mane polnog mirisa mesa. O doprinosu i značaju ovih jedinjenja među istraživačima postoje neslaganja. U Danskoj se primarnom komponentom odgovornom za ovu pojavu smatra skatol, a u većini drugih država vlada mišljenje da je veći doprinos androstenona (Bonneau i sar., 1992; Hansson i sar., 1980; Malmfors i Andresen 1975).

Studija Xue i Dial (1997) je ukazala da je značaj androstenona u nastanku ovog fenomena veći (Xue i sar., 1996, 1994, 1995). Njegov sadržaj uglavnom zavisi od telesne mase svinja prilikom klanja, starosti (zrelosti) jedinke, veličine testisa i genetike, a u manjem stepenu od uzgoja i režima ishrane (Brennan i sar., 1986; Claus i sar., 1994; Salmon i Edwards, 2006).

Diskusija o komponentama polnog mirisa mesa između danskih i drugih istraživača dovela je do zaključka da je u slučaju trupova telesne mase manje od 80 kg glavni uzrok ove mane skatol, a u slučaju trupova veće telesne mase veći je značaj i doprinos androstenona.

Velike varijacije sadržaja androstenona i skatola u masnom tkivu svinja ukazuju da produkcija i deponovanje ovih jedinjenja zavise od brojnih faktora (Bonneau, 1982; Lundström i sar., 1988; Xue i sar., 1996).

2.10. Granične vrednosti za nosioce polnog mirisa mesa svinja

Kao prag osetljivosti prilikom procene prihvatljivosti trupova svinja za ishranu i preradu u obzir se uzimaju različite koncentracije nosilaca polnog mirisa mesa. Claus i sar. (1994) i Rhodes (1971) su ukazali da prag za koncentraciju androstenona iznosi od 0.5 do 1.0 µg androstenona po gramu masti.

Granične vrednosti za androstenon su 1.00 ppm, a 0.25 ppm za skatol (Mortensen i sar., 1986). Ove vrednosti su uspostavljene na osnovu koncentracije androstenona i skatola u masnom tkivu svinja, ali i na osnovu reakcije potrošača prilikom konzumiranja mesa.

U Danskoj se kao granična vrednost za skatol uzima 0.20 ppm (Armstrong, 1993). Relativno skoro, Danci su povećali granične vrednosti za skatol na 0.25 ppm.

U kuvanoj šunki granične vrednosti za androstenon i skatol su veće u odnosu na sveže meso, zbog isparljivih osobina komponenata (Bonneau i Desmoulin, 1980) i iznose 1.5 ppm za androstenon i 0.5 ppm za skatol (Bonneau i sar., 1992).

2.11. Metode za utvrđivanje prisustva androstenona i skatola u masnom tkivu svinja

Poslednjih 30 godina objavljene su brojne metode za kvantitativno određivanje androstenona i skatola u masnom tkivu svinja koje su zasnovane na ekstrakciji jedinjenja, nosilaca polnog mirisa mesa iz masnog tkiva i njihovom određivanju različitim analitičkim postupcima.

Do sada jedini metod koji je u upotrebi za razvrstavanje trupova sa polnim mirisom mesa u industrijskim uslovima je kolorimetrijska metoda, kojom se meri zbir skatola i indola, tzv. „skatol ekvivalent“ (Mortensen i Sørensen, 1984). Metoda je zasnovana na hemijskoj ekstrakciji masti praćenom dodavanjem reagenasa (Kovačev reagens za dokazivanje indolovog prstena) i spektrofotometrijskim fluorescentnim merenjem skatola i indola.

Annor-Frempong i sar. (1998) su razvili brzu metodu, bez diskriminacije između androstenona i skatola, upotrebom elektronskog nosa. Hemijska senzorna gasna analiza, tzv. elektronski nos ima potencijal za brzo razvrstavanje trupova svinja sa polnim mirisom (Di Natale i sar., 2003; Van Dijk, 1995; Bourrounet, Talou i Gaset, 1995; Berdagúe i Talou, 1993; Annor-Frempong i sar., 1998; Vestergaard i sar., 2006).

Od nedavno je i direktna masena spektrometrija (MS) u primeni za merenje polnog mirisa mesa svinja u kombinaciji sa pirolizom uzoraka masnog tkiva (Ampuero i Bee, 2006). Dostupni su i ultra/brzi gasni hromatografski instrumenti, čime je omogućeno značajnije kraće vreme analize u poređenju sa konvencionalnom gasnom hromatografijom. Kada se analiziraju identični uzorci mogu da se jave značajne varijacije u rezultatima između laboratorija zbog velikih varijabilnosti u protokolima za kvantitativnu analizu androstenona i skatola i razlika u uzorkovanju, ekstrakciji, čišćenju, detekciji i kvantifikaciji. U nekim slučajevima i mesto sa koga se uzimaju uzorci za analizu se razlikuje, što se takođe odražava na rezultate (Claus, 1975; Malmfors i sar., 1976; Andresen i Bakke, 1975; Haugen i sar., 2005).

U većini laboratorija analiziraju se uzorci leđne slanine, međutim mesto uzorkovanja nije strogo definisano. U nekim laboratorijama je to u visini šestog rebra (T6), a u drugim analize uzoraka masti vrše se u uzorku sa abdomena. Neke laboratorije analiziraju masno tkivo i rezultate prezentuju u odnosu na količinu ekstrahovanog masnog tkiva, a druge laboratorije analiziraju čistu masnu fazu koja je izdvojena iz masnog tkiva i nivoi su izraženi u odnosu na količinu čiste masti. To može u iskazanim rezultatima da napravi razliku od 30-70 % (Gibis, 1994; Bérard i sar., 2008).

Za ekstrakciju se takođe primenjuju različite procedure. Neke laboratorije koriste rastvarač za ekstrakciju, druge topljenje ili zamrzavanje masnog tkiva u kombinaciji sa ekstrakcijom da izoluju iz masne faze jedinjenja koja doprinose pojavi ove mane mesa. Koriste se različiti rastvarači, metanol, etil acetat ili heksan.

Kada se koriste imunološke metode za određivanje androstenona mogu da se jave odstupanja u rezultatima u poređenju sa drugim metodama, usled nedostatka specifičnosti primenjenih antitela i mogućeg ukrštanja sa drugim srodnim steroidima. Do danas još uvek ne postoji zvaničan protokol za analizu androstenona i skatola.

U cilju uspostavljanja usaglašenog protokola, proces standardizacije bi trebalo da počne poređenjem rezultata među laboratorijama, u skladu sa međunarodno prihvaćenim smernicama za profesionalno testiranje (Thompson i sar., 2006).

Postoji velika potreba za standardizovanim i harmonizovanim metodama u ovoj oblasti, što će biti od suštinskog značaja za definisanje senzornog nivoa i uspostavljanje kriterijuma za razvrstavanje trupova nerastova sa polnim mirisom, po stepenu upotrebljivosti (Haugen i sar., 2008).

2.11.1. *On line* merenje polnog mirisa mesa

U Danskoj se primenjuje kolorimetrijska metoda tokom koje se uzorci masti fizički uklanjaju i sprovode u automatizovani analizator na liniji klanja. Rezultati se koriste za kasnije sortiranje trupova na liniji proizvodnje sa kapacitetom od 200 uzoraka na sat (Mortensen i Sørensen, 1984). Za klanice velikog kapaciteta u Evropi, gde treba da se analizira do 1000 trupova na sat ova metoda nije primenljiva. Pored ovoga, postoji potreba i za analizom androstenona.

Postoje brojne metode razvijene za merenje koncentracije androstenona (De Brabander i Verbeke, 1986; Magard i sar., 1995; Claus, Herbert i Dehnhard, 1997a; Tuomola, Hakala i Manninen, 1998) i skatola (Dehngard i sar., 1993), kao i za merenje koncentracija oba jedinjenja u masnom tkivu svinja (Hansen-Moller, 1994). Međutim, ove metode nisu primenljive na liniji

klanja, jer zahtevaju komplikovanu pripremu uzoraka i purifikacione korake i najčešće su vremenski i laboratorijski zahtevne.

Radioimunološka merenja (Claus, 1974; Andresen, 1975) su brza i osetljiva, ali podrazumevaju upotrebu radioizotopa i zbog toga njihova primena za rutinsku upotrebu na klanicama nije moguća.

Kolorimetrijska metoda za merenje ekvivalenata skatola u masnom tkivu razvijena je u Danskoj (Mortensen i Sørensen, 1984) i korišćena je *on line* u danskim klanicama. Benefit ove metode je brzina i jednostavnost, međutim ne dobijaju se informacije o nivou druge značajne komponente polnog mirisa mesa, androstenona.

Prisustvo polnog mirisa u proizvodima svinja moglo bi da se proceni senzornom analizom, ali upotreba senzornih testova nije efikasna usled visokih troškova, velike varijabilnosti i male preciznosti.

Rešenje problema ove mane mesa bilo bi postojanje pristupačne *on line* metode za detekciju trupova sa nepoželjnim nivoom komponentata polnog mirisa mesa. Međutim, trenutno ne postoji dostupan sistem u komercijalnim klanicama i još uvek je zagrejano gvožđe u kombinaciji sa receptorima nosne sluznice najbolja dostupna opcija.

2.11.2. Masa testisa imunokastrata kao pokazatelj mane polnog mirisa mesa svinja

U istraživanjima Zeng i sar. (2002a) ustanovljeno je da su koncentracije androstenona u masnom tkivu, testosterona i LH u serumu imunokastrata manje, kao i veličina testisa u poređenju sa kontrolnom grupom životinja. Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima prethodnih istraživanja (Falvo i sar., 1986; Grizzle i sar., 1987; Bonneau i sar., 1994; Meloen i sar., 1994; Onk i sar., 1998; Zeng i sar., 2001).

Dunsha i sar. (2001) su predložili da se kao pokazatelj uspešne vakcinacije koristi veličina testisa. Međutim, kako na veličinu testisa ne utiče samo genetska predispozicija i uzrast svinja

prilikom klanja (Prunier i sar., 1987), već i vreme između druge vakcinacije i klanja (Lealiifano i sar., 2009), nije moguće samo na osnovu ovog parametra na liniji klanja izvrši sortiranje trupova bez polnog mirisa (Lealiifano i sar., 2009; Pauly i sar., 2009; Fuchs i sar., 2009; Schmoll i sar., 2009).

Kod imunokastrata testisi su bili 51 % lakši u poređenju sa testisima nerastova (Dunshea i sar., 2001). Tokom perioda od 4-7 nedelja masa testisa imunokastrata se smanjila i u proseku je iznosila 230.88 g (30.3 %) u poređenju sa testisima nerastova 761.89 g (100 %) (Jaroš i sar., 2005).

Prilikom klanja, masa testisa imunokastrata bila je smanjena oko 55 % ($p < 0.001$) u poređenju sa masom testisa nerastova (Morales i sar., 2010). U radu Metz i sar. (2002) masa testisa imunokastrata bila je 100.5 ± 10.41 g (od 59-169 g), a zapremina od 94.6 ± 8.29 ml (od 63-160 ml). Masa testisa kontrolne grupe svinja bila je 882.6 ± 69.16 g (od 673-1165 g), a zapremina 867.5 ± 68.96 ml (od 670-1180 ml). Veličina testisa imunokastrata (masa 11.4 %, zapremina 10.9 %) značajno se razlikovala u odnosu na kontrolnu grupu ($p \leq 0.001$).

U radu Wagner i Claus (2004) prosečna masa testisa imunokastrata bila je značajno smanjena (67 %) u poređenju sa kontrolnom grupom životinja, ali usled individualnih razlika masa je varirala između 315 g i 400 g (srednja vrednost 343 ± 13.8 g) u kontrolnoj grupi i između 95 i 150 g (srednja vrednost 114 ± 12.1 g) u grupi imunokastrata. Ovo smanjenje se objašnjava smanjenjem prosečne površine tubula (kontrolna grupa: 0.068 ± 0.008 mm²; imunokastrati: 0.025 ± 0.002 mm²; $p < 0.01$) od 60.6 %. Masa testisa je smanjena za 64 % zbog gubitka citoplazme Lajdigovih ćelija (90.3 %) i smanjenja prečnika tubula (60.6 %). Osim Aspermatogonija, sve ostale spermatogene ćelije su smanjene za oko 60 %.

U radu Zeng i sar. (2002a) prosečna masa testisa nerastova bila je relativno mala (163 g) u poređenju sa rezultatima drugih studija (Falvo i sar., 1986; Meloen i sar., 1994), što može da bude usled relativno mladih jedinki prilikom klanja (158 dana). U ovom periodu masa testisa se brzo povećava. Testisi ranih (kategorija imunizovanih svinja, koje su imale nedetektabilan ili nizak nivo LH i testosterona u vreme „booster“ imunizacije) i kasnih imunokastrata (kategorija

svinja koja je imala značajan nivo LH i testosterona u vreme „booster“ imunizacije) bili su 50 % i 25 % manji, u poređenju sa testisima nerastova.

Imunizacijom se inhibira rast testisa imunokastrata za oko 55 %, u poređenju sa nerastovima (Morales i sar., 2010; Meloen i sar., 1994; Dunshea i sar., 2001; Zeng i sar., 2002a). Razlike u veličini testisa između imunokastrata i nerastova bile su vidljive na osnovu izgleda skrotuma. Imunokastrati poseduju ravnu skrotalnu vreću, a skrotum nekastriranih svinja ima kruškolik oblik. Ustanovljena je i manja dužina testisa za 23 % kod imunokastrata u odnosu na nerastove.

Pored uticaja na rast testisa (smanjenje mase i dužine testisa) ovaj postupak dovodi do značajnog smanjenja mase i dužine bulbouretralnih žlezda (Gispert i sar., 2010). Dužina bulbouretralnih žlezda imunokastrata bila je 34 % manja u odnosu na vrednosti kod nerastova (Gispert i sar., 2010). Zamaratskaia i sar. (2008a) su takođe ukazali da se primenom Improvak vaccine značajno smanjuje masa i veličina testisa i bulbouretralnih žlezda kod vakcinisanih svinja.

U brojnim studijama (Falvo i sar., 1986; Dunshea i sar., 2001; Turkstra i sar., 2002; Metz i sar., 2002; Jaroš i sar., 2005; Zamaratskaia i sar., 2008; Pauly i sar., 2009; Gispert i sar., 2010) ukazano je na značajno smanjenje testisa (od 16 do 60 %), bulbouretralnih žlezda (50 do 90 %) i semenih kesica (36 % do 90 %) imunokastrata, u poređenju sa nerastovima (Škrlep i sar., 2010).

Masa testisa u značajnom stepenu korespondira sa telesnom masom nerastova (Prunier i sar., 1987), tako da testisi kao i telesna masa mogu da posluže za procenu dobro izvedene vakcinacije na liniji klanja. Kod imunokastrata, testisi ostaju visoko u skrotumu i manje prominiraju, što je vizuelni pokazatelj efikasno izvedene imunizacione procedure.

Kao graničnu vrednost u cilju potvrde efikasno sprovedene imunizacije Dunshea i sar. (2001) navode veličinu testisa od 350 i 400 g za jedinke starosti 23 i 26 nedelja. Kao parametar odsustva polnog mirisa mesa Oonk i sar. (1995) su naveli veličinu testisa manju od 9 cm.

Kod holandskih svinja za diferenciranje imunokastrata od drugih svinja upotrebljava se smanjenje mase i veličine testisa merenjem njihove veličine vizuelnom procenom kod žive

životinje ili merenjem njihove mase po klanju jedinke (Meloen i sar., 1994; Oonk i sar., 1995; Zeng i sar., 2002a). Između uspešno imunokastriranih svinja i nerastova postoje izvesna preklapanja u veličini testisa. U ekstenzivnim uslovima uzgoja u kojima su životinje različite starosti, telesne mase, genotipa i odgajane u različitim uslovima, obim preklapanja je mnogo veći.

Odluka bazirana na osnovu ovog kriterijuma dovodila bi bilo do lažno negativnih (trupovi procenjeni kao trupovi slobodni od polnog mirisa, a zapravo su u opasnosti od postojanja polnog mirisa mesa u izvesnoj meri) ili do lažno pozitivnih rezultata, u zavisnosti od praga detekcije.

Posle druge vakcinacije masa testisa se smanjuje relativno sporo. Četvrte i šeste nedelje po drugoj vakcinaciji masa testisa imunokastrata bila je smanjena 45 % i 28 %, a masa bulbouretralnih žlezda 39 % i 19 %. Smanjenje mase semenih kesica bilo je još izraženije (18 % i 8 %), a smanjenje dužine bulbouretralnih žlezda mnogo manje i sporije (Bonneau, 2010).

Testisi se sastoje od relativno čvrstog tkiva kome treba vremena da se skupi kada se značajno smanji proizvodnja hormona, nakon uspešne imunokastracije. Kod nerastova semene vezikule su ispunjene sa dosta semene tečnosti, koja u najvećem stepenu doprinosi njihovoj masi. Kako su neophodni hormoni za obavljanje normalne funkcije polnih žlezda, najverovatnije da proizvodnja semene tečnosti prestaje kada se postupak imunokastracije uspešno sprovede. Može se spekulirati da se semena tečnost brzo resorbuje. Sporije smanjenje mase bulbouretralnih žlezda može da bude usled činjenice da su njeni zidovi deblji u poređenju sa semenim kesicama, kao i da je njihov sadržaj veoma viskozan, tako da se najverovatnije i sporije resorbuje (Bonnaeu, 2010). Debljina zida i izdužena forma bulbouretralne žlezde verovatno su razlozi zbog kojih se njihova dužina nakon imunokastracije veoma sporo smanjuje.

Ukazano je da bi mnogo bolji kriterijum u proceni uspešno izvedene imunokastracije mogla da bude masa semenih kesica (Bonneau, 2010). Kako je smanjenje semenika mnogo brže i u većem stepenu u odnosu na smanjenje testisa, semenici mogu da budu potencijalno mnogo bolji kriterijum za procenu efikasnosti ovog postupka na liniji klanja.

U distribuciji mase semenih kesica između uspešno imunokastriranih svinja i nerastova trebalo bi da bude manje preklapanja, u odnosu na distribuciju mase testisa ispitivanih grupa, što će se pokazati i potvrditi budućim ispitivanjima. U tom slučaju moraće da se ispita izvodljivost merenja mase semenika na visoko automatizovanoj (sa velikim kapacitetom) liniji klanja (Bonnaeu, 2010).

2.11.3. Potreba za standardizacijom i harmonizacijom

Zakonodavstvo koje se odnosi na pojavu nepoželjih ukusa i mirisa u hrani i proizvodima životinjskog porekla je prilično nejasano.

Uredba EU (854/2004) sadrži opšte odredbe i to da meso treba da bude proglašeno nepodobnim (za ljudsku ishranu) ako je organoleptički promenjeno, a posebno ukoliko je izražen polni miris. Države članice mogu da uspostave svoje kriterijume prihvatljivosti i da prepoznaju metod testiranja kojim bi se osigurala detekcija trupova sa izraženim polnim mirisom (Regulation (EC) No 854/2004). U različitim laboratorijama u upotrebi su različiti protokoli, usled čega je otežano poređenje rezultata.

2.12. Mere za sprečavanje polnog mirisa mesa

2.12.1. Hirurška kastracija kao mera sprečavanja mane polnog mirisa mesa

Reč kastracija vodi poreklo od latinske reči “*castrare*”, što znači odseći. Arheološki dokazi o izvođenju kastracije datiraju iz neolitskog doba, odnosno 4000-3000 pne.

Prednosti izvođenja ove metode ogledaju se u kvalitetu mesa koji je poboljšan sa senzornog aspekta, u lakšoj manipulaciji kastratima i lakšem menadžmentu, kao i u prevenciji karakterističnog neprijatnog mirisa, koji može da se oseti prilikom kuvanja i konzumiranja mesa.

U većini zemalja svinje se kastriraju kako bi se izbegao polni miris mesa, uprkos boljim proizvodnim karakteristikama nerastova u odnosu na hirurški kastrirane životinje (Babol i Squires, 1995; Andersson i sar., 1997; Bonneau, 1998). Tradicionalno, polni miris mesa svinja se kontroliše postupkom fizičke kastracije u prvoj nedelji života (Lealiifano i sar., 2009).

Na osnovu izveštaja Evropske Agencije za bezbednost hrane pripremljene za Evropsku komisiju (EFSA, 2004) svake godine se kastrira oko 100 miliona svinja u Evropskoj uniji (EU), što predstavlja više od 80 % populacije svinja muškog pola. U velikoj studiji EU utvrđena je visoka koncentracija androstenona (>od 0.5 µg/g masti) kod oko 60 % nerastova, a visok nivo skatola (>od 0.22 µg/g masti) ustanovljen je samo kod 11 % nerastova (Bonneau i sar., 2000).

Mišljenje da novorođene jedinke ne osećaju bol usled nezrelosti i nerazvijenosti nervnih struktura, odnosno nekompletne mijelinizacije nervnih vlakana opovrgnuto je u istraživanjima (Anand, 1990; Fitzgerald, 1994; Andrews i Fitzgerald, 1994). Eksperimenti jasno potvrđuju da hirurška kastracija izaziva endokrini odgovor organizma i promene u ponašanju životinje koje su prihvaćene kao indikatori bola (Wemelsfelder i van Putten, 1985; McGlone i Hellman, 1988; McGlone i sar., 1993; White i sar., 1995; Weary, Braithwaite i Fraser, 1998; Taylor i Weary, 2000; Hay i sar., 2003; Prunier i sar., 2001).

Testisi i koža skrotuma inervisani su nocioceptorima, tako da hirurška kastracija predstavlja bolan i stresan događaj za jedinku (McGlone i Hellman 1988; White i sar., 1995; Earley i Crowe 2002), što se manifestuje u vidu intenzivnog i učestalog oglašavanja, porasta koncentracije hormona stresa i izmenjenog ponašanja životinje (Taylor i Weary, 2000; Prunier i sar., 2005; Taylor i sar., 2001). Ove promene su posebno izražene ukoliko se kastracija sprovodi bez anestezije i postoperativne analgezije (EFSA, 2004).

Merenje bola kod životinja bazira se na promenama u ponašanju, promenama endokrinih (Molony i Kent 1997; Mellor i sar., 2000) i fizioloških parametara. Promene u ponašanju koje nastaju usled ove intervencije traju satima i danima (McGlone i sar., 1993; Hay i sar., 2003). Jedan od indikatora bola tokom kastracije je i povećan nivo vokalizacije (Taylor i sar., 2001;

Marx i sar., 2003). Odgovor na ovu intervenciju sličan je kod jedinki starosti od 3 do 17 dana (Taylor i sar., 2001).

Merenje hormona u plazmi odmah nakon hirurške kastracije ukazuje na aktivaciju adrenalne i simpatičke ose (Prunier i sar., 2005). Konstatuje se povećanje nivoa adrenokortikotropnog hormona (ACTH) 40 puta, sa pikom posle 5 minuta, što je praćeno trostrukim povećanjem koncentracije kortizola, sa pikom 15-30 minuta posle intervencije. Brzo i prolazno povećanje adrenalina praćeno je dugotrajnijim povećanjem koncentracije noradrenalina (Prunier i sar., 2002). Kao posledica stimulacije kateholamina mobilise se glikogen, što vodi prolaznom povećanju laktata iz mišića (Prunier i sar., 2005).

Kastracija prouzrokuje bol i stres i narušava dobrobit životinja (Prunier i sar., 2006). Ovaj postupak bez anestezije predstavlja bolan doživljaj za životinju (Prunier i sar., 2005, 2006), što je predstavljalo podsticaj da se u mnogim zemljama odustane od kastracije, posebno u Evropi gde je poslednjih godina dobrobit životinja od velikog interesa (Bonneau, 1998).

Evropske zemlje proizvode oko 250 miliona svinja godišnje (EFSA, 2004), od čega se 2/3 proizvodi u Nemačkoj, Španiji, Francuskoj, Poljskoj i Danskoj (Fredriksen i sar., 2008). Od toga je 125 miliona životinja muškog pola, od čega se oko 25 % ostavlja intaktnih, 3 % se kastrira sa anestezijom, a ostatak se kastrira bez anestezije (Migdal i sar., 2009). Kastracija, kao sredstvo sprečavanja pojave polnog mirisa mesa i agresivnog ponašanja svinja vrši se na 77 % jedinki muškog pola (Fredriksen i Hexeberg, 2009).

U cilju rešenja problema i kontrole mane polnog mirisa mesa najčešća praksa izvođenje kastracije u Evropi je bez anestezije (Frederiksen i sar., 2009), što uključuje oko 94 miliona životinja godišnje, što je oko 77 % nerastova (EFSA, 2004). U Litvaniji, Mađarskoj, Poljskoj i Slovačkoj se primenjuje, a u Norveškoj je od 2002. godine takav pristup regulisan zakonskim propisima. U Holandiji je od jula 2007. godine u organskoj proizvodnji svinja obavezna lokalna anestezija. Njenom upotrebom bol se isključuje (Marx i sar., 2003), ali se povećavaju troškovi procedure. Analgezija se ređe upotrebljava od anestezije i primenom analgetika se ne utiče značajno na postkastaciono ponašanje jedinki (McGlone i sar., 1993).

Izvođenjem kastracije bez analgezije kompromituje se sloboda na fizičku udobnost, sprečava se pravo životinje na zaštitu od bola, povreda ili bolesti, sloboda od neprijatnih emocionalnih iskustava, kao što su strah i stanja slična strahu i sloboda ispoljavanja prirodnih oblika ponašanja.

U 15 od 25 zemalja u kojima se ova intervencija izvodi, u više od 88 % slučajeva sprovodi se od strane farmera. Izuzetak su Češka, Slovačka, Estonija, Litvanija i Norveška, gde se najvećim delom izvodi od strane veterinarara. Slovenija, Mađarska, Letonija, Italija i Kipar imaju posebno obučene ljude za izvođenje ove intervencije. Danas se od strane organizacija za zaštitu i dobrobit životinja sve manje toleriše izvođenje ove metode (EFSA, 2004; Thun, Gajewski i Janett, 2006; Prunier i sar., 2006).

Starost i telesna masa jedinki prilikom izvođenja ove intervencije, kao i sama procedura se značajno razlikuju kako unutar, tako i između zemalja. U 65 % zemalja prosečna starost prasadi prilikom izvođenja kastracije kreće se u intervalu od 3-7 dana. Od zemalja sa većom prosečnom starošću svinja prilikom izvođenja kastracije navode se Portugal (17 dana), Poljska (12 dana), Norveška (10 dana), Češka Republika (9 dana), Litvanija (9 dana) i Mađarska (8 dana).

Između evropskih država značajno se razlikuje i telesna masa svinja prilikom klanja. Italija ima tradiciju uzgoja svinja veće telesne mase zbog proizvodnje suvih mesnih prerađevina. Nasuprot Italiji, Velika Britanija, Irska, Danska, Grčka i Portugal kolju svinje znatno manje telesne mase. U ostalim zemljama, uključujući nove članice Evropske Unije, masa trupova svinja kreće se u rasponu od 80-90 kg, što odgovara živoj masi od 105-115 kg.

Pri izvođenju intervencije u 78 % slučajeva koriste se dve incizije, a u 22 % jedan rez. U većini zemalja u upotrebi su obe metode. U Španiji, Litvaniji i Sloveniji najčešće se koristi jedna incizija. Ukoliko se koriste dve incizije, obično su longitudinalne, a transverzalna se koristi kada je jedna incizija za oba testisa.

Najčešći postupak za sečenje semenih vrpca je upotrebom skalpela. U nekim zemljama dominantan pristup je kidanje. U većini zemalja koristi se emaskulator, a sečenje makazama ili uvijanje je manje zastupljena metoda.

U većini zemalja postoji tendencija da se zabrani izvođenje kastracije (Stevenson, 2000) i sve je veći poziv na zabranu ove metode, što zahteva nalaženje alternativnih rešenja u cilju otklanjanja mane polnog mirisa mesa. Organizacije za zaštitu i brigu o životinjama podstiču razvoj prihvatljivijih sistema proizvodnje u cilju sprečavanja ove mane mesa, kao i nalaženje rešenja usmerenih ka dobrobiti životinja.

Pre donošenja odluke o najefikasnijoj metodi za sprečavanje pojave polnog mirisa mesa treba dobro da se prouče prednosti i nedostaci različitih alternativa hirurškoj kastraciji. Eliminacija polnog mirisa mesa nerastova treba da se postigne bez negativnih efekata na druge karakteristike jedinke, kao i na ekonomsku isplativost.

U junu 2005. godine Parlament Švajcarske doneo je odluku da se od 2009. godine zabrani izvođenje kastracije bez prethodne anestezije. Istovremeno su određeni datumi za delimičnu (2010. god.) i potpunu zabranu kastracije (2015. god.). Od strane više učesnika u evropskom sektoru za svinjarstvo 2010. godine doneta je deklaracija kojom je ustanovljena obaveza ukidanja hirurške kastracije svinja do 1. januara 2018. godine, a od 1. januara 2012. godine hirurška kastracija svinja vršiće se sa produženom analgezijom i/ili anestezijom. U Norveškoj je od 2009. godine zabranjena kastracija. Zabrana hirurške kastracije predviđena je i u Belgiji i Holandiji.

U nekim evropskim zemljama vrši se hirurška kastracija uz upotrebu anestezije i/ili analgezije. U Švedskoj je sektor za svinjarstvo potpisao ugovor sa farmerima da obavljaju kastraciju, sa upotrebom nesteroidnih antiinflamatornih lekova (NSAIL) (SvDhv, 2011). U nedavnom izveštaju švedskog Odbora za poljoprivredu ukazano je da u suzbijanju bola i nelagodnosti kod prasadi najbolji efekat ima kombinacija lokalnih anestetika i NSAIL (Hansson i sar., 2010, 2011). Pravo da raspolaže takvim supstancama u Švedskoj prošireno je na držaoce životinja, u odnosu na prethodno ograničenu upotrebu na veterinare (Jordbruksverket, 2011).

U Norveškoj i Švajcarskoj se praktično sve jedinke muškog pola kastriraju sa anestezijom. U Danskoj i Nemačkoj je u 2009. godini inicirano izvođenje kastracije u kombinaciji sa NSAIL. Velika Britanija i Irska su u potpunosti ukinule kastraciju, a u Španiji i Portugalu ovoj

intervenciji se podvrgava oko 30 % jedinki. U ovim zemljama svinje se obično kolju kratko vreme po dostizanju puberteta, ali pre polne zrelosti, u cilju prevencije polnog mirisa mesa (Walstra i sar., 1999).

Prema našem Zakonu o veterinarstvu, veterinarski tehničari u posebnim okolnostima, uz saglasnost i pod nadzorom veterinara mogu da obavljaju određene hirurške zahvate (kastriacija prasadi), (Zakon o veterinarstvu, Službeni glasnik RS, br. 91/05). Naš Zakon o dobrobiti životinja obavezuje na zaštitu životinja od bola prilikom izvođenja ove intervencije (Zakon o dobrobiti životinja Sl. glasnik 41/09).

Prema Direktivi Komisije EU (2001/93/ EC) prasad može da se kastrira bez anaestezije u prvoj nedelji života. Ukoliko se kastracija praktikuje posle 7-og dana starosti treba da se obavlja pod anestezijom i produženom analgezijom, od strane veterinara. Međutim, u velikom broju evropskih zemalja kastracija sa anestezijom i analgezijom se ne izvodi, iako to nalaže trenutno zakonodavstvo.

Na osnovu Pravilnika o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa kod nas je zabranjeno klanje tovnih svinja ukoliko nisu kastrirane 30 dana pre klanja. Izuzetak je kategorija „nerastića“ čije je klanje dozvoljeno ukoliko nisu stariji od šest meseci, odnosno ako masa životinje nije veća od 90 kg (Pravilnik o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa, Službeni list SFRJ, br. 2/85, 12/85 i 24/86).

Zabrinutost u pogledu dobrobiti životinja i promene zakonske regulative je sve veća, tako da su vlade i industrije primorane da preispitaju tradicionalan pristup rešavanju problema ove mane mesa svinja, kao i da ulože napore u cilju nalaženja i uvođenja alternativnih metoda.

Trenutno su najpraktičnije opcije u cilju izbegavanja polnog mirisa mesa svinja (Bonneau i Enright, 1995) hirurška kastracija sa upotrebom anestezije i analgezije (Fredriksen i Nafstad, 2006; Haga i Ranheim, 2005; Jaeggin i Kupper, 2008; Kluivers-Poodt i Spoolder, 2008; Svendsen, Strobeck i Forman, 2005; Zols i sar., 2008) i privremena supresija funkcije testisa vakcinacijom (imunokastracija).

Zbog svega prethodno iznetog treba preispitati i etički i ekonomski aspekt izvođenja kastracije, koji se kosi sa principima dobre veterinarske prakse i dobrobiti životinja.

2.12.2. Alternative hirurškoj kastraciji

U poslednjih nekoliko godina predstavljen je veliki broj alternativnih metoda hirurškoj kastraciji, ali većina metoda je daleko od moguće upotrebe u komercijalne svrhe, usled brojnih nedostataka ili još uvek nerazvijene metodologije.

Kao moguće alternative hirurškoj kastraciji u literaturi se navode uzgoj intaktnih svinja, klanje mlađih kategorija svinja, selekcija pola, genetska selekcija i imunološka kastracija (imunokastracija).

2.12.2.1. Uzgoj intaktnih svinja

Prednosti uzgoja intaktnih životinja prepoznate su u XVI veku (Mackinnon i Pearce, 2007). Ovakav pristup uzgoja je profitabilniji, jer nerastovi imaju intenzivniji stepen rasta (do 13 %), manji unos hrane (za 9 %), bolju konverziju (za 14 %) i daju trupove sa većim učešćem mišićnog tkiva (i do 20 %) u poređenju sa kastratima (Babol i Squires, 1995; Bonneau, 1998; Bañón i sar., 2004; EFSA, 2004). Veći sadržaj proteina u mesu poreklom nekastriranih svinja ukazuje na njegovu veću nutritivnu vrednost u poređenju sa mesom kastrata (Wood i sar., 1986; Nadeje i sar., 2000).

Miyahara i sar. (2004) su ustanovili i prednost u kvalitetu mesa, koje je crvenije i ima bolju sposobnost vezivanja vode. Danas se kvalitet mesa ne ogleda samo u poboljšanju organoleptičkih svojstava (mekoća, sočnost, ukus i mramoriranost), već i u povećanju uniformnosti. Stalnost performansi, sa aspekta kvaliteta mesa, poprima sve veći značaj.

Brojni radovi citirani od strane Evropske Agencije za bezbednost hrane pokazuju da se karakteristike mišićnog i masnog tkiva nerastova i kastrata razlikuju (EFSA, 2004). Niži sadržaj lipida i veći procenat nezasićenih masnih kiselina u masnom tkivu nerastova može da se smatra

poželjnim od strane konzumenata sa dijetetskim sklonostima. Međutim, u nekim slučajevima može da se posmatra i kao nedostatak, posebno kod genotipova sa većim učešćem mišićnog tkiva (mesnate svinje- pietren). Izrazita mršavost za posledicu može da ima izostanak kohezije između ledne slanine i potpornih mišića (Wood, 1984). Veći stepen nezasićenosti i veći sadržaj vode kod životinja sa većim učešćem mišićnog tkiva može da rezultira pojavom trupova sa neprihvatljivo mekom mašću.

Brojne studije na nerastovima i kastratima ukazale su da i pri istoj debljinji masti kao kod kastrata, nerastovi imaju mekšu mast, zbog C18:2 masnih kiselina i veće koncentracije vode (Wood i sar., 1986). U industriji Velike Britanije gde su trupovi generalno sa većim učešćem mišićnog tkiva, zbog pojave nekastriranih svinja postoje vodiči za ograničavanje nezasićenih masnih kiselina u ishrani svinja u završnom tovnom periodu (Meat and Livestock Commission, 1996) u cilju izbegavanja razvoja i pojave meke masti. U slučaju uzgoja nerastova i dalje ostaje ograničavajući faktor, a to je polni miris mesa. Njegova pojava je promenljiva (Williams i sar., 1963; Malmfors i Hanson, 1974; Xue i sar., 1996) i veliki deo proizvedenog mesa je usled ove mane neodgovarajući za potrošače.

Drugi nedostatak ovakvog načina uzgoja je pojava agresivnog ponašanja i izražena seksualna aktivnost, što vodi oštećenjima kože i problemima sa ekstremitetima (Tadić i Baltić, 1990), a dostizanjem kasnijeg stadijuma puberteta ova pojava je sve učestalija. Na nivo testosterona, androstenona i skatola utiču i borbe tokom uspostavljanja hijerarhije.

Anabolički potencijal nerastova objašnjava se sintezom androgena i estrogena od strane testisa (Claus i Hoffmann, 1980), koji se razlikuju u svojim anaboličkim mehanizmima. Androgeni stimulišu sintezu proteina preko receptora mišića (Snochowski i sar., 1981) i smanjuju njihovu razgradnju, smanjujući ekskreciju azota oko 20 % (Metz i sar., 2002; Mayer i Rosen, 1977; Tauson i sar., 1998), što može da bude rezultat inhibicije receptora glukokortikoida (Sharpe i sar., 1986; Mayer i Rosen, 1977) ili supresije proteolitičke aktivnosti (Dahlmann i sar., 1980). Estrogeni deluju direktno na stimulaciju sekrecije hormona rasta iz hipofize, povećanjem hepatičnih GH-receptora (Breier i sar., 1989). Povećavaju sintezu proteina stimulisanjem

oslobađanja GH i IGF-I, a u jetri stimulišu sekreciju insulina sličnog faktora rasta I (IGF-I) (Claus i Weiler 1994).

Usled anaboličke funkcije hormona testisa nerastovi imaju bolje performanse rasta i bolji sastav trupova u poređenju sa kastratima, a nazimice se nalaze između nerastova i kastrata (Newell i Bowland, 1972; Walstra, 1980; Campbell i sar., 1985; Neupert i sar., 1995), što se objašnjava dostupnošću polnih hormona. Nazimice sekretuju estrogen iz jajnika, a sinteza hormona testisa nerastova uključuje sintezu androgena i velikih količina estrogena (Claus i Hoffmann, 1980). Nivo estrogena je veći kod nerastova u odnosu na nazimice (Claus i Hoffman, 1980; Van de Wiel i sar., 1981) čime mogu da se objasne veće koncentracije skatola u masnom tkivu nerastova. Višestruki pokušaji da se androstenon suprimira, ali da se održi anabolički potencijal, ostali su neuspešni usled zajedničkih puteva biosinteze anaboličkih hormona i androstenona u testisima.

Klanjem mladih kategorija svinja (manje telesne mase) pre početka puberteta može da se smanji rizik od većih koncentracija komponenata polnog mirisa mesa (Aldal i sar., 2003; Aldal i sar., 2005). Kastracijom mladih svinja sprečava se proizvodnja muških polnih hormona koji dovode do akumulacije androstenona i skatola u masnom tkivu, ali se povećava akumulacija masti u trupovima i manje je učešće mišićnog tkiva (Dunshea i sar., 2001).

Do značajnijeg povećanja koncentracije androstenona u testisima i masnom tkivu nerastova dolazi oko puberteta (Booth, 1975; Claus, 1975), posebno kod svinja telesne mase od 100 do 130 kg, sa posledičnim povećanjem intenziteta polnog mirisa mesa (Brennan i sar., 1986).

U Velikoj Britaniji i Irskoj se proizvode intaktne svinje, što je prihvatljivo jedino ukoliko se kolju kao polno nezrele, kako bi se smanjila pojava polnog mirisa. U Danskoj se kolju svinje telesne mase ispod ili oko 100 kg, odnosno telesne mase pri kojoj dostižu pubertet.

Klanjem jedinki manje telesne mase polni miris se ne eliminiše u potpunosti (Aldal i sar., 2003) i u takvim slučajevima glavni faktor odgovoran za polni miris mesa je skatol (Bonneau i sar.,

1992). Ovaj pristup nema negativne efekte na dobrobit životinja, ali sa ekonomskog aspekta nije povoljno rešenje (Baltussen i sar., 2008).

2.12.2.2. Imunokastracija

Jedna od obećavajućih alternativa hirurškoj kastraciji i potencijalno rešenje problema polnog mirisa mesa, odnosno smanjenja sadržaja androstenona i skatola u masnom tkivu svinja je imunokastracija (Dunshea i sar., 2001; Jaroš i sar., 2005; McCauley i sar., 2003; Zamaratskaia i sar., 2008). Ovaj postupak je istraživan mnogo godina (Caraty i Bonneau, 1986; Oonk i sar., 1998), a ogleda se u aktivnoj imunizaciji protiv gonadotropnog rilizing hormona (GnRH) (Thun i sar., 2006). Ova nova metoda u cilju prevencije polnog mirisa mesa se trenutno intenzivno testira u mnogim evropskim zemljama, jer je vakcina odobrena u Evropskoj uniji u 2009. godini. Neki od eksperimenata su već objavljeni (Font i Furnols i sar., 2008; Font i Furnols i sar., 2009; Gispert i sar., 2010; Pauly i sar., 2009; Škrlep i sar., 2010).

Imunokastrati se ponašaju slično hirurški kastriranim svinjama, kada su uspešno imunizovani – posle druge vakcinacije, a do druge vakcinacije se ponašaju slično nerastovima (von Borell i sar., 2009). U poređenju sa nerastovima, imunokastrati ispoljavaju smanjeno agresivno ponašanje i naskakanje (Cronin i sar., 2003; Einarsson 2006; Velarde i sar., 2008; Zamaratskaia i sar., 2008b; Rydhmer i sar., 2010).

Važni pokazatelji dobrobiti životinja su agresivno i seksualno ponašanje, jer visok nivo agresije i učestalo naskakanje izazivaju stres, strah i povrede (Rydhmer i sar., 2006). Imunokastrirane svinje ispoljavaju manje agresivno ponašanje i manje učestalo naskakanje (po drugoj vakcinaciji) u poređenju sa nerastovima, u istom starosnom periodu (Rydhmer i sar., 2010; Cronin i sar., 2003).

Rezultati ispitivanja efekata vakcinacije Improvak vakcinom na ponašanje svinja su konzistentni, iako se samo mali broj studija do sada bavio ovom problematikom. Većina autora se slaže da nerastovi i vakcinisane svinje provode više vremena na socijalno i aktivno ponašanje (prikazano po broju stajanja, kretanju ili jelu ispitivanih svinja), u poređenju sa hirurški kastriranim

svinjama, u periodu do druge vakcinacije (Baumgartner i sar., 2010; Zamaratskaia i sar., 2007; Velarde i sar., 2007; Cronin i sar., 2003). Nakon druge vakcinacije imunokastrati značajno menjaju ponašanje i ispoljavaju ga na komparativnom nivou sa hirurški kastriranim svinjama ili nazimicama (Rydhmer i sar., 2010; Baumgartner, 2010; Fabrega i sar., 2010; Cronin i sar., 2003).

Rydhmer i sar. (2010) su ustanovili da po drugoj vakcinaciji dolazi do značajnog smanjenja agresivnog i seksualnog ponašanja kod tretiranih svinja. Studija Zamaratskaia i sar. (2008) o dugoročnim efektima vakcinacije ukazala je da ove promene traju i do 21 nedelje posle druge vakcinacije. Smanjenje agresivnog ponašanja rezultiralo je u manjoj pojavi lezija na koži kod imunokastrata, u poređenju sa nerastovima.

Prunier i sar. (2006) i von Borell i sar. (2009) su razmatrali posledice hirurške kastracije na dobrobit životinja i moguće alternative i zaključili da je vakcinacija protiv polnog mirisa mesa svinja dobra alternativa hirurškoj kastraciji, jer ne samo da su bol i nelagodnost u vezi sa ovom procedurom izbegnuti, već je smanjeno i ispoljavanje agresivnog ponašanja, nakon druge vakcinacije.

Aktivna imunizacija protiv gonadotropnog rilizing hormona (GnRH) prepoznata je 1970. godine, kao način na koji bi reproduktivni sistem sisara mogao da se blokira, iz praktičnih i kliničkih razloga. Razlozi se ogledaju u poboljšanju kvaliteta mesa i karakteristika trupova goveda, ovaca, koza, svinja, boljem iskorišćavanju hrane, smanjenju agresivnog ponašanja, smanjenju mirisa mesa svinja i jarčeva (Thompson, 2000). Rezultati Turkstra i sar. (2002) su ukazali da vakcinacija protiv GnRH može da bude praktična i profitabilna alternativa hirurškoj kastraciji.

Moguća je i pasivna imunizacija, ali se ona pokazala kao manje efikasna u odnosu na aktivnu imunizaciju (van der Lende i sar., 1993). Falvo i sar. (1986) su poredili vakcinaciju nerastova sa LH i GnRH vakcinama i ustanovili da je LH vakcinacija manje efikasna, u poređenju sa imunizacijom protiv GnRH. Treba napomenuti da je vakcinacija protiv 5 α -androstenona takođe moguća, ali se pokazala kao manje efikasna (Williamson i sar., 1982).

Aktivnom imunizacijom protiv GnRH inhibiraju se reproduktivne funkcije sisara (D'Occhio, 1993; Meloen, 1995) i ovaj postupak može da bude dobra alternativa hirurškoj kastraciji (Falvo i sar., 1986; Meloen i sar., 1994) u cilju sprečavanja pojave polnog mirisa mesa, kao i prihvatljiva metoda sa aspekta zaštite i dobrobiti životinja (Zeng i sar., 2002).

Za primenu imunizacije razvijen je veći broj antigena koji se razlikuju u proteinskom nosaču i adjuvansu i primenjivi su na primatima (Hodges i Hearn 1997; Giri i sar., 1991), govedima (Robertson i sar., 1982; Adams i Adams, 1992), kozama (Godfrey i sar., 1996) i svinjama (Grizzle i sar., 1987; Awoniyi i sar., 1988; Meloen i sar., 1994; Meloen, 1995).

Kod svinja, imunološki sistem jedinke vrši supresiju GnRH i na taj način dovodi do privremene inhibicije funkcije testisa. Najvažnije je što ovaj pristup predstavlja povoljno rešenje sa aspekta dobrobiti životinja (Thun i sar., 2006), ali i što se dobija meso istog kvaliteta kao meso kastriranih svinja i nazimica (Font i Furnols i sar., 2008; Hennessy, 2006) ili i bolje (Silveira i sar., 2008).

Imunološka kastracija se sprovodi ImprovacTM vakcinom (Pfizer Ltd., formerly CSL Limited, Parkville, Victoria, Australia). Ova metoda je u upotrebi u Australiji i na Novom Zelandu od 1998. godine (Hennessy, 2006), a u Švajcarskoj je upotreba ove metode autorizovana od januara 2007. godine (Bielefeld, 2006). Od oktobra 2010. godine je u upotrebi i u Belgiji. Odobrena je i u drugim zemljama: Brazilu, Meksiku, Korei, Tajlandu, Filipinima, Gvatemali, Južnoj Africi, Čileu, Venecueli, Panami, Rusiji, El Salvadoru. ImprovacTM je registrovan u našoj zemlji, Sloveniji i Hrvatskoj. Proizvođač vakcine je pokazao da antigen nema hormonsku aktivnost (Clarke i sar., 2008), iako efikasno proizvodi specifična antitela protiv GnRH.

Uspešna vakcinacija Improvak vakcinom podrazumeva aplikaciju dve doze, od po 2 ml subkutano, u predelu baze uha, sa najmanje 4 nedelje razmaka. „Booster“ injekcija se aplikuje 4-6 nedelja pre klanja (Evans, 2006). Praktikuje se prva vakcinacija sa 8 nedelja, a druga 4-6 nedelja pre klanja, iako je rizik od polnog mirisa mesa, prema podacima proizvođača, minimalan i 10 nedelja posle druge vakcinacije (EMA 2010).

Neke životinje ne reaguju na vakcinaciju (Jaroš i sar., 2005). U ekstenzivnim uslovima uzgoja može da se očekuje da kod izvesnog broja jedinki izostane efekat imunokastracije. Takve jedinke su sličnije nerastovima i mogu da ispolje polni miris. Međutim, zbog činjenice da nisu svi nerastovi izloženi pojavi ove mane mesa, odnos životinja sa polnim mirisom je manji u odnosu na ukupan broj životinja koje nisu odgovorile na vakcinaciju.

Improvak vakcinu od većine nekomercijalnih vakcina razlikuje velika efikasnost, iako su formulacije drugih vakcina pokazale obećavajuće rezultate (Fang i sar., 2010; Turkstra i sar., 2011). Imunizacija protiv GnRH povećava aktivnost hepatičnog CYP1A, 2A i 2E1 (Zamaratskaia i sar., 2009), slično hirurški kastriranim jedinkama (Gillberg i sar., 2006; Zamaratskaia i sar., 2006), što je najverovatnije u vezi sa smanjenjem koncentracije androstenona (Zamaratskaia i Squires, 2009).

Improvak vakcina predstavlja sintetski GnRH konjugovan sa proteinskim nosačem u vodenom adjuvansu. GnRH je mali da bi bio imunogen i zato mora da bude konjugovan sa proteinskim nosačem. Kod farmskih životinja, posebno svinja, GnRH vakcina za komercijalnu upotrebu mora da bude ekonomski isplativa i visoko imunogena kako bi indukovala dovoljan titar neutralizujućih anti-GnRH antitela, sa samo nekoliko aplikacija. Postupak vakcinacije mora da bude dobro tolerisan od strane životinja i da su komponente vakcine sigurne i prihvatljive od strane potrošača.

Pre četrnaest godina u Australiji je razvijena vakcina koja sadrži modifikovanu formu GnRH (200 µg GnRH-konjugovanog proteina/ml) u sistemu vodenog adjuvansa. U komercijalnoj vakcini imunizacioni antigen sadrži sintetski analog endogenog sisarskog GnRH, konjugovanog za proteinski nosač. Endogeni GnRH sadrži 10 aminokiselina, a sintetskom GnRH peptidu nedostaje jedna aminokiselina i na taj način je stran za gonadotropne receptore u hipofizi. Kovalentno vezivanje analoga GnRH za proteinski nosač rezultira antigenom koji je još više stran GnRH receptorima, a zajedno sa vodenim adjuvansom podstiče stimulaciju imunskog sistema, koji privremeno proizvodi visok nivo cirkulišućih antitela na GnRH (Clarke i sar., 2008). Analog GnRH korišćen u ovoj vakcini nema hormonske efekte ni hemijsku aktivnost (Dunshea i sar., 2001).

Sintetisana antitela protiv GnRH se vezuju za endogeni GnRH i na taj način se smanjuje sekrecija LH i hormona testisa, aktivnost testisa, proizvodnja androstenona, smanjuje se veličina reproduktivnih organa, broj spermatozoida i agresivno ponašanja životinja (Dunshea i sar., 2001; Cronin i sar., 2003; Oliver i sar., 2003; Jaroš i sar., 2005; Zamaratskaia i sar., 2008).

Vakcinacijom se ne utiče selektivno samo na koncentraciju androstenona, već se smanjuje i sinteza anaboličkih hormona. Smanjen nivo hormona testisa kod imunokastrata ubrzava metabolički klirens indolnih komponenata, smanjujući na taj način i nivo skatola i indola kod tretiranih svinja (Zamaratskaia i sar., 2007). Brojne studije su ukazale na značajno smanjenje nivoa skatola kod imunokastriranih svinja (Hennessy i sar., 1997; Dunshea i sar., 2001; Metz i sar., 2002).

Primarna doza vakcine protiv GnRH nema fiziološki efekat na funkciju testisa, u poređenju sa rezultatima dobijenim posle druge vakcinacije. Prvu vakcinaciju prati razvoj primarnog imunskog odgovora u toku koga se sintetiše ograničena količina antitela, sa relativno velikim učešćem nespecifičnih IgM klase i ostvaruje se imunološka memorija.

Po drugoj vakcinaciji nastaje brzo, veliko i perzistentno povećanje titra cirkulišućih antitela. Anamnestički imunološki odgovor u vidu visokog nivoa antitela protiv GnRH nastaje 10-14 dana po drugoj vakcinaciji, kada dominiraju visoko afinitetni IgG klase (Roitt i Delves, 2001). Ovakvim protokolom smanjuje se pojava polnog mirisa mesa, a istovremeno se zadržavaju anabolički efekti tokom dužeg dela tovnog perioda, što je objašnjenje za dobre performanse imunokastrata (Dunshea i sar., 2001; Metz i Claus, 2003) i ima veliki praktični značaj koji se ogleda u činjenici da do druge vakcinacije imunokastrati rastu kao nerastovi.

Bolje performanse rasta nakon druge vakcinacije rezultat su smanjenja agresivnog i seksualnog ponašanja, a kao posledica supresije funkcije testisa (Dunshea i sar., 2001). U periodu od druge vakcinacije do klanja, imunokastrati imaju veći unos hrane i veći stepen rasta, sa konverzijom hrane slično nerastovima (Moore i sar., 2005).

Velarde i sar. (2008) su dve nedelje po drugoj vakcinaciji uočili manju aktivnost i manji broj naskakanja kod tretiranih svinja u poređenju sa nerastovima. Smanjenje aktivnosti doprinelo je boljoj konverziji hrane, jer su energetske troškovi kretanja veoma veliki kod svinja (Noblet i sar., 1993).

Vreme aplikacije druge vakcine trebalo bi da bude optimizovano da bi se postigao dovoljno visok titar antitela, obezbedila proizvodnja jedinki bez polnog mirisa mesa i optimizovali anabolički efekti polnih hormona (Claus i sar., 2007). U obzir treba uzeti vreme potrebno za stvaranje antitela po drugoj aplikaciji vakcine, vreme prestanka funkcionisanja Lajdigovih ćelija i posledični pad koncentracije polnih hormona u perifernoj krvi, kao i vreme neohodno za klirens androstenona akumuliranog u masnom tkivu.

Kod tretiranih jedinki eliminacija komponenta polnog mirisa mesa zahteva tri nedelje (Claus, 1976). Klirens androstenona iz masnog tkiva zavisi od starosti jedinke i kod starijih životinja može da bude i više od šest nedelja (Claus, 1976).

Maksimalan titar antitela može da se javi četiri dana po drugoj vakcinaciji, a kompletna inhibicija steroidogeneze uočava se nedelju dana po drugoj vakcinaciji (Claus i sar., 2007). U studiji Zeng i sar. (2002a) maksimalan titar antitela je u saglasnosti sa ustanovljenim vrednostima u prethodne dve studije autora Zeng i sar. (2001, 2002a), što je oko 65 % vezanih antitela u razblaženju seruma 1:2000.

Prolongiran efekat Improvak vakcine omogućava da se druga vakcina aplikuje ranije u odnosu na to kako je navedeno u preskripciji i da se na taj način omogući veća fleksibilnost u primeni ove metodologije. U slučaju da se druga vakcina aplikuje samo dve nedelje pre klanja i dalje postoji potpuna kontrola polnog mirisa mesa, odnosno koncentracije androstenona i skatola su ispod praga detekcije (Lealiifano i sar., 2009).

Rezultati imunološke kastracije uočljivi su jednu do dve nedelje po drugoj vakcinaciji, kada dolazi do supresije rasta testisa i sekrecije testosterona. Dve nedelje po drugoj dozi vakcine proizvodnja testosterona opada za 90 i više procenata (Dunshea i sar., 2001).

Kod imunizovanih jedinki smanjena je masa testisa, dužina bulbouretralne žlezde, nivo testosterona, estron sulfata, koncentracija skatola, androstenona i indola u masnom tkivu svinja (Zamaratskaia i sar., 2008). Pokazano je da nivo testosterona u plazmi, kao indikator funkcije testisa, ostaje isti do druge vakcinacije, a u vreme klanja, 15 dana kasnije, nivo testosterona je 7 do 25 puta niži kod imunokastrata, što je u saglasnosti sa povećanjem anti-GnRH antitela u to vreme (Škrlep i sar., 2010).

Funkcija testisa je dvostruka i ogleda se u sekreciji polnih hormona od strane Lajdigovih i Sertolijevih ćelija (steroidogeneza) i proizvodnji spermatozoida (spermatogeneza). Sekrecija testosterona kontrolisana je luteinizirajućim hormonom (LH) iz prednjeg režnja hipofize, a spermatogeneza je u osnovi kontrolisana folikulostimulirajućim hormonom (FH), ali je neophodno i prisustvo dovoljne količine testosterona.

Vakcinacijom protiv GnRH smanjuje se koncentracija hormona testisa, uključujući i androstenone, veličina reproduktivnih organa i broj spermatozoida (Jaroš i sar., 2005; Einarsson i sar., 2009). Skorašnje morfološke i imunohistohemijske studije su pokazale da se imunološkom kastracijom značajno smanjuje veličina i masa testisa, dijametar seminifernih tubula, a da se u epididimisu ne detektuje ni jedna ili svega nekoliko spermatozoa (Hilbe i sar., 2006).

Kod imunizovanih jedinki Lajdigove ćelije su bile manje u poređenju sa ćelijama kontrolne grupe životinja (Einarsson i sar., 2009). U studiji Claus i sar. (2008) početak imunizacionog efekta bio je uniforman kod svih životinja. Sinteza testosterona bila je blokirana osmog dana kod svih imunokastrata, ali se ponovno uspostavljanje funkcije Lajdigovih ćelija razlikovao među životinjama. Kod jedne svinje steroidogeneza je uspostavljena već 10 nedelja po drugoj vakcinaciji, a kod druge posle 24 nedelje. Claus i sar. (2008) su ustanovili da do ponovne sinteze testosterona dolazi od 10 do 24 nedelje po anamnestičkoj injekciji (druga injekcija Improvak vaccine).

Ulogu u ponovnom uspostavljanju sinteze hormona od strane Lajdigovih ćelija testisa najverovatnije imaju individualna osetljivost i sposobnost hipofize da reguluje na minimalne količine GnRH i sposobnost testisa da reaguje na LH. Posledično, odgovor Lajdigovih ćelija nije

determinisan samo LH koncentracijom, već i prisustvom LH receptora (MacKinnon i sar., 1978). Lajdigove ćelije svinja isključivo eksprimiraju LH receptore, ali ne i FSH receptore. Izgleda da GnRH vakcinacija vodi gubitku LH receptora u membrani Lajdigovih ćelija.

3. CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA

Cilj ovih istraživanja je ispitivanje mogućnosti primene imunokastracije u cilju sprečavanja mane polnog mirisa mesa mladih nerastova. Očekuje se da će rezultati ove doktorske disertacije dati podatke o sadržaju osnovnih nosilaca polnog mirisa mesa u masnom tkivu (androstenona i skatola) kod imunokastriranih životinja. Dobijeni rezultati biće poređeni sa sadržajem ovih jedinjenja u masnom tkivu mladih nerastova, a biće poređeni i sadržaji skatola kod ispitivanih grupa svinja. Deo rezultata će se odnositi na parametre mesnatosti trupa (procenat mesa u trupu, masa vrednijih delova trupa, odnos tkiva u vrednijim delovima trupa), kao i na parametre kvaliteta mesa (hemijski sastav, pH i temperatura u dubini buta 45 minuta posle klanja).

U svetu se dugi niz godina čine naponi da se poveća proizvodnja mesa. Jedan od načina kojim proizvodnja svinjskog mesa može da se poveća je klanje nekastriranih muških grla. Ovaj postupak se u tovu svinja ne primenjuje zbog toga što se kod mesa nerastova ispoljava nepoželjan miris mesa opisan kao „polni miris mesa“. Zbog toga je uobičajeno da se u tov svinja muške životinje stavljaju kao kastrati. U cilju sprečavanja mane polnog mirisa mesa razmatraju se i druge mogućnosti (selekcija pola, genetska selekcija, klanje mlađih kategorija svinja, imunokastracija). Danas se najviše pažnje poklanja imunokastraciji o čemu govori i podatak da je ovaj postupak odobren u preko 50 zemalja u svetu. Kod imunokastracije imunski sistem svinje vrši imunosupresiju GnRH i na taj način dovodi do privremene inhibicije funkcije testisa. Ovo rešenje je povoljno sa aspekta dobrobiti životinja, ali i sa aspekta kvaliteta mesa.

Ispitivanja efekata imunokastracije na parametre prinosa i kvalitet mesa, kao i na sadržaj androstenona i skatola u masnom tkivu imunokastriranih životinja nisu brojna, a daju i različite podatke, što je razumljivo s obzirom da su izvedena kod različitih rasa svinja i njihovih međusobnih meleza, da se odnose na životinje različite telesne mase, uzrasta, na životinje koje su različito hranjenje i držane.

Cilj ovog rada bio je ispitivanje mogućnosti primene imunokastracije u cilju sprečavanja mane polnog mirisa mesa nerastova.

Za ostvarenje ovih ciljeva u okviru disertacije postavljeni su sledeći zadaci:

1. ispitati mesnatost trupova mladih nerastova, kastrata i imunokastriranih svinja i to na osnovu odabranih parametara (masa živih životinja, masa trupa, randman, debljina leđne slanine, masa tzv. francuske obrade, masa osnovnih delova trupa dobijenih rasecanjem francuske obrade, masa buta i zastupljenost pojedinih tkiva unutar osnovnog dela, masa mišićnog tkiva, masnog tkiva sa kožom i masa kostiju);
2. ispitati razlike u masi testisa mladih nerastova i imunokastrata;
3. ispitati kalo hlađenja polutki svinja;
4. ispitati parametre kvaliteta mesa (sadržaj vode, masti, proteina, pepela, pH, temperature mesa 45 minuta posle klanja);
5. ispitati sadržaj skatola u masnom tkivu kastrata, nerastova i imunokastrata;
6. ispitati sadržaj androstenona u masnom tkivu nerastova i imunokastrata;
7. ispitati prihvatljivost mirisa i ukusa mišićnog i masnog tkiva (posebno) posle toplotne obrade;
8. ispitati razlike u prihvatljivosti mesa kastrata, nerastova i imunokastrata.

4. MATERIJAL I METODE

4.1. Materijal

Eksperimentalne životinje

Ogled je izveden na tri grupe od po 30 svinja. Grupe su obuhvatale nekastrirana muška grla, kastrirana (do sedmog dana starosti) i imunokastrirane svinje. Sve grupe svinja potiču od jednog nerasta (melez durok i pietren) i krmače iste linije (melez landrasa i jorkšira). Sve tri grupe svinja hranjene su i držane na isti način.

Postupak imunizacije

Imunizacija svinja uključenih u ogled obavila se subkutanom aplikacijom 2x2 ml Improvak vakcine (Pfizer Ltd., formerly CSL Limited, Parkville, Victoria, Australia) pod kožu iza baze uha. Kao imunogeni materijal vakcina sadrži sintetski gonadotropni rilizing hormon konjugovan sa proteinskim nosačem u vodenom adjuvansu. Prva vakcinacija svinja obavljena je u osmoj nedelji starosti (55. dan starosti), a druga pet nedelja pre klanja (143. dan starosti).

Klanje životinja i obrada trupa

Po završetku tova, transport do klanice, klanje svinja i obrada trupa izvršeni su na istovetan način. Posle klanja, obrade i hlađenja utvrđeni su parametri prinosa mesa. Od rasečenih delova trupa (slabina sa masnim tkivom) uzeti su uzorci za hemijske analize, utvrđivanje sadržaja skatola i androstenona, kao i za senzornu analizu. Utvrđivanje sadržaja skatola izvršeno je u uzorcima masnog tkiva uzetim od svih jedinki, a utvrđivanje sadržaja androstenona od svih jedinki iz grupe mladih nerastova i imunokastrata. Za hemijske i senzorne analize uzeto je po deset uzoraka mesa (*m. longissimus dorsi pars lumbalis*) iz svake grupe svinja.

4.2. Metode

Za ostvarivanje postavljenih zadataka koristili su se sledeći postupci:

4.2.1. Mesnatost svinja

Merenje mase svinja, mase toplih polutki i utvrđivanje ostalih parametara neophodnih za utvrđivanje prinosa mesa obavilo se na način uobičajen za industrijsku klanicu.

Merenje mase svinja pre klanja izvršeno je pri istovaru svinja iz transportnog vozila na vagi koja se nalazi u koridoru. Tačnost merenja bila je ± 0.5 kg. Masa toplih, odnosno ohlađenih polutki merena je na vagi na koloseku sa tačnošću ± 0.1 kg. Randman klanja je izračunat iz podataka o masi živih životinja i masi toplih polutki (trupa).

Prinos mesa izražen u procentima i kilogramima određen je prema Pravilniku o kvalitetu svinja za klanje. Prema Pravilniku prinos mesa se određuje na osnovu zbira debljine slanine na krstima i na leđima izražene u milimetrima i mase toplih polutki izražene u kilogramima. Na osnovu ovih mera iz tabličnih vrednosti određuje se prinos mesa u kilogramima, odnosno u procentima.

Za ispitivanje mesnatosti trupova korišćena je i masa „francuske obrade“. „Francuska obrada“ podrazumeva obrađenu polutku tako da je odsečena glava, noge u tarzalnom, odnosno karpalnom zglobu i skinuta koža sa potkožnim masnim tkivom. Sa obrađene polutke odsečen je trbušno-rebarni deo (potrbušina) koji se inače koristi za proizvodnju hamburške slanine.

Mesnatost trupova određivana je i na osnovu mase i zastupljenosti buta u polutki, kao i na osnovu zastupljenosti mišićnog tkiva, kostiju i kože sa potkožnim masnim tkivom u butu. But je od trupa odvajan rezom između poslednjeg slabinskog i prvog krsnog pršljena, a od kolence u kolenom zglobu.

4.2.2. Masa testisa

Masa testisa nerastova i imunokastrata utvrđena je merenjem na vagi sa tačnošću od ± 5 g.

4.2.3. Kalo hlađenja

Kalo hlađenja je određen na osnovu razlike mase toplih polutki i mase polutki posle 24 sata hlađenja i izražen je u procentima.

4.2.4. Fizička i fizičko-hemijska ispitivanja

Merenje pH i temperature mesa obavljeno je 60 minuta i 24 sata posle klanja pH-metrom "Testo 205" (Nemačka), koji meri istovremeno pH i temperaturu mesa. Merenja su obavljena ubodom u muskulaturu buta.

Za hemijske analize korišćeni su standardni ISO postupci:

voda - određivanje gubitka mase pri sušenju uzorka pri $105\pm 1^{\circ}\text{C}$ do konstantne mase (JUS ISO 1442); masti - metodom po Soxletu, ekstrakcijom masti iz osušenog uzorka petrol etrom, destilacijom i sušenjem pri $105\pm 1^{\circ}\text{C}$ do konstantne mase (JUS ISO 1443); proteini- metodom po Kjeldahlu, primenom uređaja „Tecator“ (JUS ISO 937); pepeo - sagorevanjem uzorka pri 550°C do konstantne mase (JUS ISO 936).

4.2.5. Određivanje sadržaja skatola

Za određivanje sadržaja skatola u masnom tkivu svinja korišćena je kolorimetrijska metoda koja se zasniva na modifikaciji Ehrlichove reakcije indola sa 4-dimetil-aminobenzaldehidom-DMAB (Mortensen i Sørensen, 1984).

a) Radni rastvori i reagens za izazivanje boje

- 0.1M TRIS-pufer, pH = 7.5: 12.1 g Trisa se rastvori u 1000 ml destilovane vode i pH podesi na 7.5 sa koncentrovanom hlorovodoničnom kiselinom.
- 0.1M Na-sulfit: 1.26 g N-sulfita u 100 ml destilovane vode.
- TRIS-acetonski rastvor: 300 ml acetona („Merck“ za spektroskopiju) i 100 ml TRIS pufera i 4 ml 0.1M rastvora Na-sulfita.

-
- 75 % sumporna kiselina: 750 ml koncentrovane sumporne kiseline i 250 ml destilovane vode se lagano promeša uz konstantno hlađenje.
 - Reagens za izazivanje boje: 8 g 4-dimetilaminobenzaldehida (DMBA) se rastvori u 480 ml 99 % etanola. U to se polako doda 320 ml 75 % sumporne kiseline, temperatura mešavine ne sme da pređe 30°C. Na kraju se doda 0.8 ml 25 % rastvora BRIJ-a. Rastvor se može čuvati na hladnom do sedam dana.

Sve korišćene hemikalije su p.a., a rastvarači odgovarajuće spektroskopske čistoće.

b) Priprema uzoraka i ekstrakcija

- U kivetu odgovarajuće zapremine odmeri se po 5.0 g samlevenog masnog tkiva i prelije se sa 10 ml TRIS-acetonskog rastvora. Uzorak se homogenizuje na Ultra Turaxu 60 sekundi pri najmanjoj brzini. Homogenat se ohladi na +5°C i zatim filtrira kroz filter papir (plava traka). Dobijeni filtrat se koristi za dalje određivanje skatola. Filtrat je moguće čuvati tri dana na -18°C, bez uticaja na sadržaj skatola.
- Svi uzorci su rađeni u duplikatu i uz svaki set uzoraka rađeni su i obogaćeni uzorci.

c) Razvijanje boje

- Dobijeni filtrat se meša sa DMBA reagensom u odnosu 0.7:1 = v:v. Smeša se dobro promeša na vortexu i nakon 3 do 5 minuta meri se absorbanca na 580 nm, l = 1 cm ili l = 5 cm (spektrofotometar – PYE UNICAM SP-8500).

d) Standardni rastvor skatola

- Za osnovni rastvor, 50.0 mg skatola (Merck) rastvoreno je u 25.0 ml metanola (Merck, c = 2000 ppm). Prvo razblaženje pravljeno je od 0.5 ml osnovnog rastvora, dopunjenog do 100 ml TRIS-acetonskim rastvorom (c = 10 ppm).
- Od ovog rastvora pravljena je serija radnih standarda datih koncentracija:

0.05 µg/ml	(50 µl i do 10 ml TRIS-acetonski rastvor)
0.10 µg/ml	(100 µl i do 10 ml TRIS-acetonski rastvor)
0.15 µg/ml	(150 µl i do 10 ml TRIS-acetonski rastvor)
0.20 µg/ml	(200 µl i do 10 ml TRIS-acetonski rastvor)
0.40 µg/ml	(400 µl i do 10 ml TRIS-acetonski rastvor)
0.80 µg/ml	(800 µl i do 10 ml TRIS-acetonski rastvor)
1.00 µg/ml	(1000 µl i do 10 ml TRIS-acetonski rastvor)

- Standardni rastvori su čuvani na temperaturi od -18°C i mogu se koristiti do tri meseca. Radni rastvori su pravljani sveži za svaki set ispitivanja.
- Standardna prava zavisnosti apsorbance od koncentracije skatola je izražena jednačinom prave $y = 0.1003x - 0.0005$, sa koeficijentom korelacije $r = 0.999$.

e) Potvrda (validacija) metode

- Valjanost izvođenja procedure pripreme uzorka praćena je dodavanjem poznatih kolićina skatola (100 i 200 ng) na gram masnog tkiva sa poznatim sadržajem skatola. Prinos („recovery“) dodatnih kolićina se kretao od 86 % do 107 %, pri ćemu je srednja vrednost iznosila 97 ± 7 %.
- Reproductivnost merenja praćena je ponovljenim analizama jednog broja odabranih uzoraka, ispitivanih ili u jednom danu (intra-) ili u više razlićitih dana (inter-). Koeficijent varijacije za ispitivanja u jednom danu iznosio je $CV = 4.3$ %, a za merenja u razlićitim danima $CV = 9.1$ %.
- Limit detekcije ili kvantifikacije je 0.010 µg/ml standardnog rastvora, što odgovara 0.020 µg/g masnog tkiva. Ovo predstavlja zadovoljavajuću vrednost za svrhu korelacije odnosa između mirisa/ukusa i sadržaja skatola kao nosioca mirisa, pošto prag organoleptićeke osetljivosti iznosi 0.200 µg/g.

4.2.6. *Određivanje sadržaja androstenona*

Za određivanje sadržaja androstenona u masnom tkivu svinja korišćena je metoda gasne hromatografije posle procesa ekstrakcije i prečišćavanja iz uzorka masnog tkiva (Garcia-Requeiro i sar., 1986; Garcia-Requeiro i Diaz, 1989).

Izolovanje androstenona iz masnog tkiva vršeno je po sledećoj proceduri:

a) Ekstrakcija

- Tri grama masti se homogenizuje na Ultraturax-u uz dodatak 15 ml metanola. Dobijeni rastvor se centrifuguje 10 minuta, na 2000 rpm nakon čega se supernatant odlije. Ceo postupak se ponovi još dva puta. Sva tri metanolna uzorka se spoje i hlade 40 minuta na -20°C. Izdvojena mast se odvoji ceđenjem, a metanolni rastvor upari do suva na vakum uparivaču (P = 500 mm Hg; T = 40°C). Dobijeni suvi ekstrakt se rastvori u 2 ml smeše n-heksan : dietiletar (80 : 20).

b) Prečišćavanje

- Dobijeni ekstrakt se prečišćava hromatografijom na koloni Florisila (veličina čestica 0.15 – 0.25 mm). Staklena kolona (i. D. = 1 cm) se napuni prvo sa natrijum sulfatom (h = 0.5 cm), zatim sa Florisilom (h = 8 cm), (koji je prethodno aktiviran na 120°C u toku 24^h) i na kraju sa još jednim slojem natrijum sulfata (h = 1 cm). Ovako pripremljena kolona se ispere sa 40 ml n-heksana. Uzorak rastvoren u 2 ml smeše n-heksan:dietiletar (80 : 20) se nanese na vrh kolone nakon čega se vrši eluiranje i sakupljanje sledećih frakcija:
frakcija I – 20 ml smeše n-heksan:dietiletar (80:20)
frakcija II – 40 ml smeše n-heksan:etilacetat (96:4).
- Dobijena frakcija II koja sadrži androstenon upari se na vakumu, pri temperaturi do 40°C do male zapremine, a zatim prebaci u kivetu i upari do suva u struji azota. Tako dobijeni materijal se derivatizuje za određivanje na gasnom hromatografu sa detektorom elektronskog zahvata.

c) *Derivatizacija*

- Na suvi ostatak ekstrahovanog androstenona doda se 50 µl piridinskog rastvora pentafluorobenzilhidroksilamina (PFBHA) koncentracije 4 mg/ml. Zatvorena kiveta se termostatira 1 čas na 60°C. Nakon termostatiranja dodaje se 3 ml n-heksana, promućka na vortex-u i ispira sukcesivno sa po:

1 ml H₂O

1 ml 0.1M HCL

1 ml 0.1M NaOH

1 ml H₂O

pri čemu se u svakoj fazi ispiranja odbacuje donja, vodena faza. Nakon ispiranja heksanski rastvor se upari do suva u struji azota i ostatak rastvori u 500 µl n-heksana odakle se vrši određivanje sadržaja androstenona gasnom hromatografijom.

d) *Instrumentalno određivanje*

- Instrumentalno određivanje androstenona vršeno je gasnom hromatografijom pri sledećim uslovima:

Kolona: Megabore DB-1 (30 m x 0.53 mm; film: 1.5 µl) (J&W Scientific)

Grejanje kolone: od 140°C do 250°C brzinom od 5°C/min;

vreme zadržavanja na 250°C 13 min.

Injektor: on-column; T=250°C

Detektor: ECD (Ni⁶³); T=300°C

Noseći gas: azot (protok: 20 ml/min)

- Derivatizovani androstenon pri ovim uslovima daje dva pika (odnos visina: 0.8) sa retencionim vremenima od 28 min. za prvi i 29 min. za drugi pik.
- Korišćen je gasni hromatograf VARIAN 3400.

e) *Standardna prava*

-
- Zavisnost visine pikova od koncentracije androstenona data je izrazom $y = 3.3 + 29.7x$ i koeficijentom korelacije $r = 0.985$. Na osnovu visina pikova u ispitivanom uzorku, poređenjem sa standardnom pravom određivane su koncentracije androstenona. Uz svaki set uzoraka, pored standarda rađen je i jedan uzorak obogaćen androstenonom (0.2 ppm). Prinos androstenona određen u obogaćenim uzorcima iznosio je 80.7 % sa koeficijentom varijacije $C_v = 12.9$ %.

4.2.7. Ispitivanje prihvatljivosti mirisa mišićnog i masnog tkiva

Za ispitivanje prihvatljivosti mirisa mesa i masnog tkiva korišćena je skala intenziteta sa sedam tačaka (1- najmanje prihvatljiv; 7- najprihvatljiviji miris). U ispitivanjima su učestvovali obučeni ocenjivači (ISO 8586-1:2:2008).

a) Ocena mirisa masnog tkiva pomoću skale intenziteta

Masno tkivo je zagrevano po postupku koji su opisali Jarmoluk i sar. (1970). Za ispitivanje je korišćen ručni grejač marke „ORYX 50“ proizvođača „Greenwood Elektronik“ V. Britanija sa maksimalnom temperaturom zagrevanja do 400°C (vrh grejača). Vrhom grejača je pritiskivano masno tkivo nekoliko sekundi (2 do 5 sekundi). Na mestu isparavanja vrši se utvrđivanje intenziteta mirisa. Ocena intenziteta beležena je na strukturnoj skali sa sedam tačaka (ISO 4121/1987).

b) Ocena prihvatljivosti mirisa mesa (mišićnog tkiva)

Za ocenu prihvatljivosti mirisa mesa uzorci mesa su zagrevani u mikrotalasnoj pećnici pri čemu je za zagrevanje korišćena snaga od 650 W u trajanju od 15 minuta. Do analize uzorci su kratko vreme termostatirani pri temperaturi od 65°C.

4.2.8. Ispitivanje razlika u prihvatljivosti mirisa i ukusa mesa

Za ispitivanje razlika u prihvatljivosti mirisa i ukusa mesa ispitivanih grupa svinja korišćen je Rang test (ISO 8587:2006).

-
- Za ispitivanja razlika u prihvatljivosti formirano je od svake grupe ispitivanih svinja po šest podgrupa (jedna grupa meso od pet svinja). Meso je mleveno i formirano u obliku pljeskavica, a zatim toplotno obrađeno u mikrotalasnoj pećnici pri čemu je za zagrevanje korišćena snaga od 650 W u trajanju od 15 minuta. Do analize uzorci su kratko vreme držani u termostatu pri temperaturi od 65°C.
 - Setovi od po tri pljeskavice iz svake grupe svinja su prezentirani ocenjivačima (deset ocenjivača) sa zadatkom da ih posle probe mirisa i ukusa rangiraju prema prihvatljivosti tako da brojem 1 bude označen najprihvatljiviji uzorak, a brojem tri uzorak koji je najmanje prihvatljiv.

4.2.9. Statistička obrada rezultata

U statističkoj analizi dobijenih rezultata izvedenog eksperimenta kao osnovne statističke metode koristili su se deskriptivni statistički parametri, odnosno aritmetička sredina (\bar{X}), standardna devijacija (Sd), standardna greška (Se) i koeficijent varijacije (Cv %) omogućili su opisivanje eksperimentalnih rezultata i njihovo tumačenje. Za testiranje i utvrđivanje statistički značajnih razlika između ispitivanih grupa korišćena su tri testa. Za ispitivanje značajnosti razlika između srednjih vrednosti dve ispitivane grupe korišćen je t-test. Za ispitivanje značajnosti razlika između tri i više posmatranih tretmana korišćen je grupni test, ANOVA, a zatim su pojedinačnim Tukey testom ispitane statistički značajne razlike između tretmana. Signifikantnost razlika utvrđena je na nivoima značajnosti od 5%, 1% i 0.1%. Svi dobijeni rezultati prikazani su tabelarno i grafički. Statistička analiza dobijenih rezultata urađena je u statističkom paketu PrismaPad 5.00.

5. REZULTATI ISPITIVANJA

Rezultati ispitivanja podeljeni su prema ciljevima, odnosno zadacima ispitivanja u osam podpoglavlja.

5.1. Mesnatost trupova kastrata, nerastova i imunokastrata

Rezultati ispitivanja telesne mase kastrata, nerastova i imunokastrata pre klanja prikazani su u tabeli 1. Prosečna telesna masa nerastova pre klanja bila je 111.40 ± 6.22 kg i bila je statistički značajno veća ($p < 0.001$) od prosečne mase kastrata (102.50 ± 9.55 kg), a nije se statistički značajno razlikovala od prosečne mase imunokastrata (107.70 ± 7.92 kg). Prosečna masa imunokastrata pre klanja bila je statistički značajno veća ($p < 0.05$) od prosečne mase kastrata.

Tabela 1. Telesna masa (kg) ispitivanih kategorija svinja pre klanja (n=30)

Kategorija svinja	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	$102.50^{\alpha a}$	9.55	1.74	85.90	129.20	9.32
Nerastovi	$111.40^{\beta b}$	6.22	1.14	100.00	126.00	5.59
Imunokastrati	$107.70^{\gamma b}$	7.92	1.45	96.00	121.00	7.35

Napomena: a, b, c – $p < 0.05$; x, y, z – $p < 0.01$; α, β, γ – $p < 0.001$

U tabeli 2. prikazane su prosečne mase polutki svinja (kastrati, nerastovi i imunokastrati) posle klanja i obrade. Rezultati se odnose na mase toplih, odnosno ohlađenih polutki (dve polutke istog trupa). Prosečna masa (90.80 ± 6.35 kg) toplih polutki nerastova bila je statistički značajno veća ($p < 0.001$) od prosečne mase toplih polutki kastrata (83.28 ± 8.68 kg). Nije utvrđena statistički značajna razlika između prosečnih masa toplih polutki kastrata i imunokastata, kao ni između toplih polutki nerastova i imunokastrata. Prosečna masa (88.36 ± 5.79 kg) ohlađenih polutki

nerastova bila je statistički značajno veća ($p < 0.001$) od prosečne mase (80.78 ± 9.22 kg) ohlađenih polutki kastrata. Ohlađene polutke imunokastrata imale su statistički značajno veću ($p < 0.05$) prosečnu masu od prosečne mase ohlađenih polutki kastrata.

Tabela 2. Masa (kg) polutki svinja posle klanja i obrade

Kategorija	Polutke	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	Tople	83.28 ^a	8.68	1.58	68.30	107.00	10.42
Nerastovi		90.80 ^b	6.35	1.16	80.50	99.70	6.99
Imunokastrati		87.72	7.68	1.40	74.70	103.00	8.75
Kastrati	Hladne	80.78 ^{aa}	9.22	1.68	63.70	105.20	11.42
Nerastovi		88.36 ^b	5.79	1.06	78.30	97.50	6.55
Imunokastrati		85.75 ^b	7.60	1.39	72.60	100.90	8.87

Randman klanja ispitivanih kategorija svinja izračunat je na masu ohlađenih polutki i bio je od 79.06 ± 2.03 % do 79.77 ± 2.30 %. Nije utvrđena statistički značajna razlika između prosečnih randmana klanja ispitivanih kategorija svinja (tabela 3).

Tabela 3. Randman klanja (%) ispitivanih kategorija svinja*

Kategorija	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	79.77	2.30	0.42	75.91	86.60	2.89
Nerastovi	79.06	2.03	0.37	74.05	83.34	2.57
Imunokastrati	79.37	1.41	0.26	75.70	82.63	1.77

*Računato na masu hladnih polutki

Rezultati ispitivanja debljine slanine kastrata, nerastova i imunokastrata prikazani su u tabeli 4. Prosečna debljina slanine na krstima (18.37 ± 3.16 mm) kod kastrata bila je statistički značajno veća ($p < 0.001$) od prosečne debljine slanine na krstima kod nerastova (9.03 ± 3.11 mm), odnosno kod imunokastrata (12.60 ± 1.96 mm). Utvrđeno je da je prosečna debljina slanine imunokastrata

na krstima bila statistički značajno veća ($p < 0.001$) od prosečne debljine slanine na krstima kod nerastova.

Tabela 4. Debljina slanine ispitivanih kategorija svinja

Kategorija	Debljina slanine (mm)	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	Krsti	18.37 ^a	3.16	0.58	11.00	24.00	17.19
Nerastovi		9.03 ^b	3.11	0.57	3.00	18.00	36.46
Imunokastrati		12.60 ^y	1.96	0.36	7.00	16.00	15.54
Kastrati	Leđa	21.33 ^a	3.26	0.60	15.00	27.00	15.29
Nerastovi		15.63 ^b	3.44	0.63	9.00	23.00	22.00
Imunokastrati		16.63 ^b	2.12	0.39	14.00	22.00	12.87
Kastrati	Zbir	39.70 ^a	5.10	0.93	31.00	50.00	12.85
Nerastovi		24.67 ^{bx}	6.17	1.13	14.00	41.00	25.02
Imunokastrati		29.23 ^{by}	3.35	0.61	21.00	36.00	11.46

Prosečna debljina slanine na leđima kod nerastova (15.63 ± 3.44 mm) bila je statistički značajno manja ($p < 0.001$) od prosečne debljine slanine kod kastrata (21.33 ± 3.26 mm), a nije se statistički značajno razlikovala od prosečne debljine slanine na leđima kod imunokastrata (16.63 ± 2.12 mm). U tabeli 4. prikazani su i rezultati zbira debljine slanine na krstima i leđima, budući da se zbir debljina slanine uzima kao mera za izračunavanje mesnatosti svinja. Prosečan zbir debljina slanine kod kastrata (39.70 ± 5.10 mm) bio je statistički značajno veći ($p < 0.001$) od prosečnog zbira debljina slanine kod nerastova (24.67 ± 6.17 mm), odnosno imunokastrata (29.23 ± 3.35 mm). Utvrđeno je da je prosečan zbir debljina slanine imunokastrata bio statistički značajno veći ($p < 0.01$) od prosečnog zbira debljine slanine kod nerastova.

Mesnatost trupova ispitivanih kategorija svinja izražena u procentima, odnosno kilogramima prikazana je u tabeli 5. Prosečna mesnatost trupova kastrata izražena u procentima (42.86 ± 1.12 %) bila je statistički značajno manja ($p < 0.001$) od prosečne mesnatosti nerastova izražene u procentima (45.30 ± 0.77 %), odnosno od prosečne mesnatosti imunokastrata izražene u

procentima (45.00 ± 0.64 %). Slični rezultati dobijeni su i kada je mesnatost trupova ispitivanih kategorija svinja izražena u kilogramima. Prosečna količina mesa trupova kastrata izražena u kilogramima (35.57 ± 4.18 kg) bila je statistički značajno manja ($p < 0.001$) u odnosu na količinu mesa izraženu u kilogramima utvrđenu kod nerastova (41.01 ± 3.17 kg), odnosno kod imunokastrata (39.37 ± 3.69 kg).

Tabela 5. Mesnatost trupova ispitivanih kategorija svinja

Kategorija	Mesnatost	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	U procentima	42.86^a	1.12	0.21	40.30	44.49	2.62
Nerastovi		45.30^b	0.77	0.14	42.73	45.99	1.70
Imunokastrati		45.00^b	0.64	0.12	43.71	46.15	1.41
Kastrati	U kilogramima	35.57^a	4.18	0.76	27.81	46.82	11.74
Nerastovi		41.01^b	3.17	0.58	36.50	45.53	7.74
Imunokastrati		39.37^b	3.69	0.67	32.78	47.07	9.37

Uobičajeno je da se polutke svinja za maloprodaju obrađuju tako da se odsecaju glava i noge u tarzalnom, odnosno karpalnom zglobu, skida koža sa potkožnim masnim tkivom i potrbušina i da se tako obrađen trup stavlja u maloprodaju pod nazivom „francuska obrada“ koja se raseca u osnovne delove. Prosečne mase „francuskih obrada“ ispitivanih kategorija svinja prikazane su u tabeli 6. Dobijeni rezultati odnose se na masu jedne obrađene polutke („francuske obrade“). Prosečna masa „francuske obrade“ nerastova (26.93 ± 1.97 kg) bila je statistički značajno veća ($p < 0.001$) od prosečne mase (23.98 ± 1.50 kg) „francuske obrade“ kastrata. Prosečna masa „francuske obrade“ imunokastrata (25.26 ± 1.99) nije se statistički značajno razlikovala od prosečne mase „francuske obrade“ kastrata, a bila je statistički značajno manja ($p < 0.05$) od prosečne mase „francuske obrade“ nerastova.

Tabela 6. Masa „francuske obrade“ (kg) ispitivanih kategorija svinja*

Kategorija	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	23.98 ^a	1.50	0.39	21.50	26.45	6.25
Nerastovi	26.93 ^{ba}	1.74	0.45	25.10	30.30	6.48
Imunokastrati	25.26 ^b	1.99	0.51	22.50	28.10	7.88

* masa jedne polutke

U tabeli 7. prikazano je učešće „francuske obrade“ izražene u procentima u masi polutke ispitivanih kategorija svinja. Prosečno najveće učešće „francuske obrade“ u masi polutke utvrđeno je kod nerastova (63.60 ± 3.01 %) i bilo je statistički značajno veće ($p < 0.001$) u odnosu na prosečno učešće „francuske obrade“ u masi polutke kastrata (56.29 ± 2.08 %). Takođe, učešće „francuske obrade“ kod nerastova bilo je statistički značajno veće ($p < 0.01$) u masi polutke u odnosu na prosečno učešće u masi „francuske obrade“ polutki imunokastrata (59.96 ± 1.83 %). Učešće „francuske obrade“ u masi polutke imunokastrata bilo je statistički značajno veće ($p < 0.01$) u odnosu na učešće „francuske obrade“ u masi polutke kastrata.

Tabela 7. Učešće „francuske obrade“ (%) u masi polutke ispitivanih kategorija svinja

Kategorija	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	56,29 ^{xa}	2,08	0,66	53,17	60,30	3,69
Nerastovi	63,60 ^{xb}	3,01	0,95	59,43	69,61	4,73
Imunokastrati	59,96 ^y	1,83	0,58	57,18	62,90	3,05

But je najvredniji deo polutke svinja i po kvalitetu mesa, ali i po količini mesa. Masa buta, mesa i sporednih delova buta kastrata, nerastova i imunokastrata (kolenica, koža sa potkožnim masnim tkivom, kosti) koji se dobijaju pri njenoj obradi prikazana je u tabeli 8. Prosečne mase buta nerastova (12.26 ± 0.79 kg), odnosno imunokastrata (11.98 ± 0.46 kg) bile su statistički značajno veće ($p < 0.001$) od prosečne mase buta kastrata (10.16 ± 1.22 kg). Utvrđeno je, takođe, da je prosečna količina mesa u butu nerastova (8.69 ± 0.55 kg), odnosno imunokastrata (8.53 ± 0.50 kg) statistički značajno veća ($p < 0.001$) u odnosu na prosečnu masu mesa (6.77 ± 0.85 kg) dobijenog

obradom buta kastrata. Prosečne mase sporednih delova (kolenica, koža sa potkožnim masnim tkivom, kosti) dobijenih obradom buta bile su od 3.39 ± 0.49 kg (kastrati) do 3.50 ± 0.39 kg (nerastovi) i nisu se međusobno statistički značajno razlikovali.

Tabela 8. Masa buta, mesa i sporednih delova (kg) ispitivanih kategorija svinja

Kategorija	kg	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	But	10.16 ^a	1.22	0.39	8.75	12.80	21.02
Nerastovi		12.26 ^b	0.79	0.25	11.17	13.20	6.46
Imunokastrati		11.98 ^b	0.46	0.15	11.28	12.98	3.84
Kastrati	Meso	6.77 ^a	0.85	0.27	5.94	8.60	12.50
Nerastovi		8.69 ^b	0.55	0.17	7.91	9.48	6.35
Imunokastrati		8.53 ^b	0.50	0.16	7.81	9.55	5.84
Kastrati	Sporedni delovi*	3.39	0.49	0.15	2.75	4.20	14.41
Nerastovi		3.50	0.39	0.12	2.85	4.38	11.24
Imunokastrati		3.46	0.22	0.07	3.11	3.96	6.25

* kolenica, koža sa potkožnim masnim tkivom, kosti

Prosečno učešće mesa (mišićnog tkiva) u butu nerastova (71.29 ± 2.42 %) i imunokastrata (71.11 ± 2.03 %) bilo je statistički značajno veće ($p < 0.001$) od prosečnog učešća mesa u butu kastrata (66.61 ± 2.44 %). Kako je učešće mesa u butu kastrata manje od učešća mesa u butu nerastova i imunokastrata, tako je učešće sporednih delova (kolenica, koža, potkožno masno tkivo, kosti) u butu kastrata statistički značajno veće ($p < 0.001$) od učešća ovih delova u butu nerastova, odnosno imunokastrata (tabela 9).

Tabela 9. Učešće mesa i sporednih delova (%) u ukupnoj masi buta ispitivanih kategorija svinja

Kategorija	%	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	Meso	66.61 ^a	2.40	0.76	61.20	69.99	3.60
Nerastovi		71.29 ^b	2.42	0.76	66.36	74.30	3.39
Imunokastrati		71.11 ^b	2.03	0.64	67.73	74.06	2.85
Kastrati	Sporedni delovi	33.51 ^a	2.33	0.74	30.10	38.88	6.97
Nerastovi		28.77 ^b	2.41	0.76	25.70	33.64	8.38
Imunokastrati		28.89 ^b	2.03	0.64	25.94	32.27	7.02

Rezultati ispitivanja prosečne mase sporednih delova (kolenica, koža, potkožno masno tkivo, kosti) kastrata, nerastova i imunokastrata prikazani su u tabeli 10. Prosečno statistički značajno veća ($p < 0.001$) masa kolenica (1.54 ± 0.09 kg) utvrđena je kod imunokastrata u odnosu na prosečnu masu kolenica kastrata (1.25 ± 0.15 kg). Takođe i prosečna masa kolenica nerastova (1.46 ± 0.09 kg) bila je statistički značajno veća ($p < 0.001$) u odnosu na prosečnu masu kolenica kastrata. Nije utvrđena statistički značajna razlika između prosečnih masa kolenica nerastova i imunokastrata.

Tabela 10. Masa sporednih delova buta (kg) ispitivanih kategorija svinja

Kategorija	kg	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	Kolenica	1.25 ^{ax}	0.15	0.05	1.07	1.57	11.94
Nerastovi		1.46 ^y	0.09	0.03	1.31	1.61	6.49
Imunokastrati		1.54 ^b	0.09	0.03	1.41	1.65	5.61
Kastrati	Kosti	0.58 ^a	0.07	0.02	0.50	0.70	11.70
Nerastovi		0.70 ^b	0.04	0.01	0.64	0.79	6.44
Imunokastrati		0.73 ^b	0.06	0.02	0.63	0.81	7.93
Kastrati	Koža sa potkožnim masnim tkivom	1.56 ^a	0.32	0.10	1.18	2.17	20.72
Nerastovi		1.42	0.33	0.11	0.87	2.12	23.56
Imunokastrati		1.19 ^b	0.26	0.08	0.69	1.67	21.59

Nerastovi i imunokastrati imali su statistički značajno veću ($p < 0.001$) prosečnu masu kostiju u butu (0.70 ± 0.04 kg, odnosno 0.73 ± 0.06 kg) u odnosu na prosečnu masu kostiju buta kastrata (0.58 ± 0.07 kg). Prosečna masa kože sa potkožnim masnim tkivom kastrata (1.56 ± 0.32 kg) bila je statistički značajno veća ($p < 0.05$) u poređenju sa prosečnom masom kože sa potkožnim masnim tkivom imunokastrata (1.19 ± 0.26 kg). Nije utvrđena statistički značajna razlika između prosečne mase kože sa potkožnim masnim tkivom kastrata i nerastova, odnosno nerastova i imunokastrata.

Učešće sporednih delova (kolenica, kosti, koža sa potkožnim masnim tkivom) u ukupnoj masi buta kastrata, nerastova i imunokastrata prikazani su u tabeli 11. U ukupnoj masi buta koljenica, kao sporedni deo, učestvuje od 11.92 ± 0.64 % kod nerastova do 13.92 ± 0.78 % kod imunokastrata. Između učešća koljenice u ukupnoj masi buta ispitivanih kategorija svinja utvrđene su statistički značajne razlike na različitim nivoima koji su prikazani u tabeli 11. Učešće kostiju buta kod imunokastrata (6.36 ± 0.46 %) statistički je značajno veće ($p < 0.01$) u odnosu na učešće kostiju buta kod kastrata (5.73 ± 0.32 %), odnosno kod nerastova (5.70 ± 0.30 %).

Tabela 11. Učešće sporednih delova u ukupnoj masi buta (%) ispitivanih kategorija svinja

Kategorija	%	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	Kolenica	12.34^x	0.36	0.11	11.89	13.01	2.94
Nerastovi		11.92^a	0.64	0.20	11.16	13.15	5.34
Imunokastrati		13.29^{by}	0.78	0.25	11.92	14.78	5.88
Kastrati	Kosti	5.73^x	0.32	0.10	5.31	6.40	5.60
Nerastovi		5.70^x	0.30	0.09	5.24	6.06	5.19
Imunokastrati		6.36^y	0.46	0.15	5.71	6.94	7.23
Kastrati	Koža sa potkožnim masnim tkivom	15.32^a	2.34	0.74	11.72	20.44	15.24
Nerastovi		11.09^b	2.24	0.71	7.80	16.28	20.22
Imunokastrati		9.25^b	2.28	0.72	5.75	13.64	24.65

5.2. Masa testisa nerastova i imunokastrata

Uporedan prikaz mase testisa nerastova i imunokastrata prikazan je u tabeli 12. Prosečna masa testisa nerastova je 576.7 ± 48.80 g i statistički je značajno veća ($p < 0.001$) od prosečne mase testisa imunokastrata, koja je iznosila 235.8 ± 29.62 g. Izraženo u procentima masa testisa imunokastrata je za 40.89 % manja od mase testisa nerastova.

Tabela 12. Masa testisa (g) nerastova i imunokastrata

Kategorija	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Nerastovi	576.7^a	48.80	8.91	490.00	700.00	8.46
Imunokastrati	235.8^b	29.62	5.41	184.00	317.00	12.56

5.3. Kalo hlađenja polutki svinja

Kalo hlađenja polutki kastrata, nerastova i imunokastrata prikazan je u tabeli 13. Kalo hlađenja polutki kastrata (1.96 ± 0.13 %) statistički je značajno manji ($p < 0.001$) od kala hlađenja polutki nerastova (2.19 ± 1.12 %), odnosno imunokastrata (2.10 ± 0.15 %). Utvrđeno je, takođe, da je kalo hlađenja imunokastrata statistički značajno manji ($p < 0.05$) od kala hlađenja polutki nerastova.

Tabela 13. Kalo hlađenja (%) polutki ispitivanih kategorija svinja

Kategorija	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	1.96^a	0.13	0.02	1.70	2.10	6.51
Nerastovi	2.19^{ba}	1.12	0.02	2.00	2.40	5.54
Imunokastrati	2.10^{bb}	0.15	0.03	1.90	2.40	6.89

5.4.1. pH vrednost i temperatura mesa ispitivanih kategorija svinja

pH vrednosti mesa kastrata, nerastova i imunokastrata merena ubodom u muskulaturu buta posle 60 minuta i posle 24 sata prikazane su u tabeli 14. Utvrđeno je da je pH vrednost mesa nerastova (6.19 ± 0.34) 60 minuta posle klanja statistički značajno manja ($p < 0.01$) od pH vrednosti (6.43 ± 0.19) mesa kastrata. Nije utvrđena statistički značajna razlika između pH vrednosti mesa imunokastrata i kastrata, kao ni između pH vrednosti mesa imunokastrata i nerastova. Posle 24 sata od klanja pH vrednost mesa nerastova (5.41 ± 0.06) bila je statistički značajno manja ($p < 0.001$) od pH vrednosti mesa kastrata (5.65 ± 0.13), odnosno imunokastrata (5.61 ± 0.15). Nije utvrđena statistički značajna razlika između pH vrednosti mesa kastrata i imunokastrata.

Tabela 14. Vrednosti pH mesa ispitivanih kategorija svinja

Kategorija	pH	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	60 minuta posle klanja	6.43 ^x	0.19	0.04	5.95	6.75	3.01
Nerastovi		6.19 ^y	0.34	0.06	5.42	6.67	5.54
Imunokastrati		6.31	0.23	0.04	5.77	6.61	3.68
Kastrati	24 sata posle klanja	5.65 ^a	0.13	0.02	5.43	5.95	2.39
Nerastovi		5.41 ^b	0.06	0.01	5.26	5.50	1.03
Imunokastrati		5.61 ^a	0.15	0.03	5.40	5.94	2.74

Temperatura mesa ispitivanih kategorija svinja 60 minuta posle klanja merena je istovremeno sa pH vrednošću mesa u dubini buta. Rezultati ispitivanja prikazani su u tabeli 15. Temperatura mesa 60 minuta posle klanja bila je od $39.52 \pm 0.90^\circ\text{C}$ (kastrati) do $39.65 \pm 0.63^\circ\text{C}$ (nerastovi). Nije utvrđena statistički značajna razlika između temperature mesa u dubini buta ispitivanih kategorija svinja.

Tabela 15. Temperatura (°C) mesa ispitivanih kategorija svinja 60 minuta posle klanja

Kategorija	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	39.52	0.90	0.16	37.80	41.00	2.28
Nerastovi	39.65	0.63	0.11	38.40	40.70	1.59
Imunokastrati	39.58	0.55	0.10	38.20	40.80	1.38

5.4.2. Hemijski sastav mesa ispitivanih kategorija svinja

Od hemijskih parametara kvaliteta mesa kastrata, nerastova i imunokastrata ispitivani su sadržaj vode, proteina, masti i pepela u slabinskom delu dugog leđnog mišića. Rezultati su prikazani u tabeli 16.

Prosečan sadržaj vode u mesu nerastova (73.54 ± 0.41 %) statistički je značajno veći ($p < 0.001$) od prosečnog sadržaja vode (72.61 ± 0.46 %) u mesu kastrata. Utvrđeno je, takođe, da je prosečan sadržaj vode (73.04 ± 0.32 %) u mesu imunokastrata statistički značajno manji ($p < 0.05$) od prosečnog sadržaja vode u mesu nerastova. Nije utvrđena statistički značajna razlika između prosečnog sadržaja vode u mesu kastrata i imunokastrata.

U mesu nerastova prosečan sadržaj proteina je 22.52 ± 0.33 %, što je statistički značajno veća vrednost ($p < 0.001$) od prosečnog sadržaja proteina u mesu kastrata (21.83 ± 0.27). Prosečan sadržaj proteina u mesu nerastova je takođe statistički značajno veći ($p < 0.01$) od prosečnog sadržaja proteina u mesu imunokastrata. Nije utvrđena statistički značajna razlika između prosečnog sadržaja proteina u mesu kastrata i imunokastrata.

Prosečan sadržaj masti u ispitivanim uzorcima mesa je od 2.59 ± 0.20 % (nerastovi) do 4.27 ± 0.41 % (kastrati). Između prosečnih vrednosti sadržaja masti mesa kastrata, nerastova, odnosno imunokastrata utvrđena je statistički značajna razlika ($p < 0.001$).

Sadržaj pepela u mesu nerastova i kastrata je identičan (1.40 %), a u mesu imunokastrata je neznatno veći (1.41 ± 0.02).

Tabela 16. Hemijski sastav mesa ispitivanih kategorija svinja

Kategorija	Parametar (%)	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	Voda	72.61 ^a	0.46	0.14	72.03	73.41	0.63
Nerastovi		73.54 ^{ba}	0.41	0.13	73.16	74.45	0.56
Imunokastrati		73.04 ^b	0.32	0.10	72.54	73.63	0.43
Kastrati	Proteini	21.83 ^a	0.27	0.08	21.15	22.08	1.23
Nerastovi		22.52 ^{bx}	0.33	0.11	21.94	22.96	1.47
Imunokastrati		22.05 ^y	0.15	0.05	21.81	22.31	0.70
Kastrati	Masti	4.27 ^a	0.19	0.06	4.02	4.56	4.34
Nerastovi		2.59 ^b	0.20	0.06	2.28	2.92	7.81
Imunokastrati		3.67 ^y	0.25	0.08	3.23	4.01	6.70
Kastrati	Pepeo	1.40	0.02	0.006	1.38	1.43	1.35
Nerastovi		1.40	0.01	0.004	1.38	1.42	0.86
Imunokastrati		1.41	0.02	0.003	1.38	1.44	0.42

5.5. Sadržaj skatola u masnom tkivu ispitivanih kategorija svinja

Rezultati ispitivanja sadržaja skatola u masnom tkivu kastrata, nerastova i imunokastrata prikazani su u tabeli 17. Prosečan sadržaj skatola u masnom tkivu nerastova je $0.21 \pm 0.03 \mu\text{g/g}$ i statistički je značajno veći od prosečnog sadržaja skatola u masnom tkivu kastrata, odnosno imunokastrata ($0.12 \pm 0.02 \mu\text{g/g}$).

Tabela 17. Sadržaj skatola ($\mu\text{g/g}$) u masnom tkivu ispitivanih kategorija svinja

Kategorija	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	0.12 ^a	0.02	0.004	0.09	0.18	16.70
Nerastovi	0.21 ^b	0.03	0.005	0.17	0.28	14.28
Imunokastrati	0.12 ^a	0.02	0.003	0.10	0.16	16.70

Raspodela uzoraka masnog tkiva prema sadržaju skatola ispitivanih kategorija svinja prikazana je u tabeli 18.

Tabela 18. Raspodela uzoraka masnog tkiva ispitivanih kategorija svinja prema sadržaju ($\mu\text{g/g}$) skatola

Sadržaj skatola ($\mu\text{g/g}$)	Kategorija svinja					
	Kastrati		Nerastovi		Imunokastrati	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
0.05-0.09	2	6.66	-	-	-	-
0.10-0.14	25	83.33	-	-	27	90.00
0.15-0.19	3	10.00	10	33.00	3	10.00
0.20-0.24	-	-	15	50.00	-	-
≥ 25	-	-	5	16.66	-	-

Analizom raspodele uzoraka masnog tkiva ispitivanih kategorija svinja prema sadržaju skatola ($\mu\text{g/g}$) kod dva kastrata ustanovljene su vrednosti u opsegu od 0.05-0.09 $\mu\text{g/g}$, odnosno kod 6.66 %; kod 25 kastrata sadržaj skatola bio je od 0.10-0.14 $\mu\text{g/g}$, odnosno u 83.33 % uzoraka, a kod tri kastrata sadržaj skatola je bio od 0.15-0.19 $\mu\text{g/g}$, odnosno u 10 % uzoraka. Deset nerastova je imalo vrednosti za skatol u rasponu od 0.15-0.19 $\mu\text{g/g}$, odnosno 33 % uzoraka; kod 15 nerastova koncentracija skatola bila je od 0.20-0.24 $\mu\text{g/g}$, odnosno u 50 % uzoraka. Koncentracija veća od 25 $\mu\text{g/g}$ utvrđena je kod pet nerastova, odnosno kod 16.66 % uzoraka. Kod 27 imunokastrata utvrđene su vrednosti od 0.10-0.14 $\mu\text{g/g}$, odnosno kod 90 % uzoraka, a kod tri imunokastrata vrednosti koncentracije skatola bile su u opsegu od 0.15-0.19 $\mu\text{g/g}$ (10 %).

Ako bi kao norma prihvatljivosti bio sadržaj skatola u masnom tkivu od 0.20 $\mu\text{g/g}$ masnog tkiva, tada bi 50 % trupova nerastova bilo neprihvatljivo zbog promenjenih senzornih osobina. Ukoliko

bi kao norma sadržaja skatola bila uzeta vrednost od 0.25 µg/g masnog tkiva tada bi 16.66 % trupova bilo neprihvatljivo.

5.6. Sadržaj androstenona u masnom tkivu nerastova i imunokastrata

Sadržaj androstenona u masnom tkivu nerastova i imunokastrata prikazan je u tabeli 19. Iz dobijenih rezultata se vidi da je sadržaj androstenona u masnom tkivu imunokastrata bio ispod praga detekcije metode. Prosečan sadržaj androstenona u masnom tkivu nerastova bio je 0.66 ± 0.13 µg/g, a kretao se od 0.40 do 0.94 µg/g.

Tabela 19. Sadržaj androstenona u masnom tkivu nerastova i imunokastrata

Kategorija	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Nerastovi	0.66	0.13	0.02	0.40	0.94	19.70
Imunokastrati	nd*					

nd* ispod praga detekcije metode

U tabeli 20. prikazana je raspodela ispitivanih uzoraka masnog tkiva nerastova prema sadržaju androstenona pri čemu je za interval uzeta vrednost od 0.250 µg/g androstenona.

Tabela 20. Raspodela uzoraka masnog tkiva nerastova prema sadržaju androstenona

Sadržaj androstenona (µg/g)	uzoraka	
	broj	%
0.25-0.49	4	13.33
0.50-0.74	18	60.00
0.75-1.00	8	26.66

Prema rezultatima ispitivanja najveći broj uzoraka masnog tkiva (60.00 %) je sa sadržajem androstenona od 0.50 do 0.75 µg/g. Sa sadržajem androstenona od 0.75 do 1.00 µg/g je 26.66 % uzoraka, a u 13.33 % uzoraka sadržaj androstenona bio je manji od 0.50 µg/g.

5.7. Senzorna ocena prihvatljivosti mirisa i ukusa mišićnog i masnog tkiva

Rezultati ispitivanja senzorne ocene mirisa mišićnog i masnog tkiva ispitivanih kategorija svinja prikazani su u tabeli 21. Prihvatljivost mirisa mesa, odnosno masnog tkiva rađena je na skali od sedam tačaka, pri čemu je ocena „7“ predstavljala najbolje prihvatljiv miris mesa, odnosno miris masnog tkiva. Prosečna senzorna ocena mirisa mesa (dugi leđni mišić-slabinski deo) nerastova (5.08 ± 0.42) bila je statistički značajno manja ($p < 0.001$) od prosečne senzorne ocene mirisa mesa kastrata (5.93 ± 0.41), odnosno imunokastrata (5.72 ± 0.34). Nije utvrđena statistički značajna razlika između prosečnih senzornih ocena mirisa mesa kastrata i imunokastrata.

Senzorna ocena mirisa leđne slanine bila je najmanja kod uzoraka leđne slanine nerastova i iznosila je 3.90 ± 0.38 , što je statistički značajno ($p < 0.001$) manje u odnosu na senzornu ocenu mirisa leđne slanine kastrata (5.47 ± 0.41), odnosno imunokastrata (5.22 ± 0.34). Utvrđeno je da je prosečna ocena mirisa leđnog masnog tkiva imunokastrata statistički značajno manja ($p < 0.05$) od prosečne ocene mirisa leđnog masnog tkiva kastrata.

Tabela 21. Senzorna ocena mirisa mišićnog i masnog tkiva ispitivanih kategorija svinja

Kategorija	Uzorak	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	Leđni mišić	5.93^a	0.41	0.07	5.50	6.50	6.90
Nerastovi		5.08^b	0.42	0.08	4.50	5.50	8.20
Imunokastrati		5.72^a	0.34	0.06	5.50	6.50	5.94
Kastrati	Leđna slanina	5.47^{aa}	0.41	0.08	5.00	6.00	7.57
Nerastovi		3.90^b	0.38	0.07	3.50	4.50	9.76
Imunokastrati		5.22^{ab}	0.34	0.06	5.00	6.00	6.51

Prosečna ocena ukusa mesa (dugi leđni mišić-slabinski deo) nerastova (5.77 ± 0.39) bila je statički značajno manja ($p < 0.001$) u odnosu na prosečnu ocenu ukusa mesa kastrata (6.48 ± 0.28), odnosno imunokastrata (6.35 ± 0.27).

Tabela 22. Senzorna ocena ukusa mesa (leđni mišić) ispitivanih kategorija svinja

Kategorija	\bar{X}	Sd	Se	Min	Max	Cv (%)
Kastrati	6.48 ^a	0.28	0.05	6.00	7.00	4.29
Nerastovi	5.77 ^b	0.39	0.07	5.50	6.50	6.73
Imunokastrati	6.35 ^a	0.27	0.05	6.00	7.00	4.21

5.8. Ocena prihvatljivosti mesa kastrata, nerastova i imunokastrata

Rang testom je utvrđeno da je prihvatljivost mesa kastrata, odnosno imunokastrata statistički značajno veća ($p < 0.01$) od prihvatljivosti mesa nerastova. Nije utvrđena statistički značajna razlika između prihvatljivosti mesa kastrata i mesa imunokastrata (tabela 23).

Tabela 23. Ocena prihvatljivosti mesa ispitivanih kategorija svinja

Kategorija svinja		Kastrati	Nerastovi	Imunokastrati
Zbir rangova		108	151	101
Razlika prema	Kastrati	–	43**	7 ^{nz}
	Nerastovi		–	50**

Napomena: nz – nije statistički značajno

** – $p < 0.01$

Kritična razlika: $p < 0.05 = 25.7$

$p < 0.01 = 31.9$

6. DISKUSIJA

Stalni porast broja stanovnika u svetu iziskuje potrebu iznalaženja mogućnosti povećanja proizvodnje većih količina hrane, naročito hrane animalnog porekla. Mogućnosti se vezuju ne samo za povećanje broja grla stoke namenjene proizvodnji mesa, već i za druge mogućnosti, pre svega genetsku selekciju, ishranu, uslove držanja životinja.

Jedna od mogućnosti povećanja proizvodnje svinjskog mesa je tov nekastriranih muških grla (nerastova) za koje je poznato da su mesnatiji od kastrata, kao i od nazimica. Međutim, tov nekastriranih muških grla može za posledicu da ima pojavu mane mesa poznate kao „polni miris“ mesa koji se javlja zbog prisustva androstenona, odnosno skatola u masnom tkivu svinja.

U svetu se polnom mirisu mesa i mogućnosti smanjenja učestalosti pojave ove mane već više decenija poklanja značajna pažnja. Jedna od mogućnosti odnosi se na primenu imunokastracije, postupka kojim se ova mana značajno smanjuje, a dobijaju se trupovi koji po mesnatosti ne zaostaju od trupova nerastova.

6.1. Mesnatost trupova kastrata, nerastova i imunokastrata

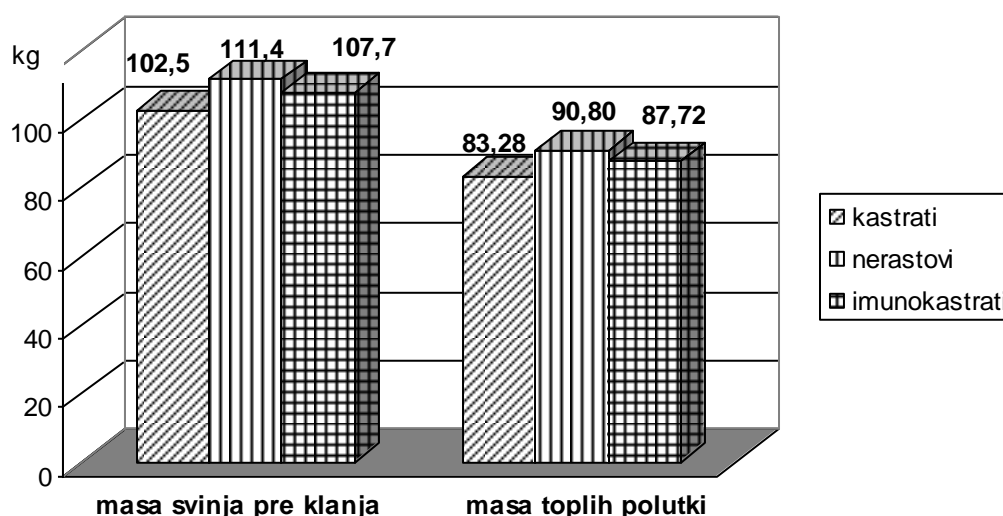
Telesna masa svinja pre klanja varira kod različitih rasa svinja. Kod masnog tipa (koji je sve ređi), telesna masa pre klanja je 109 kg, kod polumasnog tipa svinja 106 kg, a kod mesnatog 105.5 kg (Volčević, 2002). Najbolji komercijalni efekat postiže se kod svinja čija je telesna masa pre klanja oko 100 kg.

U proizvodnji mesa je optimalno da svinje prilikom klanja imaju telesnu masu između 100 i 105 kg, jer tov svinja preko 105 kg nije ekonomski opravdan, budući da sa povećanjem mase dolazi do pada mesnatosti trupova. Povećanje ili smanjenje žive mase za 10 kg dovodi do smanjenja ili

povećanja procenta mesa za 1.3 % do 2 % (Jovanović, 2011; Lisiak i sar., 1999). Prema rezultatima Jovanovića (2011) kod svinja zaklanih u klanicama živa masa svinja pre klanja u Srbiji u proseku iznosi 102.42 kg.

Na osnovu naših rezultata ispitivanja mase (kg) svinja pre klanja kod imunokastrata je ustanovljena veća prosečna masa u odnosu na kastrate, a između imunokastrata i nerastova nije ustanovljena značajna razlika (grafikon 1).

Grafikon 1. Masa svinja pre klanja i masa toplih polutki



U radu Škrlep i sar. (2010) kastrati su bili veće telesne mase ($p < 0.05$) u odnosu na nerastove, a u našem radu veću telesnu masu imali su nerastovi u odnosu na kastrate ($p < 0.001$). Nekoliko studija je ukazalo na veću telesnu masu kastrata i imunokastrata u odnosu na nerastove (Gispert i sar., 2010; Dunshea i sar., 2001; Oliver i sar., 2003). U radu Fuchs i sar. (2009) u prosečnoj telesnoj masi i masi trupova posle klanja nisu ustanovljene statistički značajne razlike između imunokastrata i kastrata.

U našem radu nije ustanovljena značajna razlika između prosečnih masa toplih polutki imunokastrata i kastrata i imunokastrata i nerastova (grafikon 1), što je u saglasnosti sa rezultatima Fuchs i sar. (2009). Ustanovljena je značajnije veća prosečna masa toplih polutki nerastova u odnosu na kastrate.

U studiji Škrlep i sar. (2010) nisu ustanovljene razlike u masi trupa po skidanju kože između ispitivanih kategorija svinja (kastrati, imunokastrati, nerastovi). U nekim studijama masa trupa po skidanju kože bila je niža kod imunokastrata u odnosu na nerastove (Gispert i sar., 2010; Dunshea i sar., 2001). Fuchs i sar. (2009) su ustanovili da je prosečna masa trupa po skidanju kože bila 1.5 % veća kod kastrata, u poređenju sa imunokastratima.

Na kvalitet živih i zaklanih svinja, na osobine mesa i slanine utiču brojni faktori kao što su rasa, tip, genetska osnova, ishrana, telesna masa i starost jedinki prilikom klanja. Antunović i sar. (2005) su ukazali da se kod tovljenika držanih grupno i hranjenih koncentrovanom hranom po volji sa povećanjem telesne mase povećava i randman. U zavisnosti od tipa svinja, varira i randman klanja. Kod masnog tipa randman klanja je oko 82.6 %, kod polumasnog oko 81.5 %, a kod mesnatog oko 80.9 % (Volčević, 2002). Najčešće, randman klanja iznosi od 78 do 82 % (Rede i Petrović, 1997).

U našem radu nisu ustanovljene značajne razlike u randmanu klanja (%) ispitivanih kategorija svinja. Nerastovi imaju manji randman u poređenju sa kastratima (Gispert i sar., 2010; Turkstra i sar., 2002; Zeng i sar., 2002).

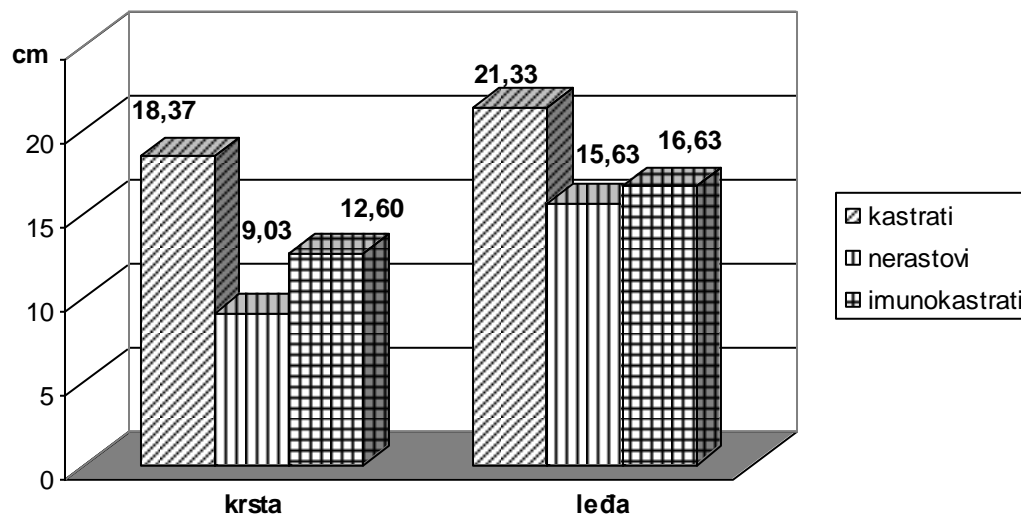
U radu Fuchs i sar. (2009) randman je kod kastrata bio 79.4 %, a 77.9 % kod imunokastrata. Imunokastrati su imali manji randman za 1.5 % u odnosu na kastrate (Fuchs i sar., 2009). Dunshea i sar. (2001) su takođe ukazali na veći randman kod kastrata, u poređenju sa imunokastratima i nerastovima. Kao mogući razlog za manji randman nerastova Andersson i sar. (1997) su naveli dodatnu masu genitalija, a Dunshea i sar. (2001) su kao mogući razlog naveli razlike u unosu hrane i ispunjenosti želuca imunokastrata i nerastova. Hansson, Lundström i Malmfors (1975) nisu uočili razlike u randmanu zavisno od pola i kastracije.

U Srbiji je na snazi Pravilnik koji propisuje minimalne uslove koje u pogledu kvaliteta mora da ispunjava meso svinja u trupovima, polutkama i osnovnim delovima polutke i jestivim delovima zaklanih svinja, kao i uslove držanja, čuvanja, pakovanja i transportovanja mesa i jestivih delova. Pod mesnatošću trupa ili svinjskih polutki po odredbama ovog Pravilnika podrazumeva se ukupna masa mišićnog tkiva bez mesa trbušno-rebarnog dela i bez mesa glave. Mesnatost polutki

se utvrđuje na liniji klanja, najkasnije jedan čas posle klanja, a zasniva se na dva parametra, odnosno na masi toplih polutki izraženoj u kilogramima i debljini masnog tkiva na leđima izraženoj u milimetrima. Masno tkivo na leđima meri se na sredini leđa, gde je najtanje (međurebarni prostor 13 i 15. leđnog pršljena) i na krstima, na mestu na kome mišić *m. gluteus medius* najviše urasta u masno tkivo. Zbir tih mera je debljina masnog tkiva na leđima. Prinos mesa u polutkama može da se izrazi u kilogramima i u procentima. Navedena metodologija u Pravilniku za određivanje mesnatosti daje u istim polutkama za oko 10-12 % manje vrednosti u odnosu na vrednosti koje se dobijaju metodom parcijalne disekcije (Vidović, 1999; Petrović i Manojlović, 1999; Džinić i sar., 2001; Tomović, 2002; Džinić, 2005; Okanović i sar., 2006).

Na osnovu naših rezultata prosečna debljina slanine (mm) na krstima je kod imunokastrata bila veća u odnosu na nerastove, a manja u odnosu na kastrate. Kastrati su imali veću prosečnu debljinu slanine na krstima u odnosu na nerastove (grafikon 2).

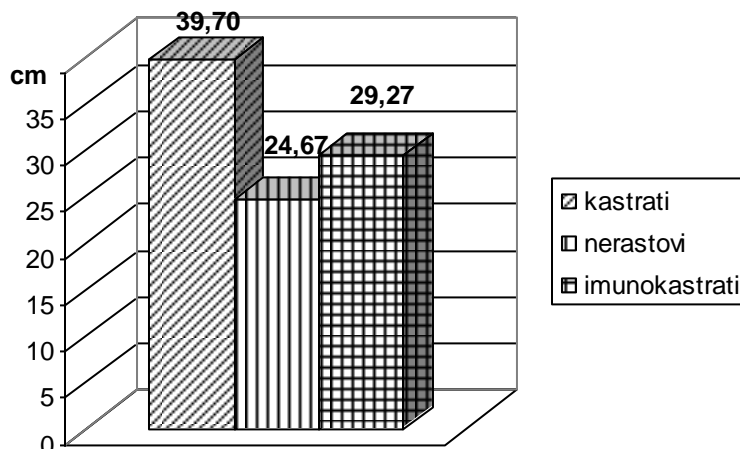
Grafikon 2. Debljina slanine ispitivanih kategorija svinja



Debljina leđne slanine (mm) imunokastrata bila je manja u odnosu na kastrate, a debljina leđne slanine kastrata bila je veća u odnosu na nerastove (grafikon 2). Između imunokastrata i nerastova nije ustanovljena razlika u prosečnoj debljini leđne slanine.

Na osnovu dobijenih rezultata ustanovljena je veća prosečna vrednost debljine slanine kod kastrata u odnosu na imunokastrate, odnosno nerastove. Kod imunokastrata je prosečan zbir debljine slanine bio veći u odnosu na nerastove (grafikon 3).

Grafikon 3. Zbir debljina slanine ispitivanih kategorija svinja



Količina potkožnog masnog tkiva imunokastrata vakcinisanih tokom ranijeg životnog perioda (15 i 19 nedelja) bila je slična kastratima (Dunshea i sar., 2001), a kasnije vakcinisane jedinke (18 i 22 nedelja) po količini masnog tkiva bile su bliže nerastovima. Na slične rezultate je ukazao i Turkstra i sar. (2002).

Kod imunokastrata je uočeno povećanje procenta mišićnog tkiva u odnosu na kastrate (Fabrega i sar., 2010; Pauly i sar., 2009; Zamaratskaia i sar., 2008; Jaroš i sar., 2005). Zajedno sa povećanjem procenta mišićnog tkiva dolazi do smanjenja sadržaja intramuskularne masti (Pauly i sar., 2009) i debljine leđne slanine kod imunokastrata, koji su po vrednostima navedenih parametara bili između nerastova i kastrata (Gispert i sar., 2010; Pauly i sar., 2009; Fuchs i sar., 2009; Schmoll i sar., 2009).

Debljina potkožnog masnog tkiva merena fatometrom bila je veća kod kastrata u odnosu na nerastove i nazimice, a vrednosti kod imunokastrata bile su između kastrata i nerastova (Morales i sar., 2010).

Škrlep i sar. (2011) su ustanovili da nerastovi imaju manju debljinu masnog tkiva i veći procenat mišićnog tkiva u poređenju sa kastratima. Imunokastrati se po debljini masnog tkiva nalaze po vrednostima između nerastova i kastrata.

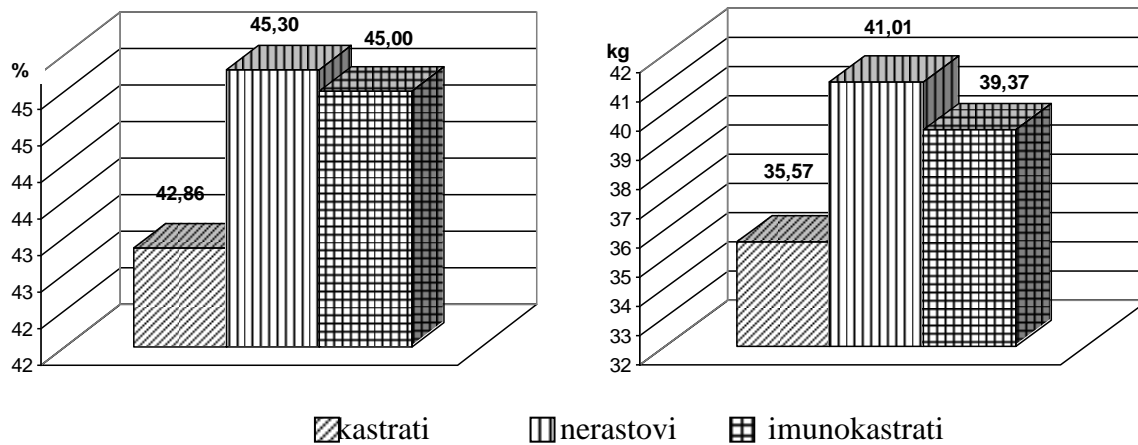
Debljina masnog tkiva imunokastrata bila je kao i kod kastrata u regiji slabina, a u regiji buta sličnija nazimicama (Gispert i sar., 2010). U radu Turkstra i sar. (2002) debljina masnog tkiva pri telesnoj masi od 90 kg bila je manja kod kasnih imunokastrata u poređenju sa ranim ili hirurški kastriranim svinjama ($p < 0.01$) i nije se razlikovala od nerastova. Prilikom klanja, debljina masnog tkiva nerastova i kasnih imunokastrata bila je tanja u odnosu na isti parametar kod ranih imunokastrata, ali se nije razlikovala u odnosu na kastrate. Prema rezultatima Fuchs i sar. (2009) debljina leđne slanine kastrata bila je manja u odnosu na nerastove i nazimice, a imunokastrati su po vrednostima bili između nerastova i nazimica.

Najvrednija komponenta polutki je mišićno tkivo, bez masnog tkiva i kostiju. Iz tog razloga se pod kvalitetom svinja za klanje i polutki zaklanih svinja podrazumeva njihova mesnatost koja se obično izražava u procentu žive mase svinja, odnosno od mase toplih polutki ili kao direktan odnos mišićnog i masnog tkiva. Kvalitet polutke je bolji ako je odnos mišićnog i masnog tkiva širi, tj. količina mesa veća i lošiji ukoliko je taj odnos uži, odnosno količina masnog tkiva veća. Prinos mesa (mesnatost trupa) svinja može da bude izražen u procentima i, ili u kilogramima. Na mesnatost trupa ukazuju i podaci o zastupljenosti pojedinih delova trupa (but, vrat, leđa, plećka) u odnosu na masu trupa, kao i zastupljenost pojedinih tkiva (masno, mišićno, kosti) u trupu.

Na osnovu rezultata, prosečna mesnatost trupova imunokastrata (u procentima) bila je veća u odnosu na kastrate, a između imunokastrata i nerastova nije ustanovljena razlika. Nerastovi su imali veću prosečnu mesnatost trupa u odnosu na kastrate (u procentima), (grafikon 4).

Prosečna mesnatost trupova ispitivanih kategorija svinja (u kilogramima) kod imunokastrata bila je veća u odnosu na kastrate, a kastrati su imali manju mesnatost trupova (u kilogramima) u odnosu na nerastove. Između imunokastrata i nerastova nisu ustanovljene razlike u prinosu mesa izraženom u kilogramima (grafikon 4).

Grafikon 4. Mesnatost trupova ispitivanih kategorija svinja



Kao što je potvrđen uticaj žive mase na mesnatost trupa, potvrđen je i uticaj mase trupa na njegovu mesnatost. Sa povećanjem mase trupa mesnatost se smanjuje. Ukoliko je masa trupa ispod 80 kg, količina mesa u trupu je 58.69 %, ako je masa trupa 100 i 110 kg, mesnatost je 57.93 %. Kod trupova sa masom iznad 130 kg, mesnatost je 53.46 % (Jovanović, 2011).

Rezultati Jovanović (2011) su ukazali da je prosečna masa trupova farmskih svinja bila 82.25 kg, a svinja iz otkupa 90.40 kg. Prosečna mesnatost trupova farmskih svinja zaklanih u klanicama u Srbiji bila je 52.29 %, a iz otkupa 48.99 % (Jovanović, 2011). U Srbiji je još uvek dominantna ekstenzivna proizvodnja i na tržištu dominira niži kvalitet polutki, oko 41.5 % mesa.

Primenom Improvak vaccine postiže se odlaganje puberteta, proizvodnja trupova bez polnog mirisa (Dunshea i sar., 2001; Metz i sar., 2002; Turkstra i sar., 2002; Jaroš i sar., 2005), a smanjuje se i agresivno ponašanje jedinki (Cronin i sar., 2003). Efekti ove metode ogledaju se i u povećanju mesnatosti trupova, u poređenju sa kastratima. U studiji Jaroš i sar. (2005) ustanovljeno je da su kvalitet mesa i učešće mišićnog tkiva značajnije bolji kod imunokastrata u poređenju sa kastratima. Ovo je od posebnog značaja za proizvođače koji na taj način postižu bolje ekonomske efekte, ali i za industriju mesa koja je uvek zainteresovana za mesnatije trupove.

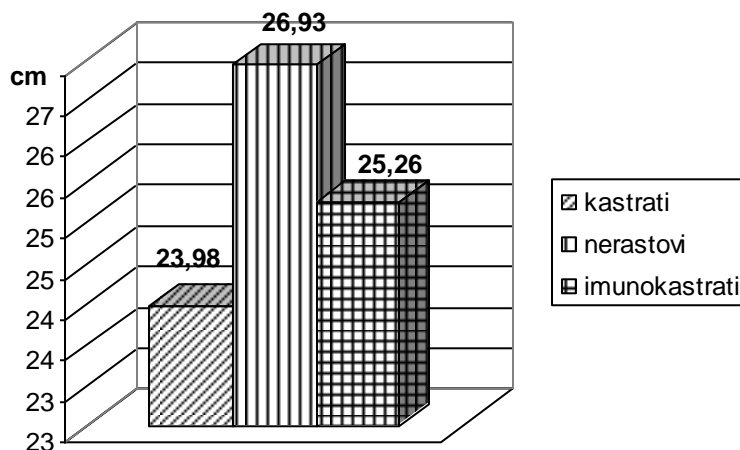
Procenat mišićnog tkiva statistički je značajnije veći kod imunokastrata u poređenju sa kastratima. Generalno, eksperimentima je utvrđeno da su imunokastrati sa većim učešćem

mišićnog tkiva u poređenju sa kastratima i veće telesne mase u odnosu na nerastove. Jasno je da su starost u kojoj se obavlja vakcinacija i posebno vreme druge vakcinacije ključni faktori, jer determinišu fazu tokom koje životinje mogu da profitiraju od anaboličkog potencijala, kao nekastrirane životinje.

Kao mere mesnatosti mogu da se koriste i drugi parametri. Jedan od parametara je masa tzv. „francuske obrade“, koja se dobija obradom polutke tako da francusku obradu čine osnovni delovi trupa namenjenog maloprodaji (kolenica, but, slabina sa fileom, leđa, vrat, plećka, potplećka i podlaktica).

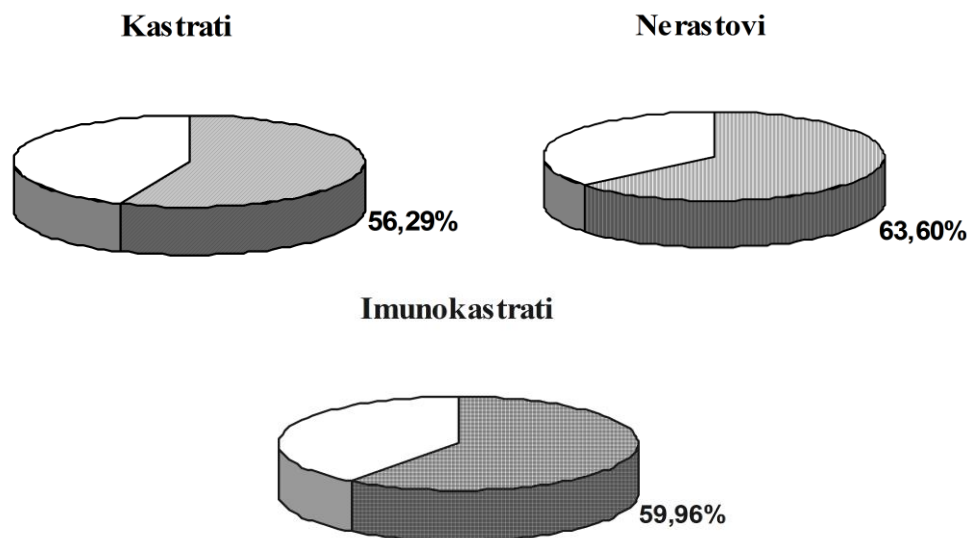
Na osnovu rezultata, prosečna masa francuske obrade kod imunokastrata bila je manja u odnosu na nerastove, kod kojih je prosečna masa francuske obrade bila veća u odnosu na kastrate. Između imunokastrata i kastrata nije ustanovljena razlika u prosečnoj masi francuske obrade (grafikon 5).

Grafikon 5. Masa francuske obrade ispitivanih kategorija svinja



Na osnovu rezultata, učešće francuske obrade u masi polutke bilo je veće kod imunokastrata u odnosu na kastrate, a manje u odnosu na nerastove. Kod nerastova je učešće mase francuske obrade bilo veće u odnosu na kastrate (grafikon 6).

Grafikon 6. Učešće francuske obrade u masi polutke ispitivanih kategorija svinja



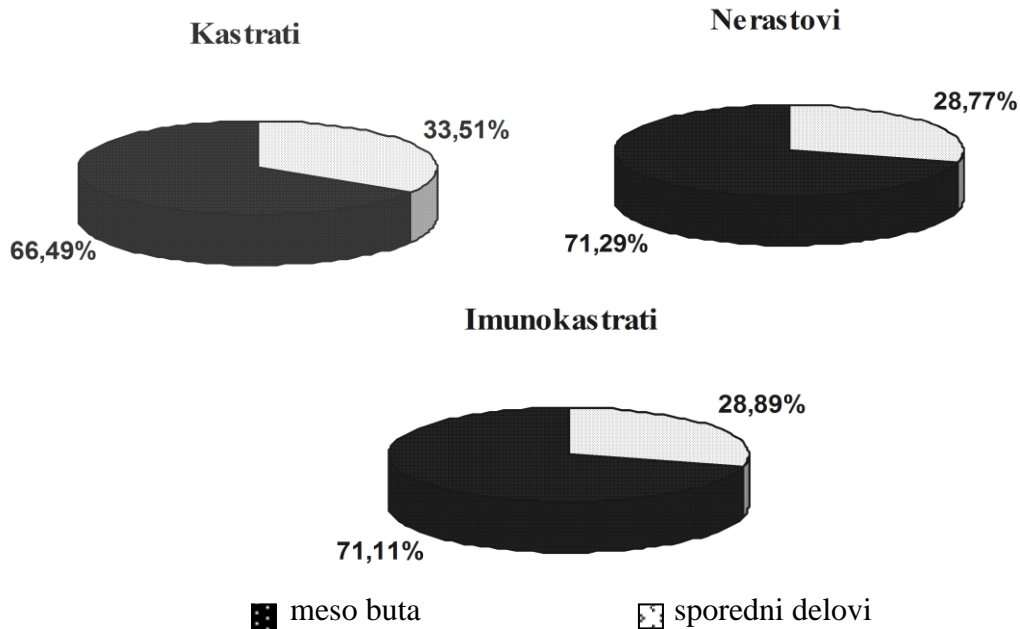
But je najvredniji deo trupa svinja i pripada mesu prve kategorije. Stavlja se u promet sa kostima i bez kostiju. Prosečna masa mesa buta (kg) kod imunokastrata bila je veća u odnosu na kastrate, a kastrati su imali manju prosečnu masu mesa buta u odnosu na nerastove. Između prosečnih masa mesa buta imunokastrata i nerastova nije ustanovljena razlika.

Prosečno učešće mesa u ukupnoj masi buta je kod imunokastrata veće u odnosu na kastrate, koji su imali manje prosečno učešće mesa u ukupnoj masi buta u odnosu na nerastove (grafikon 7). Razlika u prosečnom učešću mesa u ukupnoj masi buta nije ustanovljena između imunokastrata i nerastova.

U prosečnoj masi sporednih delova buta (kolenica, koža sa potkožnim masnim tkivom, kosti) između ispitivanih kategorija svinja (kastrata, nerastova i imunokastrata) nije ustanovljena razlika.

Prosečno učešće sporednih delova (%) u ukupnoj masi buta kastrata bilo je veće u odnosu na nerastove, odnosno imunokastrate. Između imunokastrata i nerastova nije ustanovljena razlika u prosečnom učešću sporednih delova u ukupnoj masi buta (grafikon 7).

Grafikon 7. Učešće mesa i sporednih delova u masi buta



Prosečna masa kolenice kod imunokastrata je veća u odnosu na kastrate, čija je prosečna masa kolenice bila manja u odnosu na nerastove. Razlike u prosečnoj masi kolenice nisu ustanovljene između imunokastrata i nerastova.

Masa kostiju buta je kod imunokastrata veća u odnosu na kastrate, koji su imali manju masu kosti buta u odnosu na nerastove. Između imunokastrata i nerastova nisu ustanovljene razlike u masi kosti buta.

Prosečna masa kože sa potkožnim masnim tkivom buta kod imunokastrata bila je manja u odnosu na kastrate. U ostalim slučajevima poređenja nije utvrđena značajna razlika između ispitivanih grupa.

Ispitivanjem učešća sporednih delova u ukupnoj masi buta (%) kod imunokastrata prosečno učešće kolenice je veće u odnosu na kastrate i nerastove, a razlika nije ustanovljena između kastrata i nerastova.

Kod imunokastrata je prosečno učešće kostiju u ukupnoj masi buta bilo veće u odnosu na kastrate i nerastove. U prosečnom učešću kostiju u ukupnoj masi buta između kastrata i nerastova nije ustanovljena razlika.

Prosečno učešće kože sa potkožnim masnim tkivom je kod imunokastrata manje u odnosu na kastrate, kod kojih je bilo veće u odnosu na nerastove. U prosečnom učešću kože sa potkožnim masnim tkivom između imunokastrata i nerastova nije ustanovljena razlika.

Na osnovu rezultata, prosečna masa buta (kg) imunokastrata je veća u odnosu na prosečnu masu buta (kg) kastrata, kod kojih je prosečna masa buta bila manja u odnosu na nerastove. Između imunokastrata i nerastova nisu ustanovljene razlike u prosečnoj masi buta (tabela 8), što je u saglasnosti sa rezultatima Fuchs i sar. (2009). Autori Pauly i sar. (2009) su ustanovili sličnu masu buta imunokastrata i nerastova.

U eksperimentu Škrlep i sar. (2010) imunokastrati su imali veće učešće mišićnog tkiva u butu u poređenju sa kastratima, a učešće mišićnog tkiva u butu imunokastrata nije se razlikovalo od učešća mišićnog tkiva u butu nerastova.

Nedostatak trupova nerastova je veće učešće kostiju u trupu, a nazimice i kastrati imaju manji procenat kostiju (Hansson i sar., 1975; Knudson i sar., 1985b; Sather i sar., 1991) i posledično manje gubitke kod iskoštavanja (Ellis i sar., 1983). Nerastovi su imali veće učešće mišićnog tkiva u trupu, a između ostalih grupa (kastrati, imunokastrati) nisu ustanovljene razlike, ali i veće učešće buta, slabina i plečke u odnosu na imunokastrate, a nerastovi i imunokastrati u odnosu na kastrate. Trupovi nerastova imaju oko 5 % više mišićnog tkiva u poređenju sa kastratima (Newell i Bowland, 1972; Walstra, 1974; Hansson i sar., 1975; Knudson i sar., 1985b; Cruz-Bustillo i sar., 1989; Judge i sar., 1990).

Postupkom imunokastracije poboljšava se učešće mišićnog tkiva i smanjuje debljina leđne slanine. Negativne posledice na masu vrednijih delova trupa – but, slabine i plečka, sa izuzetkom manje mase potrbušine nisu uočene, uprkos manjem randmanu. Upotreba ove metodologije u

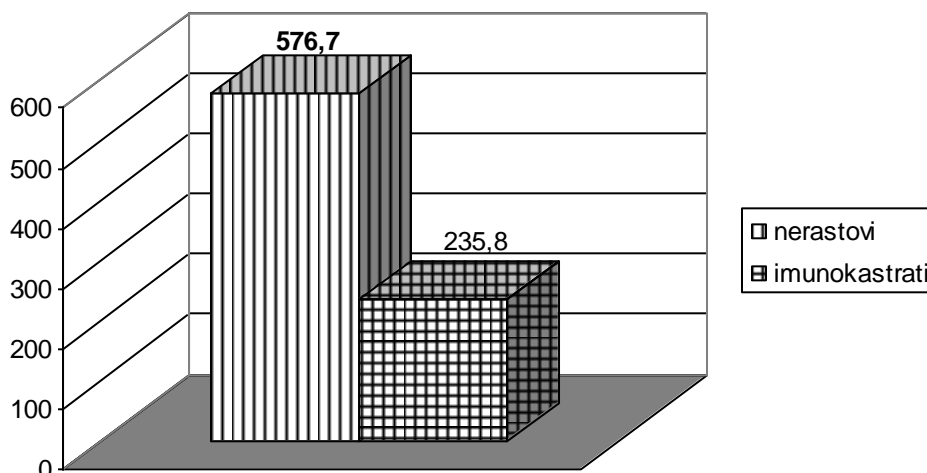
cilju kontrole polnog mirisa mesa mogla bi da doprinese proizvodnji svinja sa više mišićnog tkiva (Fuchs i sar., 2009).

6.2. Masa testisa nerastova i imunokastrata

Ispitivanjem mase testisa (g) imunokastrata ustanovljena je manja masa u odnosu na nerastove (grafikon 8), a izražena u procentima masa testisa imunokastrata bila je manja za 40.89 % u odnosu na masu testisa nerastova.

U radu Turkstra i sar. (2002) prosečna masa testisa kod nerastova bila je relativno mala (163 g) u poređenju sa rezultatima drugih studija (Falvo i sar., 1986), što je najverovatnije posledica relativno mladih svinja prilikom klanja (158 dana, u kom periodu testisi brzo povećavaju svoju masu) (FlorCruz i Lapwood, 1978; Van Straten i Wensing, 1978; Lunstra i sar., 1986). Testisi ranih i kasnih imunokastrata bili su 50 % i 25 % manji u odnosu na testise nerastova, što je bilo vidljivo na osnovu izgleda skrotuma. Prilikom klanja, veličina i masa testisa imunokastrata bila je manja u poređenju sa testisima nerastova. Testisi ranih i kasnih imunokastrata bili su manji u odnosu na testise nerastova, a testisi ranih imunokastrata bili su manji u odnosu na testise kasnih imunokastrata. Masa testisa ranih imunokastrata bila je 17 g, kasnih imunokastrata 41 g, a kod nerastova je masa testisa iznosila 163 grama.

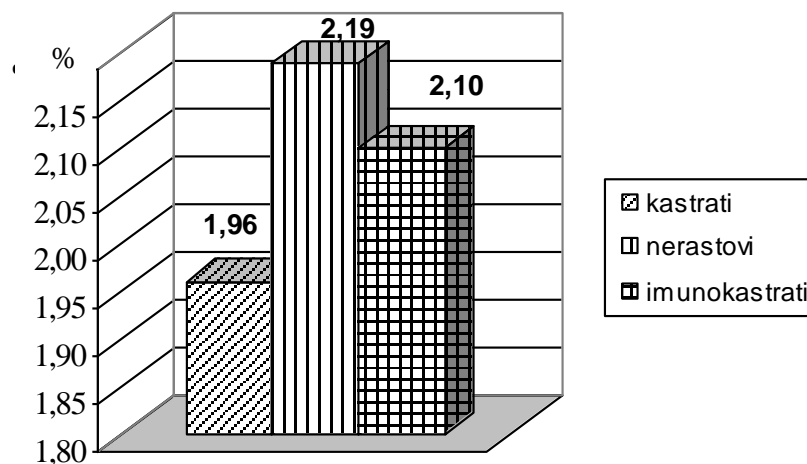
Grafikon 8. Masa testisa nerastova i imunokastrata



6.3. Kalo hlađenja polutki svinja

Kalo hlađenja polutki imunokastrata bio je veći u odnosu na kastrate, a manji u odnosu na nerastove. Kalo hlađenja polutki kastrata bio je manji u odnosu na vrednosti kod nerastova (grafikon 9).

Grafikon 9. Kalo hlađenja ispitivanih kategorija svinja



Kalo hlađenja zavisi od većeg broja faktora kao što su rezultati prvog merenja, koji se uzimaju kao osnova za određivanje kala (trupovi životinja još u odeljenju za klanje ili u toku transporta do hladnjače kaliraju i do 0.8 %), kvalitet mesa, koji zavisi od rase i uhranjenosti životinje, količina masnog tkiva, kao i od toga da li su polutke pre unosa u hladnjaču bile oprane pod tušem. Polutke koje nisu oprane pod tušem kaliraju u toku hlađenja za 0.5 % više, u odnosu na polutke oprane pod mlazom vode. U radu Jovanović (2011) kalo hlađenja je bio veći kod muških jedinki u odnosu na polutke ženskih svinja. Kalo hlađenja trupova kastrata i nazimica sa različitih farmi nije pokazao statistički značajne razlike i u oba slučaja je manji od 3 % (Jovanović, 2011).

Kalo je kod nerastova oko 2-2.5 % manji u poređenju sa kalom kod nazimica (Ellis i sar., 1983; Sather i sar., 1991; Sather i sar., 1993) i kastrata (Wood i Mottram, 1981; Wood i Riley, 1982; Friend i sar., 1989). U nekim studijama nisu ustanovljene razlike u procentu kala između polova (Hansson i sar., 1975; Knudson i sar., 1985a). Ova nedoslednost je najverovatnije rezultat

različitih trimming tehnika skrotalnog tkiva. Većina razlika u procentu kala između polova može da se objasni prisustvom testisa i akcesornog tkiva kod nerastova (Wood i Riley, 1982; Sather i sar., 1991). Reproductivni trakt nerastova čini oko 2.5 % telesne mase, a kod nazimica i kastrata oko 0.5 % i 1 % (Sather i sar., 1993).

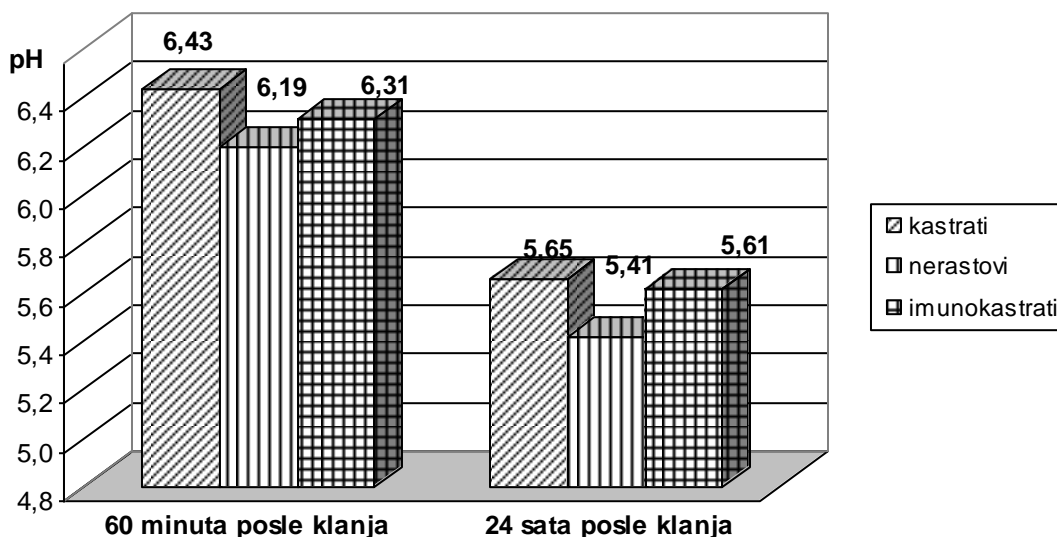
6.4.1. pH vrednost i temperatura mesa ispitivanih kategorija svinja

Pored mesnatosti trupova, čime se obezbeđuje kvantitet sirovine, za kvalitet proizvoda od mesa ili sam plasman svežeg mesa od izuzetnog značaja je kvalitet mesa. U razvijenom delu sveta postoji saglasnost u pogledu jasno definisane strategije prema kojoj kvalitet proizvoda ima primarni značaj i nalazi se u centru pažnje svih aktivnosti, budući da predstavlja konkurentsku prednost i čini ciljanu osnovu razvoja, a kvantitet je samo jedan od integralnih elemenata kvaliteta. Kvalitet mesa je termin koji sveobuhvatno opisuje biohemijske, hemijske i fizičko-hemijske karakteristike mesa (Honikel, 1999). Rezultat je složenih i osetljivih biohemijskih procesa i promena koje se u mišiću odvijaju nakon klanja. Skup faktora koji utiču na tok i intenzitet postmortalnih procesa i promena je veoma širok, a složeni biohemijski procesi rezultiraju formiranjem kompleksa svojstava koje obuhvatamo pojmom „kvalitet“ (Rede i Petrović, 1997). Pri određivanju kvaliteta od presudnog značaja su definisanje faktora (parametara) kvaliteta na osnovu kojih se izražavaju pojedinačna svojstva kvaliteta i kvantitativno izražavanje tih karakterističnih svojstava (kriterijuma), u odnosu na opšti kvalitet. Objektivno predviđanje i/ili utvrđivanje tehnološkog kvaliteta mesa najčešće podrazumeva merenje navedenih faktora kvaliteta: temperature, vrednosti pH, sposobnosti vezivanja vode (gubitak mase ceđenjem) i boje.

Razlike u pH mesa 60 minuta nakon klanja nisu ustanovljene između imunokastrata i kastrata, odnosno imunokastrata i nerastova. Kod kastrata je pH vrednost izmerena 60 minuta nakon klanja bila veća u odnosu na nerastove. Kod imunokastrata je prosečna vrednost pH mesa 24 sata posle klanja bila veća u odnosu na nerastove, a pH nerastova 24 sata posle klanja bila je manja u odnosu na vrednosti kod kastrata. Nisu ustanovljene razlike u pH mesa 24 sata posle klanja između imunokastrata i kastrata (grafikon 10).

Nije ustanovljena razlika u prosečnim temperaturama (°C) mesa ispitivanih kategorija svinja 60 minuta posle klanja.

Grafikon 10. Vrednosti pH mesa ispitivanih kategorija svinja



Vrednost pH kao faktor kvaliteta mesa je vrlo značajan, jer direktno ili indirektno utiče i na druga svojstva mesa kao što su sposobnost vezivanja vode, boja, mekoća, ukus, održivost i dr. Posle 24 sata vrednost pH ne bi smela da bude niža od 5.4. Izuzetno niske vrednosti pH uzrokuju veliki gubitak mase ceđenjem, a vrednosti pH više od 5.85 skraćuje održivost svinjskog mesa (Rede i Petrović, 1997). Pad pH vrednosti u samim mišićnim vlaknima je različit na različitim mestima, tako je u delu mišićnog vlakna sa više glikogena pH niži od vrednosti pH u delu mišićnog vlakna sa manje glikogena (Rahelić, 1978).

Škrlep i sar. (2011) su ustanovili veće vrednosti pH_{24} kod nerastova u odnosu na kastrate, a kod imunokastrata nije ustanovljena razlika u odnosu na nerastove i kastrate. Merenjema pH vrednosti mesa 45 minuta, odnosno 24 sata posle klanja nisu utvrđene statistički značajne razlike između kastrata i nazimica (Jovanović, 2011).

6.4.2. Hemijski sastav mesa ispitivanih kategorija svinja

Hemijski sastav svinjskog mesa zavisi od odnosa pojedinih tkiva u mišiću u momentu smrti životinje. Odnos može da varira zavisno od brojnih i složenih premortalnih faktora kao što su

rasa, pol, starost, način gajenja i ishrane, stepen uhranjenosti, anatomska regija životinjskog trupa sa koje mišić potiče. Hemijski sastav mesa u užem smislu (skeletnih mišića) je relativno stabilan u odnosu na osnovne sastojke i svako odstupanje količina pojedinih sastojaka uzrokuje i odstupanje biohemijskih procesa od uobičajenog toka, što rezultira formiranjem mesa izmenjenog kvaliteta u odnosu na neki uobičajeni ili „normalni“. Kao posledica spontanih biohemijskih procesa u mišićima postmortem (prva faza- razgradnja ATP-a, glikoliza i pojava mišićne ukočenosti; druga faza- splet biohemijskih procesa pod uticajem endogenih proteolitičkih enzima, odnosno zrenje mesa) dolazi do promena nekih svojstava mesa. U prvoj fazi to su uglavnom svojstva koja definišu tehnološki kvalitet mesa, a u drugoj fazi su pretežno svojstva koja doprinose jestivom kvalitetu mesa. Promene svojstava mesa obuhvataju nakupljanje inozina i drugih proizvoda razgradnje ATP-a, promenu pH vrednosti, sposobnosti vezivanja vode i drugih funkcionalnih svojstava belančevina, boje, izgleda, mekoće, ukusa i arome. pH mišića za života iznosi od 7.2 do 7.4. Odmah nakon smrti pH vrednost opada sve dok ima raspoloživog glikogena, odnosno dok ne opadne na 5.3 do 5.5, odnosno blizu izoelektrične tačke mišića.

Lushbough i Schweigert (1960) navode da „obezmašćeni mišić“ može da bude sledećeg hemijskog sastava: voda 70 %, proteini 20 %, masti 9 % i pepeo 1 %. Prema Vukoviću (1998) hemijski sastav mesa je od 60 do 78 % vode, 16-24 % proteina, 1-30 % masti i 0.8 do 1.2 % mineralnih materija.

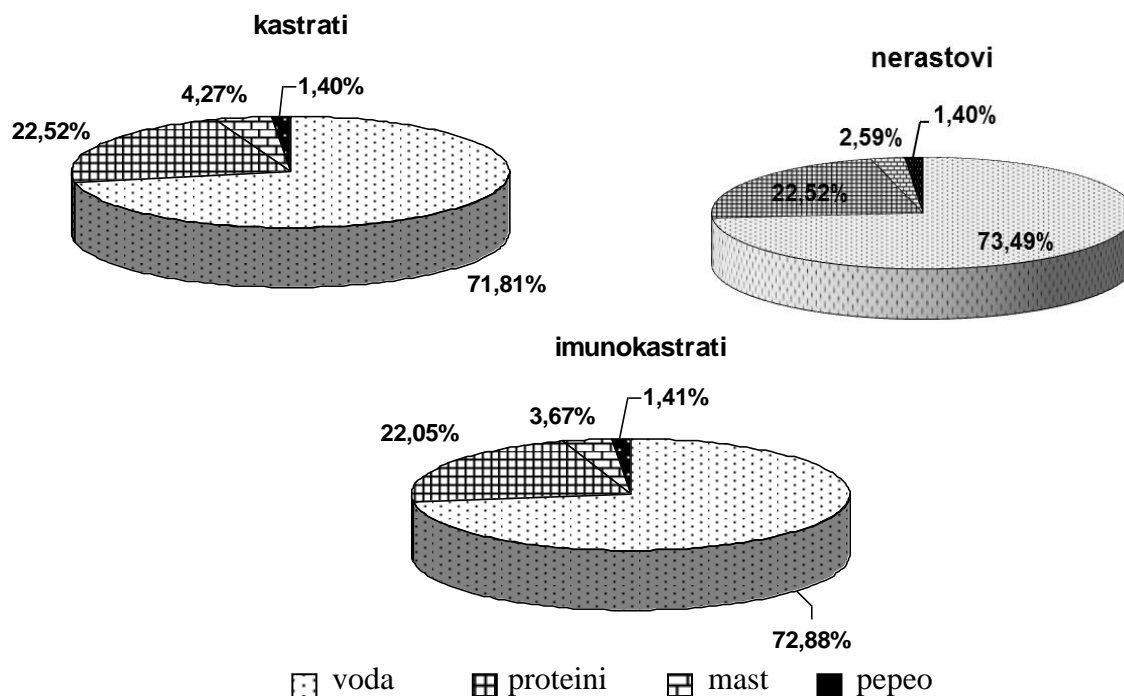
Analiziranjem hemijskog sastava mesa imunokastrata prosečan sadržaj vode bio je manji u odnosu na nerastove, a kod nerastova veći u odnosu na kastrate. U prosečnom sadržaju vode između imunokastrata i kastrata nije ustanovljena razlika.

Prosečan sadržaj proteina kod imunokastrata bio je manji u odnosu na nerastove, a kod nerastova veći u odnosu na kastrate. Nije ustanovljena razlika u prosečnom sadržaju proteina između imunokastrata i kastrata.

Prosečan sadržaj masti je kod imunokastrata bio veći u odnosu na nerastove, a manji u odnosu na kastrate. Kod kastrata je prosečan sadržaj masti bio veći u odnosu na nerastove.

U prosečnom sadržaju pepela nije ustanovljena razlika između ispitivanih kategorija svinja (kastrata, nerastova i imunokastrata), (grafikon 11).

Grafikon 11. Hemijski sastav mesa ispitivanih kategorija svinja



Na efekte imunokastracije na parametre kvaliteta mesa ukazali su Pauly i sar. (2010), Zamaratskaia i sar. (2008a), Pauly i sar. (2009), Gispert i sar. (2010). Glavni efekti imunokastracije su smanjenje intramuskularne masti srazmerno kastratima, ali u manjoj meri u odnosu na nerastove. Očekivano je da ova razlika štetno utiče na nežnost i sočnost. Nasuprot tome, sila presecanja je smanjena, što bi trebalo da bude od koristi za nežnost. Takođe su i karakteristike kao što su intramuskularna mast, boja mesa i kalo bile bolje kod imunokastrata u odnosu na kastrate (Hennessy i sar., 2000). Nisu uočene statistički značajne razlike u kvalitetu mesa između polova, izuzev intramuskularne masti koja je kod kastrata imala značajnije veći procenat u poređenju sa nerastovima, a imunokastrati su se nalazili između kastrata i nerastova.

U radu Škrlep i sar. (2011) imunokastrati i nerastovi su pokazali niže vrednosti za intramuskularnu mast u odnosu na kastrate, što nije u saglasnosti sa drugim rezultatima, u kojima imunokastrati zauzimaju mesto između nerastova i kastrata ili su bliže kastratima. Literaturni

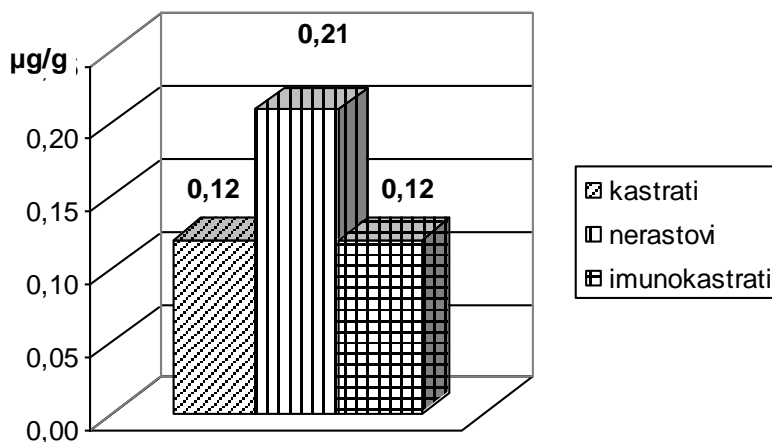
podaci o imunokastraciji i kvalitetu mesa nisu brojni i većina postojećih nije uspela da ukaže na razlike u kvalitetu mesa u slučaju imunokastracije (Gispert i sar., 2010; Pauly i sar., 2009; Silveira i sar., 2008).

Imunokastracija nema efekta na kvalitet mesa, izuzev na intramuskularnu mast koja ima tendenciju da se povećava. Kastrati su imali veći procenat intramuskularne masti u odnosu na nerastove i nazimice, a imunokastrati su imali vrednosti između nerastova i nazimica. Procenat intramuskularne masti kod imunokastrata (2.07 %) nije se statistički razlikovao od drugih ispitivanih grupa (2.47 % kod kastriranih, 1.72 % kod nazimica i 1.84 % kod nerastova). Procenat intramuskularne masti imunokastrata bio je veći u odnosu na nazimice i nerastove, a manji u odnosu na kastrate. Za proizvodnju kvalitetnog svežeg mesa i kvalitetnog salamurenog mesa mora da bude obezbeđen adekvatan nivo intramuskularne masti, u cilju postizanja dobrog senzornog kvaliteta i velike prihvatljivosti potrošača (Cilla i sar., 2006).

6.5. Sadržaj skatola u masnom tkivu ispitivanih kategorija svinja

Sadržaj skatola kod imunokastrata bio je manji u odnosu na nerastove, a nerastovi su imali veći sadržaj skatola u odnosu na kastrate. Između imunokastrata i kastrata nisu ustanovljene razlike u sadržaju skatola (grafikon 12).

Grafikon 12. Sadržaj skatola u masnom tkivu ispitivanih kategorija svinja

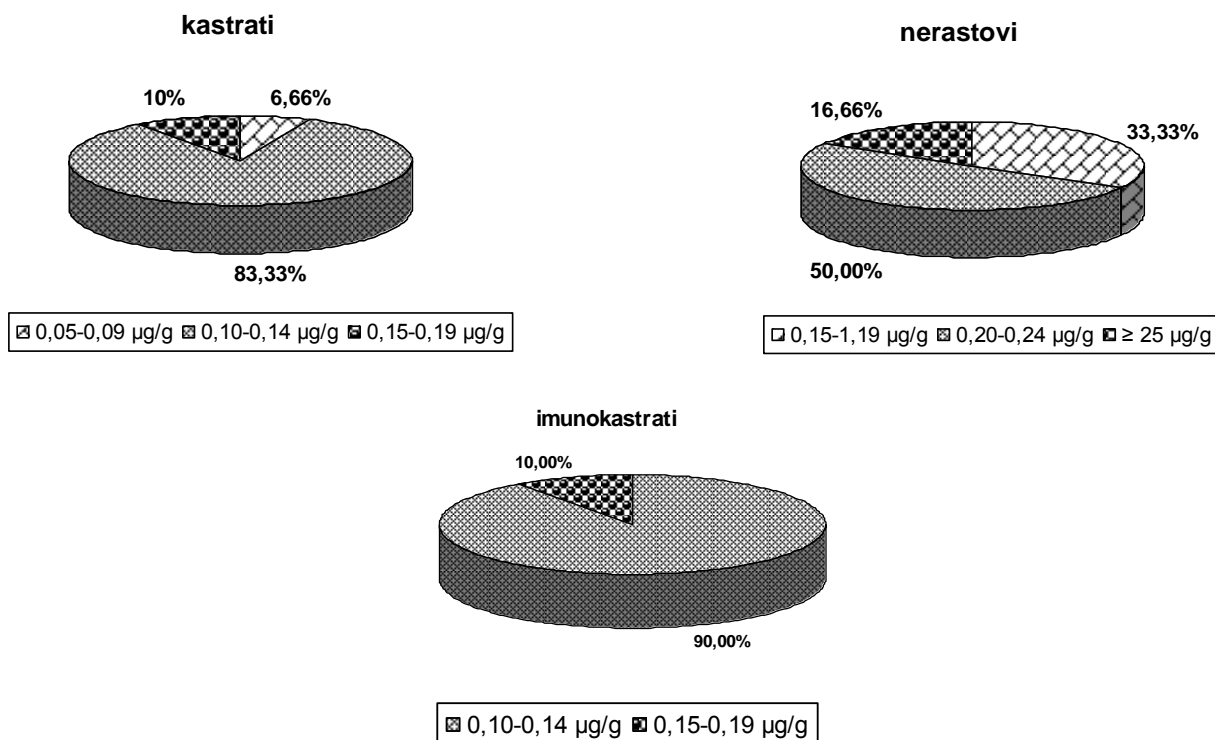


Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa rezultatima do kojih su došli Škrlep i sar. (2010). U radu Škrlep i sar. (2010) nivo skatola je bio prilično nizak i nije se statistički razlikovao između kastrata i imunokastrata, a kod nerastova je njegova koncentracija bila skoro 6 puta veća, čime se potvrđuje efikasnost vakcinacije protiv GnRH. Koncentracija skatola bila je veća u masnom tkivu nerastova ($p < 0.01$) u odnosu na kastrate i imunokastrate. Kod 4 nerasta koncentracija skatola je bila velika (0.21, 0.21 i 0.24 $\mu\text{g/g}$) ili veoma velika (1.23 $\mu\text{g/g}$) (Pauly i sar., 2009).

U radu Morales i sar. (2010) koncentracija skatola u masnom tkivu imunokastrata bila je niska i ispod prihvaćenog senzornog nivoa potrošača (0.2 $\mu\text{g/g}$), a kod nerastova je bila skoro dva puta veća u odnosu na imunokastrate ($p < 0.001$). U koncentraciji skatola između imunokastrata, kastrata i nazimica Morales i sar. (2010) nisu ustanovili statistički značajne razlike.

Analizom raspodele uzoraka masnog tkiva ispitivanih kategorija svinja prema sadržaju skatola ($\mu\text{g/g}$) kod 27 imunokastrata ustanovljene su vrednosti od 0.10-0.14 $\mu\text{g/g}$, odnosno kod 90 %, a kod 3 imunokastrata vrednosti koncentracije skatola bile su u opsegu od 0.15-0.19 $\mu\text{g/g}$, odnosno kod 10 % (grafikon 13).

Grafikon 13. Raspodela uzoraka masnog tkiva prema sadržaju skatola

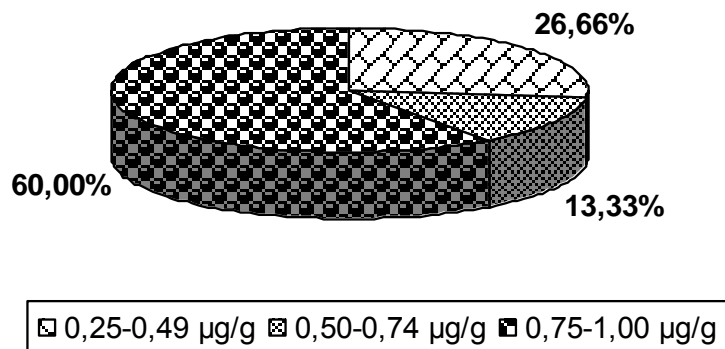


6.6. Sadržaj androstenona u masnom tkivu nerastova i imunokastrata

Sadržaj androstenona ($\mu\text{g/g}$) u masnom tkivu imunokastrata bio je ispod praga detekcije, a kod nerastova je ustanovljen prosečan sadržaj androstenona od $0.66 \pm 0.13 \mu\text{g/g}$. Analizom raspodele ispitivanih uzoraka masnog tkiva nerastova prema sadržaju androstenona (za interval uzeta vrednost od $0.25 \mu\text{g/g}$ androstenona) kod 4 nerasta je ustanovljeno $0.25\text{-}0.49 \mu\text{g/g}$ (13.33 %), kod 18 nerastova vrednosti za androstenon bile su od $0.50\text{-}0.74 \mu\text{g/g}$ (60 %), a kod 8 nerastova od $0.75\text{-}1.00 \mu\text{g/g}$ (26.66 %), (tabela 19, grafikon 14).

Najveći broj uzoraka masnog tkiva (60.00 %) bio je sa sadržajem androstenona od 0.50 do $0.74 \mu\text{g/g}$. Sa sadržajem androstenona od 0.75 do $1.00 \mu\text{g/g}$ bilo je 26.66 % uzoraka, a u 13.33 % uzoraka sadržaj androstenona bio je manji od $0.50 \mu\text{g/g}$.

Grafikon 14. Raspodela uzoraka masnog tkiva nerastova prema sadržaju androstenona



Efekti vakcinacije protiv polnog mirisa mesa svinja ispitivani su u brojnim studijama koje su pokazale da je ImprovacTM vakcina veoma efikasna u smanjenju pojave polnog mirisa mesa (Fuchs i sar., 2009; Zamaratskaia i sar., 2008; Jaroš i sar., 2005; McCauley i sar., 2003; Cronin i sar., 2003; Dunshea i sar., 2001).

Jedinjenja koja doprinose ovoj pojavi, u najvećem stepenu androstenon i skatol, metabolišu se u periodu posle druge vakcinacije (Škrlep i sar., 2010; Hemonic i sar., 2009; Lealiifano i sar., 2009; Jaroš i sar., 2005). Svinje zaklane samo dve nedelje nakon druge vakcinacije imaju koncentraciju androstenona i skatola komparativnu sa kastratima i znatno ispod nivoa detekcije

(Lealiifano i sar., 2009). Imunizacioni efekat vakcine najbolje je pokazan koncentracijom androstenona u masnom tkivu imunokastrata sa srednjom vrednošću od 0.058 µg/g masti, u odnosu na 0.042 µg/g masti kod kastrata (Jaroš i sar., 2005).

U radu Morales i sar. (2010) koncentracija androstenona u masnom tkivu nerastova bila je veća u odnosu na koncentraciju kod imunokastrata, čije se vrednosti nisu razlikovale u odnosu na vrednosti kastrata i nazimica.

U radu Škrlep i sar. (2010) koncentracija androstenona u masnom tkivu je bila iznad detekcionog praga (0.04 µg/g masti) samo kod nerastova. U radu Turkstra i sar. (2002) koncentracija androstenona u masnom tkivu imunokastrata i kastrata bila je ispod detekcionog nivoa (<0.1 µg/g masti). Nivo androstenona u masnom tkivu nerastova bio je od nedetektabilnog do 1.25 µg/g, sa srednjom vrednošću od 0.48 µg/g. Koncentracija androstenona u masnom tkivu svinja koje nisu odgovorile na imunizaciju bila je 0.19 µg/g. Nivo androstenona je bio nedetektabilan u masnom tkivu i ranih i kasnih imunokastrata, što ukazuje na činjenicu da je postignut kompletan klirens androstenona iz masnog tkiva, proces za koji je poznato da zahteva period od najmanje 3 nedelje (Claus i sar., 1994).

U studiji Turkstra i sar. (2002) nivo androstenona je prešao vrednosti praga za 0.5 µg/g kod 50 % nerastova, a prosečna vrednost koncentracije androstenona bila je 0.48 µg/g. Slični rezultati ustanovljeni su i u drugim studijama (Hennessy i sar., 1997; Walstra i sar., 1999).

Kod nerastova imunizovanih protiv GnRH koncentracija androstenona i skatola bila je na nivou kao kod kastrata (Matthews i sar., 2000), što je uslovalo pojavu mesa slobodnog od polnog mirisa (Hennessy i sar., 1997).

Zeng i sar. (2002) su kod svih imunokastrata u masnom tkivu ustanovili nedetektabilnu koncentraciju androstenona. Kod nerastova su vrednosti bile varijabilne i kretale su se od nedetektabilnih do 4.96 µg/g. U studiji Pauly i sar. (2009) koncentracija androstenona u masnom tkivu nerastova bila je veća u odnosu na koncentraciju kod imunokastrata i kastrata. Kod nerastova je uočena velika varijabilnost u koncentracijama, od ispod detekcionog nivoa (<0.20

µg/g) do 1.9 µg/g. Kod imunokastrata i kastrata koncentracija androstenona bila je ispod nivoa detekcije, izuzev kod jednog imunokastrata (0.3 µg/g).

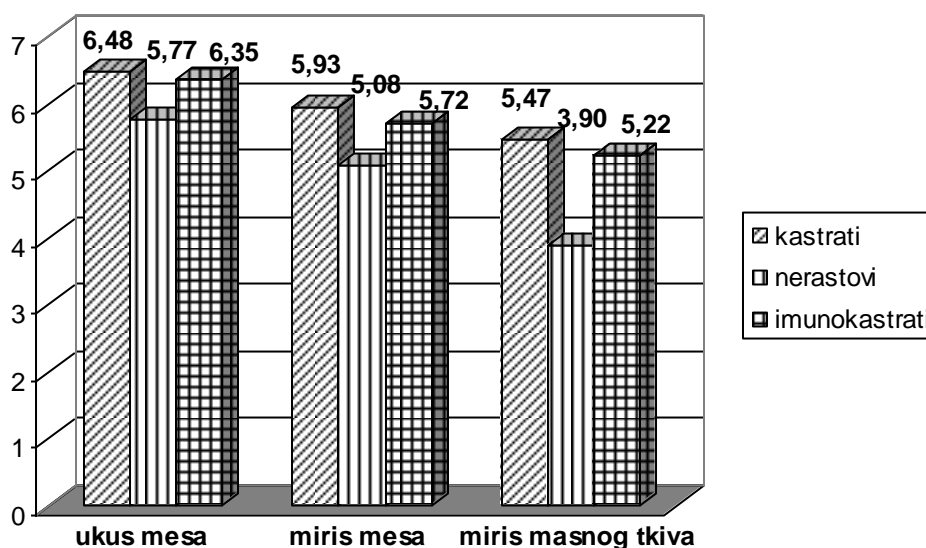
Apsolutne vrednosti koncentracija jedinjenja koja doprinose pojavi ove mane mesa teško je porediti usled različitog eksperimentalnog dizajna, ali i razlika u analitičkim procedurama, koje zahtevaju harmonizaciju (Haugen, 2009).

6.7. Senzorna ocena izraženosti polnog mirisa mesa ispitivanih kategorija svinja

Prosečna ocena mirisa mesa (leđni mišić) imunokastrata bila je veća u odnosu na nerastove, kod kojih je prosečna ocena mirisa mesa bila manja u odnosu na kastrate. Između imunokastrata i kastrata nije ustanovljena razlika u prosečnoj oceni mirisa mesa.

Prosečna ocena mirisa masnog tkiva (leđna slanina) imunokastrata bila je manja u odnosu na kastrate, kod kojih je ocena mirisa masnog tkiva bila veća u odnosu na nerastove. U oceni mirisa masnog tkiva između imunokastrata i kastrata nije ustanovljena razlika (grafikon 15).

Grafikon 15. Senzorna ocena mirisa i ukusa mesa i masnog tkiva ispitivanih kategorija svinja



Ispitivanjem razlika u prihvatljivosti mirisa i ukusa mesa kastrata, nerastova i imunokastrata utvrđeno je da su kod imunokastrata razlike u zbiru rangova manje u odnosu na nerastove, a kod

nerastova veće u odnosu na kastrate. Nije ustanovljena razlika u prihvatljivosti mirisa i ukusa mesa između imunokastrata i kastrata.

Kod imunokastrata je ocena ukusa mesa (leđni mišić) bila veća u odnosu na nerastove, kod kojih je ocena ukusa mesa bila manja u odnosu na ocenu ukusa mesa kastrata. Između imunokastrata i kastrata nije ustanovljena razlika u oceni ukusa mesa (grafikon 15).

Sa senzornog aspekta nije bilo razlika u mesu imunokastrata, kastrata i nazimica (Font i Furnols i sar., 2009). Za utvrđivanje polnog mirisa mesa mogu da se koriste postupci kojima se utvrđuje sadržaj osnovnih nosilaca u masnom tkivu, ali vrlo često i senzorna analiza. Na taj način se ukoliko su definisani kriterijumi procenjuje higijenska ispravnost mesa nerastova. Senzornom analizom može da se utvrdi prisustvo i/ili intenzitet polnog mirisa. Upotrebljavaju se različite tehnike kojima je zajedničko da se miris ispituje nakon zagrevanja masnog tkiva. Masno tkivo može da se zagreva na različite načine (zagrejan metal, zatvoren stakleni sud, aluminijumska folija-pečenje). Visina temperature zagrevanja se najčešće kreće od 80 do 200°C, a vreme zagrevanja od jedne sekunde do 60 minuta. U oceni prisustva i/ili intenziteta polnog mirisa učestvuju selekcionisani ocenjivači za koje je utvrđeno da imaju sposobnost identifikacije mirisa androstenona. Za ispitivanje prisustva i/ili intenziteta polnog mirisa mesa u našem radu korišćen je postupak koji su opisali Jarmoluk i sar. (1970).

Na ocenu intenziteta polnog mirisa mesa mogu da utiču dve grupe faktora. Jedna grupa faktora vezana je za uzorke masnog tkiva, a druga za učesnike u testu (kriterijum grupe, uvežbanost, zamor, motivisanost). Za naša ispitivanja uzorci masnog tkiva uzeti su uvek sa istog mesta (lumbalna regija), a ocenjivači nisu menjani. O značaju senzorne analize u oceni intenziteta polnog mirisa mesa govori i podatak da se koeficijent korelacije između sadržaja androstenona i senzorne ocene intenziteta polnog mirisa mesa kreće od 0.40 do 0.73 (Lundström i sar., 1984; Walstra i sar., 1986., Malmfors i sar., 1989). Prema nekim podacima koeficijent korelacije između sadržaja skatola i senzorne ocene je od 0.53 do 0.73 (Lundström i sar., 1984).

6.8. Prihvatljivost mesa kastrata, nerastova i imunokastrata

Definisati miris i ukus mesa jednom univerzalnom definicijom gotovo je nemoguće. Međutim, kada se radi o potrošačima miris i ukus mesa mogu da se definišu sa dva opšta termina: prihvatljiv i neprihvatljiv, odnosno poželjan i nepoželjan. Korišćenje ovih termina može da se primeni i u slučajevima kada su ocenjivači obučeni i za ovakva ispitivanja, odnosno za ispitivanja razlika u prihvatljivosti najčešće se koristi Rang test. Ovaj test je jednostavan, lako primenljiv, standardizovan i daje mogućnost statističke obrade podataka i izračunavanje značajnosti na nivou od $p < 0.05$, odnosno $p < 0.01$.

Prihvatljivost uzoraka mesa svinja različitih kategorija, prema našim rezultatima dobijenih Rang testom, nesumnjivo pokazuje da su uzorci masnog tkiva nerastova manje prihvatljivi od mesa kastrata, odnosno imunokastrata, a da između prihvatljivosti mesa imunokastrata i kastrata nema razlike. Manja prihvatljivost mesa nerastova rezultat je prisustva u mesu, odnosno u masnom tkivu osnovnih nosilaca polnog mirisa mesa tj. androstenona i skatola.

U literaturi se pominje veća ili manja odgovornost za polni miris mesa jednog ili drugog osnovnog nosioca (androstenon ili skatol). Međutim, polni miris mesa nije posledica prisustva jedne grupe nosilaca (polni steroidi ili indol i njegovi derivati).

U formiranju karakterističnog polnog mirisa mesa istovremeno učestvuju obe grupe jedinjenja, pri čemu intenzitet polnog mirisa mesa i njegova prihvatljivost zavisi od sadržaja osnovnih nosilaca, a osobenost (karakter) od međusobnog kvantitativnog odnosa osnovnih nosilaca. U formiranju karakterističnog polnog mirisa mesa nije sasvim zanemarljiva ni uloga ostalih isparljivih jedinjenja, naročito masnih kiselina.

Na ocenu prihvatljivosti mesa može da utiče i činjenica da su učesnici pre testa upoznati sa ciljem testa i podatkom da pojedini uzorci mesa potiču od nerastova. Ova vrsta informacije dovodi do lošije ocene zbog poznate psihološke pojave „fenomen kontrasta“ da ocenjivači imaju tendenciju da negativnu osobinu ocenjuju što nepovoljnije (Baltić, 1993).

7. ZAKLJUČCI

Na osnovu dobijenih rezultata izvedeni su sledeći zaključci:

1. Odabrani parametri mesnatosti trupova imunokastrata pokazuju da je njihova mesnatost značajno veća u odnosu na mesnatost trupova kastrata, a po mesnatosti je vrlo bliska mesnatosti nerastova.
2. Imunokastracija dovodi do značajnog smanjenja mase testisa, koja je manja za više od 40 % od prosečne mase testisa nerastova.
3. Kalo hlađenja trupova ispitivanih kategorija svinja ima sledeći opadajući niz: nerastovi > imunokastrati > kastrati.
4. Utvrđeno je da je pH vrednost mesa 45 minuta i 24 sata posle klanja bila najmanja kod mesa nerastova, a najveća kod mesa kastrata. Prosečan sadržaj vode i proteina u mesu kastrata bio je manji, a sadržaj masti veći u odnosu na meso nerastova. Prosečan sadržaj vode i proteina u mesu imunokastrata bio je manji u odnosu na meso kastrata. Meso imunokastrata je imalo veći prosečan sadržaj masti od mesa nerastova, a manji u odnosu na meso kastrata.
5. Prosečan sadržaj skatola u masnom tkivu nerastova bio je značajno veći u odnosu na prosečan sadržaj skatola u masnom tkivu imunokastrata i kastrata. Nije utvrđena razlika između prosečnog sadržaja skatola u masnom tkivu imunokastrata i kastrata.
6. U masnom tkivu imunokastrata sadržaj androstenona bio je manji od granice detekcije metode, a u masnom tkivu nerastova prosečan sadržaj androstenona bio je $0.66 \pm 0.13 \mu\text{g/g}$.

7. Senzorne ocene mirisa mesa, odnosno masnog tkiva, kao i senzorne ocene ukusa mesa kastrata i imunokastrata bile su značajno veće od senzorne ocene mirisa mesa, odnosno masnog tkiva i senzorne ocene ukusa mesa nerastova.

8. Utvrđeno je da je miris i ukus mesa kastrata i imunokastrata statistički značajno više prihvatljiviji od mirisa i ukusa mesa nerastova. Nisu utvrđene razlike u prihvatljivosti između mirisa i ukusa mesa kastrata i imunokastrata.

8. LITERATURA

1. Adams TE., Adams BM., (1992): Feedlot performance of steers and bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone, *Journal of Animal Science* 70, no 6 1691–8
2. Agergaard N., & Jensen BB., (1993): Microbial production of skatole in the digestive tract, absorption to portal vein blood and liver turnover in entire male pigs. In Proc. of the 44th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Aarhus, Denmark, Sorensen, M.R. (Ed.), P 2.5, 330-331.
3. Agergaard N., & Laue A., (1998): Adsorption of skatole to portal vein blood and liver turnover in entire male pigs using an in vivo model. In “Skatole and boar taint” Editor: W.K. Jensen, Danish Meat Research Institute, Roskilde, Denmark, 77- 97.
4. Agergaard N., Laue A., (1993): Absorption from the gastrointestinal tract and liver turnover of skatole. In Bonneau M (ed), *Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs*. Paris, France; Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), p107–111.
5. Agergaard N., Laue A., (1994): A physiological study of skatole, a major component of boar taint in male pigs. Proc 13th IPS Congr, June 26–30, Bangkok, Thailand. p495.
6. Agerhem H., Tornberg E., (1995): A comparison of the off-flavour of meat from entire male pigs cooked to two different internal end-point temperatures, *Proceedings European Association for Animal Production Working Group*, Milton Keynes, United Kingdom.
7. Aldal I., Andresen O., Egeli AK., Haugen JE., Grodum A., Fjetland O., and Eikaas JLH., (2005): Levels of androstenone and skatole and the occurrence of boar taint in fat from young boars, *Livestock Production Science* 95, 121–129.

-
8. Aldal I., Andresen Ø., Egeli AK., Haugen JE., Grødum A., Fjetland O., & Eikaas, JLH., (2003): Levels of androstenone and skatole and the occurrence of boar taint in fat from young boars. Mallomgris av râne. Kan man unngå ranelukt ved å slakte ukastret hanngris ved lavere vekt/alder? Norwegian meat Research Centre. Report (Norwegian).
 9. Amoore JE., & Buttery RG., (1978): Partition coefficients and comparative olfactometry, *Chemical Senses and Flavour* 31, 57–71.
 10. Ampuero S., & Bee G., (2006): The potential to detect boar tainted carcasses by using an electronic nose based on mass spectrometry, *Acta Veterinaria Scandinavica* 48 (Suppl1): S15.
 11. Anand KJS., (1990): Neonatal responses to anesthesia and surgery, *Clinical Perinatology*, 17:207-214.
 12. Anastasijević V., Josipović S., Đorđević M., Tadić I., Pavlov I., Bulatović Ž., Talić R., (1981): Quantitative and certain qualitative properties and sensoric evaluations of meat from young boars, gilts and castrates of Yorkshire pigs. 32. Ann. Meet. Eur. Ass. Animal Production, Zagreb.
 13. Andersson K., Schaub A., Andersson K., Lundström K., Thomke S., and Hansson I., (1997): The effect of feeding system, lysine level and gilt contact on performance, skatole levels and economy of entire male pigs, *Livestock Production Science* 51, 131–140.
 14. Andresen Ø., & Bakke H., (1975): 5 α -androstenone in fat from boars selected for rate of gain and thickness of backfat, and from boars used in artificial insemination service, *Acta Veterinaria Scandinavica* 16, 492-502.
 15. Andresen Ø., (1975): 5 α -Androstenone in peripheral plasma of pigs, diurnal variation in boars, effects of intravenous hCG administration and castration, *Acta Endocrinologica* 78, 385-391.

-
16. Andresen O., (1976): Concentrations of fat and plasma 5 α -androstenone and plasma testosterone in boars selected for rate of body weight gain and thickness of back fat during growth, sexual maturation and after mating, *Journal of Reproduction and Fertility* 48, 51– 59.
 17. Andresen O., (2006): Boar taint related compounds: Androstenone/skatole/other substances, *Acta Veterinaria Scandinavica* 48 (Suppl 1):S5.
 18. Andrews K., Fitzgerald M., (1994): The cutaneous withdrawal reflex in human neonates: sensitization, receptive fields, and the effects of contralateral stimulation, *Pain* 56, 95-101.
 19. Annor-Frempong IE., Nute GR., Whittington FW. & Wood JD., (1997a): The problem of taint in pork-II. The influence of skatole, androstenone and indole, presented individually and in combination in a model lipid base, on odour perception, *Meat Science* 47, 49-61.
 20. Annor-Frempong IE., Nute GR., Whittington FW., & Wood JD., (1997b): The problem of taint in pork-III. Odour profile of pork fat and the interrelationships between androstenone, skatole and indole concentrations, *Meat Science* 47, 63-76.
 21. Annor-Frempong IE., Nute GR., Wood JD., Whittington FW. & 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.
 22. Anonymous, (2004): *Food Magazine* November 2004. Arnhem, The Netherlands: Audet Tijdschriften.
 23. Antunović Z., et al., (2005): Fattening meatness and economic efficiency of fattening pigs, *Acta Veterinaria*, Vol. 55, No. 4:327-334.
 24. Armstrong H., (1993): Test to track boar taint, *Pigs* 9:14–16.

-
25. Awoniyi CA., Chandrashekar V., Arthur RD., Schanbacher BD., Amador AG., Falvo RE., (1988): Pituitary and Leydig cell function in boars actively immunized against gonadotropin-releasing hormone, *The Journal of the Society for Reproduction and Fertility* 84:295–302.
26. Babol J., & Squires EJ., (1995): Quality of meat from entire male pigs, *Food Research International* 28, 201-212.
27. Babol J., Squires EJ., & Gullett EA., (1996): Investigation of factors responsible for the development of boar taint, *Food Research International* 28, 573-581.
28. Babol J., Squires EJ., & Lundström K., (1998): Relationship between oxidation and conjugation metabolism of skatole in pig liver and concentrations of skatole in fat, *Journal of Animal Science* 76, 829-838.
29. Babol J., Zamaratskaia G., Juneja RK., 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 Science* 67:351-358.
30. Baltić M., Raičević S., Tadić I., Drljačić A., (1997): Influence of zeolite on skatole content of swine tissue. EAAP Publication, No 92, 88-91. Wageningen Press, Stockholm, Sweden.
31. Baltić M., Tadić I., (1995): Skatol i polni miris mesa. *Tehnologija mesa* 6, 353-356.
32. Baltić M., (1993): Kontrola namirnica (udžbenik), Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd.
33. Baltussen WHM., Backus GBC., & Hennen WHGJ., (2008): Economic effects of ending boar castration. Report 5.08.02.LEI. The Hague. Available at: http://www.lei.dlo.nl/publicaties/PDF/2008/5_xxx/5_08_02.pdf (in Dutch).

-
34. Bañón S., Andreu C., Laencia J., & Garrido MD., (2004): Fresh and eating pork quality from entire versus castrate heavy males, *Food Quality and Preference* 15, 293-300.
 35. Bañón S., Costa E., Gil MD., & Garrido MD., (2003): A comparative study of boar taint in cooked and dry-cured meat, *Meat Science* 63, 389–395.
 36. Barton-Gade P., (1984): Method of estimating soluble sarcoplasmic and myofibrillar proteins in pig meat, *Slagterienes Forskningsinstltut*.
 37. Barton-Gade P., (1985): Karakteristike kvaliteta mesa i njihov značaj za proizvode od svinjskog mesa, *Tehnologija mesa XXVI*, 9, 250–253.
 38. Barton-Gade P., (1987): Meat and fat quality in boars, castrates and gilts, *Livestock Production Science* 16, 187–196.
 39. Baumgartner J., Laister S., Koller M., Pfützner A., Grodzycki M., Andrews S., & Schmoll F., (2010): The behaviour of male fattening pigs following either surgical castration or vaccination with a GnRF vaccine, *Applied Animal Behaviour Science* 124(1-2), 28-34.
 40. Benton L., Shan LX., & Hardy MP., (1995): Differentiation of adult Leydig cells, *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 53, 61-68.
 41. Bérard J., Kreuzer M., & Bee G., (2008): Effect of litter size and birth weight on growth, carcass and pork quality, and their relationship to postmortem proteolysis, *Journal of Animal Science* 86, 2357-2368.
 42. Berdagúe JL., & Talou T., (1993): Examples of semiconductor gas sensors applied to meat products, *Sciences des Aliments* 13, 141-148.
 43. Bernal-Barragan H., (1992): Physiologische und nutritive Einflüsse auf di Bildung von Skatol (3-Methylindol) im Dickdarm von Schweinen. Dissertation Sc. Agr., Univ, Hohenheim.

-
44. Bielefeld F., (2006): Alternatives to conventional castration (report on conference ProSchwein). Tierärztliche Umschau 61, 669–671. Boars for meat production – Report from the E.A.A.P. working group, Spain.
45. Bokorov T., Teodorović M., Brundza, V., Mihalek, A., Latkovska, M., (1981): Ispitivanje nekastriranih muških prasadi u tovu do 100 kg težine, na mesnatost polutki i upotrebnu vrednost svinjskog mesa. Informator.
46. Bonneau M., & Enright WJ., (1995): Immunocastration in cattle and pigs, Livestock Production Science 42(2-3), 193-200.
47. Bonneau M., (1982): Compounds responsible for boar taint with special emphasis on androstenone: A review, Livestock Production Science 9:687–707.
48. Bonneau M., (1987): Effects of age and live weight on fat 5 alpha-androstenone levels in young boars fed two planes of nutrition, Reproduction Nutrition Development 27(2A):413-22.
49. Bonneau M., (1998): Use of entire males for pig meat in the European Union, Meat Science 49, S257-272.
50. Bonneau M., (2006): Factors affecting the level of androstenone. In: Acta Veterinaria Scandinavica 48(Suppl 1):S7.
51. Bonneau M., (2010): Accessory sex glands as a tool to measure the efficacy of immunocastration in male pigs, Animal 4, 930-932.
52. Bonneau M., Denmat ML., Vaudelet JC., Veloso Nunes JR., Mortensen AB., Mortensen HP., (1992): Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint: I. Sensory attributes of fat and pork meat, Livestock Production Science 32:63–80.

-
53. Bonneau M., Desmouhn B., and Dumont BL., (1979): Production de viandes de port males entiers ou castres: efficacite alimentaire et composition corporelle chez les races hypermusclees, *Annales de Zootechnie* 28, 53-72.
54. Bonneau M., Desmoulin B., (1980): Evolution de la teneur en androsténone du tissu adipeux dorsal chez la porc mâle entier de type Large White: variation selon les conditions d'élevage, *Reproduction Nutrition Development* 20:1429–1437.
55. Bonneau M., Desmoulin B., Frouin A., Bidard JP., (1980): Conséquences des processus technologiques de transformation des viandes de porc mâle sur la teneur en androsténone des graisses, *Annual Technology Agricultural*, 29:69–73.
56. Bonneau M., Dufour R., Chouvet C., Roulet C., Meadus W., and Squires EJ., (1994): The effects of immunization against luteinizing hormone-releasing hormone on performance, sexual development, and levels of boar taint-related compounds in intact male pigs, *Journal of Animal Science* 72:14–20.
57. Bonneau M., Kempster AJ., Claus R., Claudi-Magnussen C., Diestre A., Tornberg E., Walstra P., Chevillon P., Weiler U., Cook GL., (2000): An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: I. Presentation of the programme and measurement of boar taint compounds with different analytical procedures, *Meat Science* 54: 251-259.
58. Bonneau M., Meusy-Dessole N., Le'glise PC., and Claus R., (1982): Relationship between fat and plasma androstenone and plasmatestosterone in fatty and lean young boars following castration, *Acta Endocrinologica* 101:119–128.
59. Bonneau M., Terqui MA., (1983): A note on the metabolism of 5 -androst-16-en-3-one in the young boar in vivo, *Reproduction Nutrition Development* 23:899–905.
60. Bonneau M., Walstra P., Claudi-Magnussen C., Kempster AJ., Tornberg E., Fisher K., et al. (2000b): An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: IV.
-

Simulation studies on consumer dissatisfaction with entire male pork and the effect of sorting carcasses on the slaughter line, main conclusions and recommendations, *Meat Science* 54, 285-295.

61. Bonneau M., Sellier P., (1986): Fat androstenone content and development of genital system in boars, *World Review of Animal Production* XXII 1, 2-30.

62. Booth WD., & Von Glos KI., (1991): Pheromaxein, the pheromonal steroid binding protein, is a major protein synthesised in porcine submaxillary salivary glands, *Journal of Endocrinology* 128, 205-212.

63. Booth WD., & White CA., (1988): The isolation and purification of pheromaxein, the pheromonal steroid binding protein, in porcine submaxillary glands and saliva, *Journal of Endocrinology* 118, 47-57.

64. Booth WD., (1975): Changes with age in the occurrence of C19 steroids in the testis and submaxillary gland of the boar, *The Journal of Reproduction and Fertility* 42:459–472.

65. Booth WD., (1984): Sexual dimorphism involving steroidal pheromones and their binding protein in the submaxillary salivary gland of the Göttingen miniature pig, *Journal of Endocrinology* 100, 195-202.

66. Bourrounet B., Talou T., & Gaset A., (1995): Application of a multigas-sensor device in the meat industry for boar-taint detection, *Sensors and Actuators B*, 26-27, 250-254.

67. Breier BH., Gluckman PD., Blair HT., McCutcheon SN., (1989): Somatotrophic receptors in hepatic tissue of the developing male pig, *Journal of Endocrinology* 23:25–31.

68. Brennan JJ., Shand PJ., Fenton M., Nicholls LL., Aherne FX., (1986): Androstenone, androstenol and odor intensity in backfat of 100- and 130- kg boars and gilts, *Canadian Journal of Animal Science* 66:615–624.

-
69. Brooks PH., Cole DJA., (1970): The effect of the presence of a boar on the attainment of puberty in gilts, *Journal of Reproduction and Fertility*, 435–440.
70. Brooks RI., & Pearson AM., (1986): Steroid hormone pathways in the pig, with special emphasis on boar odour: A review, *Journal of Animal Science* 62, 632-645.
71. Brophy PJ., and Gower BD., (1972): 16-unsaturated C 19 3-oxo steroids as metabolic intermediates in boar testis, *Biochemical Journal* 128, 945–952.
72. Campbell RG., Taverner MR., (1988): Genotype and sex effects on the relationship between energy intake and protein deposition in growing pigs, *Journal of Animal Science* 66, 676-686.
73. Campbell RG., Taverner MR., Curic DM., (1985): Effects of sex and energy intake between 48 and 90 kg live weight on protein deposition in growing pigs, *Animal Production* 40:497–503.
74. Caraty A., Bonneau M., (1986): The effect of active immunization against LHRH on LH and FSH secretion and on fat androstenone levels in entire male pigs. *C. R. Acad Sci III*; 16: 673-676.
75. Carlson JR., & Breeze RG., (1984): Ruminant metabolism of plant toxins with emphasis on indolic compounds, *Journal of Animal Science* 58, 1040-1049.
76. Castell AG., Strain JH., (1985): Influence of diet and sex-type (boar, castrate or gilt) on live and carcass measurements of self-fed pigs from two breed lines differing in growth rates, *Canadian Journal of Animal Science* 65, 185.
77. Castell AG., Cliplef RL., McKay RM., (1985): Effects of diet, litter, and sex type on the performance (from 22 to 90 kg liveweight) and carcass measurements of crossbred pigs. *Canadian Journal of Animal Science* 65: 821.
78. Chen G., (2007): Physiological and Biochemical Factors Responsible for Boar Taint, Doctoral thesis.
-

-
79. Chen G., Cue RA., Lundstrom K., Wood JH., and Doran O., (2008): Regulation of cytochrome P450 2A6 protein expression by skatole, indole and testicular steroids in primary cultured porcine hepatocytes, *Drug Metabolism and Disposition* 36, 56–60.
80. Chen G., Zamaratskaia G., Madej A., and Lundstrom K., (2006): Effect of Hcg administration on the relationship between testicular steroids and indolic compounds in fat and plasma in entire male pigs, *Meat Science* 72, 339–347.
81. Chen W., Forrest JC., Peng IC., Pratt DE., Judge MD., (1993): Palatability of prerigor cooked boar meat, *Journal of Animal Science* 71:645–650.
82. Cilla I., Altarriba J., Guerrero L., Gispert M., Martinez L., Moreno C., (2006): Effect of different Duroc line sires on carcass composition, meat quality and dry-cured ham acceptability, *Meat Science* 72 (2), 252-260.
83. Clapper JA., Clark TM., & Rempel LA., (2000): Serum concentrations of IGF-I, estradiol-17 β , testosterone, and relative amounts of IGF binding proteins (IGFBP) in growing boars, barrows, and gilts, *Journal of Animal Science* 78, 2581-2588.
84. Clarke I., et al., (2008): Inherent Food Safety of a Synthetic Gonadotropin-Releasing Factor (GnRF) Vaccine for the Control of Boar Taint in Entire Male Pigs, *Intern Journal of applied research in veterinary medicine* vol. 6, No. 1.
85. Claus R., & Raab S., (1999): Influences on skatole formation from tryptophan in the pig colon, *Advances in Experimental Medicine and Biology* 467, 679-684.
86. Claus R., (1974): Radioimmunoassay of 5-alpha-androst-16-en-3-one, steroid responsible for boar taint, in the adipose tissue of swine. *Comptes Rendus Hebdomadaires Des Seances De l'Academie Des Sciences. Serie D: Sciences Naturelles* 278, 299-302 (French).

-
87. Claus R., (1975): Messung des ebergeruchstoffes im fett von schweinen mittels eines radioimmunotests. 1. Mitteilung: Geruchsdepotbildung in abhängigkeit vom alter, Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie 92:118–126.
88. Claus R., (1976): Messung des ebergeruchstoffes im fett von schweinen mittels einesradioimmunotests. 2. Mitteilung: Zeitlicher verlauf des geruchdepotabbaues nach der kastration, Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie., 193:38–47.
89. Claus R., (1979): Pheromone bei saugtieren unter besonderer berucksichtigung des ebergeruchsstoffes und seiner beziehung zu anderen hodensteroiden, Fortschritte in der Tierphysiologie und Tierernährung 10:133–136.
90. Claus R., Herbert E., & Dehnhard M., (1997a): Comparative determination of the boar taint steroid androstenone in pig adipose tissue by a rapid enzyme immunoassay and an HPLC-method, Archiv für Lebensmittelhygiene 48, 25-48.
91. Claus R., Hoffmann B., (1980): Oestrogens, compared to other steroids of testicular origin, in bloodplasma of boars, Acta Endocrinologica 94:404–11.
92. Claus R., Lacorn M., Danowski K., Pearce CM., Bauer A., (2007): Short-term endocrine and metabolic reactions before and after second immunization against GnRH in boars, Vaccine 25, 4689-4696.
93. Claus R., Losel D., Lacorn M., Mentschel J., & Schenkel H., (2003): Effects of butyrate on apoptosis in the pig colon and its consequences for skatole formation and tissue Accumulation, Journal of Animal Science 81, 239-248.
94. Claus R., Rottner S., Rueckert C., (2008): Individual return to Leydig cell function after GnRH-immunization of boars, Vaccine 26 4571–4578.

-
95. Claus R., Schopper D., Wagner HG., (1983): Seasonal effect on seminal plasma of boars, *Journal of Steroid Biochemistry* 19:725–729.

 96. Claus R., Weiler U., (1994): Endocrine regulation of growth and metabolism in the pig, *Livestock Production Science* 37:245–60.

 97. Claus R., Weiler U., and Herzog A., (1994): Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar: A review with experimental data, *Meat Science* 38:289–305.

 98. Claus RD., Lösel M., Lacorn M., Mentschel J., Schenkel H., (1996): Effects of butyrate on apoptosis in the pig colon and its consequences for skatole formation and tissue accumulation, *Journal of Animal Science* 81:239-248.

 99. Cliplef RL., Grinwich DL., Castell AG., (1984): Consumer acceptance of fresh pork and pork products from littermate boars and barrows, *Canadian Journal of Animal Science* 64:21–27.

 100. Cliplef RL., Grinwich DL., McKay RM., (1985): Levels of 5 α -androst-16-en-3-one (5 - androstenone) in serum and fat of intact and castrated mature boars, *Canadian Journal of Animal Science* 65:247–250.

 101. Cliplef RL., Strain JS., (1981): Relations of sex odor to panel acceptability and certain other organoleptic characteristics of pork chops, *Canadian Journal of Animal Science* 61: 45.

 102. Cook B., Hunter RHF., Kelly ASL., (1977): Steroid-binding proteins in follicular fluid and peripheral plasma from pigs, cows and sheep, *Journal of Reproduction and Fertility* 51:65-71.

 103. Cooke GM., Ferguson SE., Rytina E., and Gower DB., (1983): Properties of porcine liver and testicular steroid sulphotransferases: reaction conditions and influence of naturally occurring steroids and steroid sulphates, *Journal of Steroid Biochemistry* 19, 1103–1109.

-
104. Cooke M., Leeves N. & White C., (2003): Time profile of putrescine, cadaverine, indole and skatole in human saliva, *Archives of Oral Biology* 48: 323-327.
105. Cooke PS., (1996): Thyroid hormone and the regulation of testicular development, *Animal Production Science* 42, 333–341.
106. Cronin GM., Dunshea FR., Butler KL., McCauley I., Barnett JL. & Hemsworth PH., (2003): The effects of immuno- and surgical-castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs, *Applied Animal Behaviour Science* 81(2), 111-126.
107. Cruz-Bustillo D., Steer R., Barreto B., Sanches A., Rojas JR., Pacheco G., Varona S., (1989): Animal behaviour, carcass composition and sensory evaluation of meat from entire male slaughter pigs raised in commercial conditions. In *Proc. Znt. Congr. Meat Science and Technology*, Copenhagen, pp. 103941.
108. D’Occhio MJ., (1993): Immunological suppression of reproductive functions in male and female mammals, *Animal Reproduction Science* 33, 345–372.
109. D’Souza DN., and Mullan BP., (2003): The effect of genotype and castration method on the eating quality characteristics of pork from male pigs, *Animal Science* 77, 67-72.
110. Dahlmann B., Mai B., Reinauer H., (1980): The influence of testosterone on the alkaline proteolytic activity in rat skeletal muscle, *Biochimica et Biophysica Acta* 631 (3), 479-486.
111. Davis SM., and Squires EJ., (1999): Association of cytochrome b5 with 16-androstene steroid synthesis in the testis and accumulation in the fat of male pigs, *Journal of Animal Science* 77, 1230–1235.
112. De Brabander HF., & Verbeke R., (1986): Quantitative determination of androstenone in pig adipose tissue, *Journal of Chromatography A* 363, 293-302.

-
113. De Kock HL., Heinze PH., Potgieter CM., Dijksterhuis GB., Minnaar A., (2001): Temporal aspects related to the perception of skatole and androstenone, the major boar odour compounds, *Meat Science* 57, 61-70.
114. De Kruijf JM., Welling AAWM., (1988): [Chronic inflammatory disease in gilts and castrated boars] Het voorkomen van chronische ontstekingen bij gelten en borgen. *Tijdschrift Diergeneesk.* 113: 415-417.
115. De Vries AG., Sosnicki A., Garnier JP., & Plastow GS., (1998): The role of major genes and DNA technology in selection for meat quality in pigs, *Meat Science* 49, S245-S255.
116. Dehngard M., Claus R., Hillenbrand M., & Herzog A., (1993): High-performance liquid chromatographic method for the determination of 3-methylindole (skatole) and indole in adipose tissue of pigs, *Journal of Chromatography* 616, 205-209.
117. Dehnhard M., Claus R., Herbert E., and Hillebrand M., (1995): Skatol- und Androstenonkonzentrationen in Fleischerzeugnissen aus Eberschlachtkörpern, *Die Ebermast Heft* 449, 55–72.
118. Deslandes B., Gariépy C., Houde A., (2001): Review of microbial and biochemical effects of skatole in animal production, *Livestock Production Science* 71:193-200.
119. Desmoulin B., Bonneau M., Froouin A., Bidard JP., (1982): Consumer testing of pork and processed meat from boars: the influence of fat androstenone level. *Livestock Production Science*, 9:707–715
120. Di Natale C., Pennazza G., Macagnano A., Martinelli E., Paolesse R., & D'Amico A., (2003): Thickness shear mode resonator sensors for the detection of androstenone in pork fat. *Sensors and Actuators B: Chemical* 91, 169-174.

-
121. Diaz GJ., Squires EJ., (2000): Metabolism of 3-methylindole by porcine liver microsomes: responsible cytochrome P450 enzymes, *Toxicological Sciences* 55:284-292.
122. Dijksterhuis G., Engel B., Walstra P., Font M., Agerhem H., Fisher K., et al., (2000): An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: II. Sensory evaluation by trained panels in seven European countries, *Meat Science* 54, 261–269.
123. Dikeman ME., (2007): Effects of metabolic modifiers on carcass traits and meat quality, *Meat Science* 77, 121-135.
124. Doran E., Whittington FM., Wood J., McGivan JD., (2002): Cytochrome P450IIE1 (CYP2E1) is induced by skatole and this induction is blocked by androstenone in isolated pig hepatocytes, *Chemico-biological interactions* 140:81-92.
125. Doran E., Whittington FM., Wood JD., & McGivan JD., (2002a): The relationship between adipose tissue skatole levels, rates of hepatic microsomal skatole metabolism and hepatic cytochrome P450IIE1 expression in two breeds of pig, *Animal Science* 74, 461-468.
126. Doran E., Whittington FM., Wood JD., & McGivan JD., (2004): Characterisation of androstenone metabolism in pig liver microsomes, *Chemico-biological interactions* 147, 141-149
127. Doran E., Whittington FW., Wood JD., & McGivan JD., (2002b): Cytochrome P450IIE1(CYP2E1) is induced by skatole and this induction is blocked by androstenone in isolated pig hepatocytes, *Chemico-Biological Interactions* 140, 81-92.
128. Dorries KM., Schmidt HJ., Beauchamp GK., Wysocki CJ., (1989): Changes in sensitivity to the odor of androstenone during adolescence, *Developmental Psychobiology* 22:423–435.
129. D'Souza DN., and Mullan BP., (2002): The effect of genotype, sex and management strategy on the eating quality of pork, *Meat Science* 60, 95-101.

-
130. D'Souza DN., Mullan BP., (2003): The effect of genotype and castration method on the eating quality characteristics of pork from male pigs, *Animal Science* 77, 67-72.
131. Dufort I., Soucy P., Lacoste L., and Luu-The V., (2001): Comparative biosynthetic pathway of androstenediol and androgens, *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 77, 223–227.
132. Dunshea FR., Colantoni C., Howard K., McCauley I., Jackson P., Long KA., Lopatnicki S., Nugent EA., Simons JA., Walker J., and Hennessy D., (2001): Vaccination of boars with aGnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance, *Journal of Animal Science* 79(10): 2524-2535.
133. Džinić N., (2005): Uticaj endogenih i egzogenih faktora na kvalitet svinjskog mesa. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Banja Luci, Banja Luka.
134. Džinić N., Petrović Lj., Manojlović D., Tomović V., Timanović S., Trišić-Ilić S., Kurjakov N., (2001): Carcass and pork quality of purebred and four-race hybrids. Proc. 47th ICoMST ‘Future of Meat’, Krakow, Poland, Vol.I, 2-P19, 146–147.
135. Earley B., and Crowe MA., (2002): Effects of ketoprofen alone or in combination with local anaesthesia during the castration of bull calves on plasma cortisol, immunological, and inflammatory responses, *Journal of Animal Science* 80: 1044-1052.
136. EFSA (2004): Welfare aspects of the castration of piglets. Scientific report of the scientific panel for animal health and welfare on request from the commission related to welfare aspects of the castration of piglets European food safety authority AHAW/04–087. <http://www.efsa.eu.int/science/ahaw_opinions/512_it.html>.
137. Einarsson S., (2006): Vaccination against GnRH: Pros and cons, *Acta Veterinaria Scandinavica* 48(Suppl.1), S10.

-
138. Einarsson S., Andersson K., Wallgren M., Lundstrom K., Rodriguez-Martinez H., (2009): Short- and long-term effects of immunization against gonadotropin-releasing hormone, using ImprovacTM, on sexual maturity, reproductive organs and sperm morphology in male pigs, *Theriogenology* 71, 302–310.
139. Einarsson S., Andersson K., Zamaratskaia G., Wallgren M., Rodriguez-Martinez H., Rydhmer L., Andersson K., Lundstrom K., (2002): Swedish trials with immunocastration of boars, *Science. EUROSTAT*.
140. Einarsson S., Holtman M., Larsson K., Settergren I., and Bane A., (1979): The effect of two different feed levels on the development of the reproductive organs in boars, *Acta Veterinaria Scandinavica* 20: 1-9.
141. Ellis M., et al., (1983): *Animal Production* 37, 1-9.
142. Elseley FWH., (1968): Bericht u"ber subjektive Versuche und uber die Empfindlichkeit verschiedener Personen gegenuber den nat"urlichen und dem synthetisch produzierten Ebergeruch. *Proceedings European Association for Animal Production, Commission Pig Production, Dublin*.
143. EMA (2010): Improvac Summary of Product Characteristics (online) [28 Feb 2011]. Available from: <http://www.ema.europa.eu> [30 Aug 2011].
144. Erikson CE., (1987): Oxidation of lipids in food systems. In *Autooxidation of Unsaturated Lipids*, ed. H. W. S. Chan. Academic Press, London, pp. 207-31.
145. Evans A., (2006): Global control of boar taint. Part 3. Immunological castration, *Pig Progress* 22(5), 6–9.
146. Fabrega E., Velarde A., Cros J., Gispert M., Su"arez P., Tibau J., & Soler J., (2010): Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing hormone, using Improvac®, on growth

performance, body composition, behaviour and acute phase proteins, *Livestock Science* 132(1-3), 53-59.

147. Falvo RE., Chandrashekar V., Arthur RD., Kuenstler AR., Hasson T., Awoniyi C., Schanbacher BD., (1986): Effect of active immunization against LHRH or LH in boars: reproductive consequences and performance traits, *Journal of Animal Science* 63, 986–994.

148. Fang F., Li H., Liu Y., Zhang Y., Tao Y., Li Y., Cao H., Wang S., Wang L., & Zhang X., (2010): Active immunization with recombinant GnRH fusion protein in boars reduces both testicular development and mRNA expression levels of GnRH receptor in pituitary, *Animal Reproduction Science* 119 (3-4), 275-281.

149. Fish DE., Cooke GM., and Gower DB., (1980): Investigation into the sulphoconjugation of 5 alpha-androst-16-en-3 beta-ol by porcine liver, *FEBS Letters* 117, 28–32.

150. Fitzgerald M., (1994): Neurobiology of Foetal and Neonatal Pain. In: *Textbook of Pain*. Eds. Patrick Wall & Ronald Melzack pp. 153 - 163. Pubs. London: Churchill Livingstone. 3rd Edition.

151. FlorCruz SV., and Lapwood KR., (1978): A longitudinal study of pubertal development in boars, *International Journal of Andrology* 1:317–330.

152. Font i Furnols M., (2000): Utilització de mascles enters per a la producció de carn: avaluació sensorial i estudi de consumidors. Doctoral thesis. Universitat Politècnica de Catalunya, Available at: <<http://www.tdx.cat/TDX-0423101-092628/>>.

153. Font i Furnols M., Gispert M., Diestre A., & Oliver MA., (2003): Acceptability of boar meat by consumers depending on their age, gender, culinary habits, sensitivity and appreciation of androstenone smell, *Meat Science* 64, 433–440.

-
154. Font i Furnols M., Gispert M., Guerrero L., Velarde A., Tibau J., Soler J., Hortos M., Garcia-Regueiro JA., Pérez J., Suarez P., and Oliver MA., (2008): Consumers' sensory acceptability of pork from immunocastrated male pigs, *Meat Science* 80(4): 1013-1018.
155. Font i Furnols M., Gonzalez J., Gispert M., Oliver MA., Hortos M., Perez J., et al., (2009): Sensory characterization of meat from immunocastrated pigs compared to meat from surgically castrated, entire males and female, *Meat Science* 83, 438–442.
156. Font i Furnols M., Guerrero L., Serra X., Rius MA., i Oliver MA., (2000): Sensory characterization of Boar Taint in entire male pigs, *Journal of Sensory Studies* (acceptat).
157. Fortin A., Friend DW., Sarkar NK., (1983b): A note on the carcass composition of Yorkshire boars and barrows. *Canadian Journal of Animal Science* 63: 711.
158. Fortin A., Wood JD., Whelehan OP., (1983a): Breed and sex effects on the development and proportion of muscle, fat and bone in pigs, *Journal of Agricultural Science, Camb.* 108:39-45.
159. Fouilloux MN., Le Roy P., Gruand J., Renard C., Sellier P., and Bonneau M., (1997): Support for single major genes influencing fat androstenone level and development of bulbo-urethral glands in young boars, *Genetics, Selection, Evolution* 29: 357-366.
160. Fowler VR., McWilliam TR and Aitken R., (1981): Voluntary feed intake of boars, castrates and gilts given diets of different nutrient density, *Animal Production* 32, 357 (abstr.).
161. Frederiksen B., Font i Furnols M., Lundström K., Prunier A., Tuyttens F., Migdal W., et al., (2009): Practice on castration of piglets in Europe. *Animal*, doi:10.1017/S1751731109004674.

-
162. Fredriksen B., Hexeberg C., (2009): The effect of removing animals for slaughter on the behaviour of the remaining male and female pigs in the pen, *Research in Veterinary Science* 86, 368-370.
163. Fredriksen B., Lundström K., Migdal W., Prunier A., Tuyttens F., Bonneau M., (2008): Report of PIGCAS WP2: Practice. Assessment of the extent of the practice of castration and how it is performed in different European countries.
164. Fredriksen B., and Nafstad O., (2006): The Norwegian Research Programme for Entire Male Pig Production, *Acta Veterinaria Scandinavica* 48(Suppl 1):S16.
165. Friend DW., Fortin A., Buttler G., Poste LM., Kramer JKG., and Burrows VD., (1989): Naked oats (*Avena Nuda*) with and without lysine supplementation, for boars and barrows: Growth, carcass and meat quality, energy and nitrogen metabolism, *Canadian Journal of Animal Science* 69:765–778.
166. Friis C., (1993): Distribution, metabolic fate and elimination of skatole in the pig. In Bonneau M (ed), *Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs*. Paris, France; Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), p113–115.
167. Friis C., (1995): Is boar taint related to sex differences or polymorphism of skatole metabolism? Proceedings of a meeting of the EAAP working group Production and utilisation of meat from entire male pigs. Milton Keynes Sept 27-29.
168. Fuchs T., Nathues H., Koehrmann A., Andrews S., Brock F., Sudhaus N., Klein G., Elisabeth grosse Beilage, (2009): A comparison of the carcass characteristics of pigs immunized with a ‘gonadotrophin-releasing factor (GnRF)’ vaccine against boar taint with physically castrated pigs, *Meat Science* 83, 702–705.
169. Garcia-Regueiro JA., & Diaz I., (1989): Evaluation of the contribution of skatole, indole, androstenone and androstenols to boar-taint in back fat of pigs by HPLC and capillary gas chromatography (CGC), *Meat Science* 25, 307-316.
-

-
170. Garcia-Requeiro JA., Diaz I., Hortos M., Arnau J., (1986): Analysis of skatole and 5 α -androst-16-en-3-one in meat products by HPLC and HRGC, 32^{ng} Eur. Meet Res. Workers, Ghent, Belgium.
171. Gibis M., (1994): Einfluss der Substanzen Indol und Skatol auf die Schweinefleischqualität. Dissertation der Universität Hohenheim, Hohenheim.
172. Gibson GR., & Roberfroid MB., (1995): Dietary modulation of the human colonic microbiota—introducing the concept of prebiotics, *Journal of Nutrition* 125, 1401–1412.
173. Giersing M., Lundström K., & Andersson A., (2000): Social effects and boar taint: significance for production of slaughter boars (*Sus scrofa*), *Journal of Animal Science* 78, 296–305.
174. Gilbert AN., & Wysocki CJ., (1987): The smell results: survey. *National Geographic*, October, 514–525.
175. Gillberg M., Skaanild M.T. & Friis C., (2006): Regulation of gender-dependent CYP2A expression in pigs: Involvement of androgens and CAR, *Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology* 98(5), 480–487.
176. Giri DK., Jayaraman S., Neelaram GS., Jayashankar R., Talwar GP., (1991): Prostatic hypoplasia in bonnet monkeys following active immunization with semisynthetic anti-LHRH vaccine, *Experimental and Molecular Pathology* 54:255–64.
177. Gispert M., Oliver MA., Velarde A., Suarez P, Perez 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(4):664–70.

-
178. Gnessi L., Fabbri A., & Spera G., (1997): Gonadal peptides as mediators of development and functional control of the testis: An integrated system with hormones and local environment, *Endocrine Reviews* 18, 541-609.
179. Godfrey SI., Walkden-Brown SW., Martin GB, Speijers EJ., (1996): Immunisation of goat bucks against GnRH to prevent seasonal reproductive and agonistic behavior, *Animal Reproduction Science* 44:41–5.
180. Gower DB., (1972): 16-Unsaturated C 19 steroids. A review of their chemistry, biochemistry and possible physiological role, *Journal of Steroid Biochemistry* 3, 45–103.
181. Gower DB., Harrison FA., Heap RB., (1970): The identification of C19–16-unsaturated steroids and estimation of 17-oxosteroids in boar spermatic vein plasma and urine, *Journal of Endocrinology* 47:357–368.
182. Griffiths NM., & Patterson RLS., (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.
183. Grinwich DL., Cliplef RL., McKay RM., (1988): Measurement of 16-androstenes (5 α -androst-16-en-3-one/5 α -androst-16-en-3 α -ol) in saliva of mature boars of two breeds following castration, *Canadian Journal of Animal Science* 68:969–972.
184. Grizzle TB., Esbenshade KL., Johnson BH., (1987): Active immunization of boars against gonadotropin releasing hormone. I. Effects on reproductive parameters, *Theriogenology* 27:572–80.
185. Haga HA., & Ranheim B., (2005): Castration of piglets: analgesic effects of intratesticular and intrafunicular lidocaine injection, *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 32, 1-9.
186. Hansen LL, Larsen AE, Jensen BB, Hansen-Møller J, Barton-Gade P. (1993): Influence of stocking rate and temperature on feces deposition in the pen and its consequences onskatole
-

concentration (boar taint) in subcutaneous fat. In Bonneau M (ed), Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs. Paris, France; Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), p151–157.

187. Hansen LL., (1998): Influence of environmental factors and antibiotics on skatole in pigs. In Skatole and boar taint (ed. W. K. Jensen), pp. 137-150, Danish Meat Research Institute, Roskilde, Denmark.

188. Hansen LL., Larsen AE., Jensen BB., & Hansen-Møller J., (1995): Short time effect of an antibiotic feed additive and heavy fouling with faeces plus urine on boar taint in male pigs with high and low skatole levels in blood. In Proc. EAAP working Group "Production and Utilization of Meat from Entire male Pigs", Milton Keynes, UK.

189. Hansen LL., Larsen AE., Jensen BB., & Hansen-Møller J., (1997): Short time effect of Zinc bacitracin and heavy fouling with faeces plus urine on boar taint in male pigs, Animal Science 64, 351-363.

190. Hansen LL., Larsen AE., Jensen BB., Hansen-Møller J., Barton-Gade P., (1994): Influence of stocking rate and faeces deposition in the pen at different temperatures on skatole concentration (boar taint) in subcutaneous fat, Animal Production 59:99-110.

191. Hansen LL., Larsen AE., Laue A., Jensen MT., Agregaard N., Jensen B., Bak CA., Hansen-Møller J., Friis C., & Hansen SH., (1995b): Skatole pattern during the growth period from 50 to 120 kg in female and entire male pigs with a possible different genetic skatole status. In Proc. EAAP working group "Production and Utilization of Meat from Entire male Pigs", Milton Keynes, England.

192. Hansen LL., Lundström K., Laue A., Jensen MT., Agregaard N., Bæk CÆ., & Hansen-Møller J., (1997): Skatole and androstenone patterns during the growth period from 90 to 120 kg live weight in pigs with high or low skatole levels in back fat at slaughter. In: Bonneau, M.,

Lundström, K. & Malmfors, B. (Eds.), Boar taint in entire male pigs, Wageningen: Wageningen Pers, EAAP Publication No. 92, 131-134.

193. Hansen LL., Mejer H., Thamsborg SM., Byrne DV., Roepstorff A., Karlsson AH., Hansen-Møller J., Jensen MT., & Tuomola M., (2006): Influence of chicory roots(*Cichorium intybus* L) on boar taint in entire male and female pigs, *Animal Science* 82, 359-368.

194. 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: Biomedical Sciences and Applications* 661, 219-230.

195. Hansen-Møller J., (1998): Analytical methods for determination of boar taint compounds. In: Skatole and boar taint (ed W.K. Jensen), Danish Meat Research Institute, Roskilde, Denmark. Pp 21-40.

196. Hansson I., Lundström K. & Malmfors B., (1975): Effect of sex and weight on growth, feed efficiency and carcass characteristics of pigs. 2. Carcass characteristics of boars, barrows and gilts, slaughtered at four different weights, *Swedish Journal of Agricultural Research* 5, 69-80.

197. Hansson KE., 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.

198. Hansson M., Lundeheim N., Nyman G., & Johansson G., (2011): Effect of local anaesthesia and/or analgesia on pain responses induced by piglet castration, *Acta Veterinaria Scandinavica* 34.

199. Hansson M., Lundeheim N., Schmidt U., Johansson G. & Nyman G., (2010): Minskad smärta i samband med kastrering av hangrisar - effekt av lokalbedövning [Decreased pain in connection with the castration of male pigs - the effect of local anaesthetics] (In Swedish).Slutrapport till Jordbruksverket Dnr 31-4409/09.

-
200. Haugen JE., (2009): Detection of boar taint. Need for harmonised methods and rapid methods. In: 55th International Congress of Meat Science Technology, Copenhagen, Denmark.
201. Haugen JE., Flatten A., Andresen Ø., (2005): Intracarcass variation of androstenone, Skatole and Indole fat levels in entire male pigs. EAAP Working group Entire male pig, 8-9 June 2005, Uppsala, Sweden.
202. Haugen JE., Zamaratskaia G., Lundström K., Chen G., Squires, J., Lou Y., & Whittington F., (2008): The boar taint case: Need for standardisation and harmonisation, First European Food Congress, 4-9. Nov. Ljubljana, Slovenia.
203. Hawe SM., & Walker N., (1991): The effect of involuntary coprophagy on the production of skatole in growing pigs, *Animal Production* 53, 105-109.
204. Hawe SM., Walker N., & Moss BW., (1992): The effects of dietary fibre, lactose and antibiotic on the levels of skatole and indole in faeces and subcutaneous fat in growing pigs, *Animal Production* 54, 413-419.
205. Hay M., Vulin A., Genin S., Sales P., and Prunier A., (2003): Assessment of pain induced by castration in piglets: behavioral and physiological responses over the subsequent 5 days, *Applied Animal Behaviour Science* 82:201-218.
206. Hazas Z., (1985): Fattening performances and carcass quality of boars, barrows and sows in industrial pigs keeping conditions. 36th Annual Meeting of EAAP. Kallithea, Halkidiki, Greece. 312-313.p.
207. Hazas Z., (1986): Carcass Quality and Fattening Performance of Boars, Barrows and Sows kept under Industrial Conditions, *World Review of Animal Production* 2:9-11.

-
208. Hemonic A., Courboulay V., (2009): Evaluation of the safety, efficacy and production benefits of vaccination against boar taint in male pigs raised under commercial field conditions in France, *Revue De Medecine Veterinaire* 160(8-9), 383-393.
209. Hennessy D., (2006): Global control of boar taint. Part 4. Immunological castration in action, *Pig Progress* 22(6), 2–4.
210. Hennessy DP., Colantoni C., Dunshea FR., Howard K., Jackson P., Long K., Lopaticki S., Sali L., Simons J., and Walker J., (1997): Elimination of boar taint: a commercial boar taint vaccine for male pigs. In: M. Bonneau, K. Lundstrom, and B. Malmfors (ed.), *Boar Taint in Entire Male Pigs*. EAAP Publ. No. 92 pp 141–145. Wageningen Pers, Wageningen.
211. Hennessy DP., Dunshea FR., McCauley I., Colantoni C., Jackson P., Long KA., Lopaticki S., Nugent EA., Simons JA., Walker J., (2000): Immunocastration—world first boar taint vaccine, *Proceedings of the 16th International Pig Veterinary Society Congress*, Melbourne, Australia, pp. 315–323.
212. Hilbe M., Jaros P., Ehrensperger F., Zlinszky K., Janett F., Hassig M., et al., (2006): Histomorphological and immunohistochemical findings in testes, bulbourethral glands and brain of immunologically castrated male piglets, *Schweiz Archhiv Für Tierheilkunde* 148:599– 608.
213. Hodges JK., Hearn JP., (1977): Effects of immunisation luteinising hormone releasing hormone on reproduction of the mormoset monkey *Callithrix jacchus*, *Nature* 265:746–8.
214. Honeyfield DC., & Carlson JR., (1990): Assay for the enzymatic conversion of indoleacetic acid to 3-methylindole in a ruminal *Lactobacillus* species, *Applied and Environmental Microbiology* 56, 724-729.
215. Honikel KO., (1999): Biohemijske i fizičko-hemijske karakteristike kvaliteta mesa. *Tehnologija mesa* 40, 3-5, 105–123.

-
216. Hortos M., Rius MA., De Vries A., Lacoste A., Gispert M., & Diestre A., (2000): Variation of boar taint compounds in backfat from divergent genetic lines. In: Proceedings of the 46th international congress of food science and technology (Vol. 1, pp. 98–99), August 27-September 1, Buenos Aires, Argentina.
217. Jaegglin, N., Kupper T., (2008): Pain relief using inhalation anaesthesia with isoflurane for piglet castration results and practical experience. Proc. EAAP working group on production and utilisation of meat from entire male pigs, Monell, Spain.
218. Jarmoluk L., Martin AH. and Freed HT., (1970): Detection of taint (sex odour) in pork, Canadian Journal of Animal Science 50.
219. Jaroš P., Burgi E., Stark KDC., Claus R., Hennessy D., and Thun R., (2005): Effect of active immunization against GnRH on androstenedione concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs, Livestock Production Science 92(1): 31-38.
220. Jensen BB. & Jensen MT., (1998): Microbial production of skatole in the digestive tract of entire male pigs. In: Jensen, W.K. (Ed.), Skatole and boar taint. Roskilde, Denmark: Danish Meat Research Institute, 41-75.
221. Jensen BB., & Jensen MT., (1993a): In vitro measurements of microbial production of skatole in the digestive tract of pigs. In Measurements and prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs, Roskilde, Denmark, (Ed. M. Bonneau), INRA, Paris, France, Les Colloques No. 60, 99-105.
222. Jensen BB., (1999): Impact of feed composition and feed processing on the gastrointestinal ecosystem in pigs, In Nutrition and gastrointestinal physiology – today and tomorrow. (red. AJM Jansman and J Huisman) TNO Nutrition and Food Research Institute, Wageningen, The Netherlands, 43-56.

-
223. Jensen BB., (2006): Prevention of boar taint in pig production. Factors affecting the level of skatole, *Acta Veterinaria Scandinavica* 48(Suppl 1):S6.
224. Jensen MT., & Jensen BB., (1993b): Determination of indole and 3-methylindole (skatole) in bacterial cultures, intestinal content and faeces, *Journal of Chromatography B.*, 665, 275-280.
225. Jensen MT., Cox RP., and Jensen BB., (1995b): 3-Methylindole (skatole) and indole production by mixed populations of pig faecal bacteria, *Applied and Environmental Microbiology* 61, 3180-3184.
226. Jensen MT., Cox RP., Jensen BB., (1995): Microbial production of skatole in the hindgut of pigs given different diets and its relation to skatole deposition in backfat, *Animal Science* 6:293-304.
227. Jensen MT., Jensen BB., Laue A., Agergaard N., and Bibby BM., (1997): Effect of various carbohydrate sources on the production of skatole in the hind gut of pigs and skatole concentration in blood plasma. Boar taint in entire male pigs. EAAP Publ. No. 92. Pudoc, Wageningen, The Netherlands, 80-83.
228. Jeong J., et al. (2008): The effects of immunocastration on meat quality and sensory properties of pork loins. In: Proceedings 20th Int Pig Vet Soc Cong, Durban, Zuid-Afrika.
229. Jeong JY., Choi JH., Han DJ., Lee DH., Hennessy D., and Kim CJ., (2008a): The effects of immunocastration on meat quality and sensory properties of pork loins. Proc. of the 20th IPVS Congress, Durban, South Africa.
230. Jeong JY., Choi JH., Han DJ., Lee DH., Hennessy D., and Kim CJ., (2008b): The effects of immunocastration on meat quality and sensory properties of pork bellies. Proc. of the 20th IPVS Congress, Durban, South Africa.

231. Jeong DW., Choi YM., Lee SH., Choe JH., Hong KC., Park HC., et al. (2010): Correlations of trained panel sensory values of cooked pork with fatty acid composition, muscle fiber type, and pork quality characteristics in Berkshire pigs, *Meat Science* 86 pp. 607–615.

232. Jonsson P., Andresen Ø., (1979): Experience during two generations of within lines boar performance testing, using 5 α -androst-16-ene-3-one (5 α -androstenone) and an olfactory judgement of boar taint, *Genetics Selection Evolution*, 11:24–250.

233. Jonsson P., Joergensen JN., (1989): Selektion in der schweinezucht unter berücksichtigung des dominanzverhaltens, *Archiv Tietzucht* 32:147–154.

234. Jordbruksverket (2011): Föreskrivning vid villkorad läkemedlesanvändning för kastrering av hangris [Prescription for conditional use of medicinal drugs for castration of male pigs] (SJVFS 2011:13, in Swedish). Statens Jordbruksverks Författningssamling (SJVFS 2009:84).

235. Joseph RL., (1982): Production and Quality of Wiltshire Bacon form Boars and Castrates. EAAP Ann. Meat, Leningrad, USSR.

236. Jovanović S., (2011): Uperedna analiza mesnatosti trupova i odabranih parametara kvaliteta mesa farmskih svinja i svinja iz otkupa, Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu.

237. Judge MD., Mills EW., Orcut MW., Forrest JC., Diekman MA., Harmon BG., Lin RS., Nicholls LL., (1990): Utilization of boar meat: composition, quality and odour incidence in relation to androstenone and skatole, *Journal of Animal Science* 68, 1030-1033.

238. Keller A., Zhuang H., Chi Q., Vosshall LB., and Matsunami H., (2007): Genetic variation in a human odorant receptor alters odour perception, *Nature* 449 pp. 468–472.

239. Keller K., Wicke M., and Von Lengerken G., (1997): Influencing the androstenone concentration of entiremale pigs by mating AI boars with known fat androstenone Level. In:

Boar taint in entire male pigs. Stockholm, Sweden. M. Bonneau, K. Lundström and B. Malmfors (eds.). pp 119-122. Wageningen Pers. EAAP Publication No 92.

240. Kjeldsen N., (1993): Practical experience with production and slaughter of entire male pigs. In Bonneau M (ed), Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs. Paris, France; Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), p137–144.

241. Kloek J., (1961): The smell of some steroid sex-hormones and their metabolites. Reflections and experiments concerning the significances of smell for the mutual relation of the sexes, *Psychiatria, Neurologia, Neurochirurgia* 64: 309.

242. Kluivers-Poodt M., & Spoolder HAM., (2008): Effect of lidocaine and or meloxican on the physiological and vocal response of piglets during castration. In European association working group on production and utilization of meat from entire males pigs, 26–27 March, Monells, Spain.

243. Knarreborg A., Beck J., Jensen MT., Laue A., Agergaard N., Jensen BB., (2002): Effect of non-starch polysaccharides on production and absorption of indolic compounds in entire male pigs, *Animal Science* 74:445-453.

244. Knudson BK., Hogberg MG., Merkel RA., Allen RE. & Magee WT., (1985): Developmental comparison of boars and barrows: II. Body composition and bone development, *Journal of Animal Science* 61, 797-801.

245. Knudson BK., Hogberg MG., Merkel RA., Allen RE., and Magee WT., (1985a): Developmental comparisons of boars and barrows: I. Growth rate, carcass and muscle characteristics, *Journal of Animal Science* 61:789.

246. Knudson BK., Hogberg MG., Merkel RA., Allen RE., and Magee WT., (1985b): Developmental comparisons of boars and barrows: II. Body composition and bone development, *Journal of Animal Science* 61:797.

247. Kwan TK., Orengo C., and Gower DB., (1985): Biosynthesis of androgens and pheromonal steroids in neonatal porcine testicular preparations. *FEBS Letters* 183, 359–364.

248. Larsen AE., Hansen LL. & Hansen-Moller J., (1993): Influence of keeping pigs heavily fouled with faeces or clean for at least a week at high stocking rate and high temperature on skatole concentration in subcutaneous fat (boar taint). Proceedings 44th meeting of the European Association for Animal Production, Commission on Pig Production, session II. Meat production with entire males. (Vol. II) (pp. 350-442 351).

249. Larson G., Dobney K., Albarella U., Fang M., Matisoo-Smith E., Robins J., Lowden S., Finlayson H., Brand T., Willerslev E., Rowley-Conwy P., Andersson L., Cooper A., (2005): Worldwide phylogeography of wild boar reveals multiple centers of pig domestication, *Science* 307, 1618-1621.

250. Laue A., Hansen–Moller J., & Agergaard N., (1996): The Effect of Peroral and Intracaecal 3-Methylindole Administration on the Quantitative Absorption to the Portal Vein in Growing Intact Male Pigs, *Acta Agriculturae Scandinavica*.

251. Laue A., Kalm E., & Agergaard N., (1996a): The Effect of Peroral, Intracaecal and Intravenous Challenges of 3-Methylindole on the Quantitative Liver Metabolism in Growing Intact Male Pigs, *Acta Agriculturae Scandinavica*.

252. Lealiifano AK., Pluske JR., Nicholls RR., Dunshea FR. and Mullan BP., (2009): Altering the timing of an immunocastration vaccine to optimise pig performance. In "Manipulating Pig Production XII", ed R.J. van Barneveld. (Australasian Pig Science Association: Werribee), 184.

253. Leighton CS., van Heerden SM., van Nierkerk JM., Visser RE., and Smith MF., (2006): Profiling pork loin samples for boar odour, Meat Industry Centre - ARC - Animal Nutrition and Animal Products Institute.

-
254. Lin Z., Lou Y., & Squires EJ., (2006): Functional polymorphism in porcine CYP2E1 gene: Its association with skatole levels, *Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology* 99, 231–237.
255. Lin Z., Lou Y., & Squires J., (2003): Developing genetic markers for skatole metabolism. EAAP Working Group on Production and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs. Dublin, Ireland. 4 pp.
256. Lin Z., Lou, Y., & Squires J., (2004): Molecular cloning and functional analysis of porcine *SULT1A1* gene and its variant: a single mutation *SULT1A1* causes a significant decrease in sulfation activity, *Mammalian Genome* 15, 218-226.
257. Lisiak D., Borzuta K., Piechocki T., Strezelecki J., Piotroweski E., (1999): The analysis of the meatiness changes in Polish fatteners on the basis of monitoring data from pigs slaughtered in years 1998-1999. *Roczniki Instytutu Przemysłu Miesnego i Tuszczowego* 36 (1), 31-42.
258. Lösel D., Claus R., (2005): Dose-dependent effects of resistant potato starch in the diet on intestinal skatole formation and adipose tissue accumulation in the pig, *Journal of Veterinary Medicine* 52:209-212.
259. Lunde K., Egelanddal B., Choinski J., Flåtten A., and Kubberød E., (2008): Marinating as a technology to shift sensory thresholds in ready-to-eat entire male pork meat, *Meat Science* 80, pp. 1264–1272.
260. Lundström K, Malmfors B., Malmfors G., Stern S., Petersson H., Mortensen AB., & Srensen SE., (1988): Skatole, androstenone and taint in boars fed two different diets, *Livestock Production Science* 18, 55-67.
261. Lundström K., and Zamaratskaia G., (2006): Moving towards taint-free pork – alternatives to surgical castration, *Acta Veterinaria Scandinavica* 48(Suppl 1):S1.

-
262. Lundström K., Malmfors B., (1993): Skatole levels as affected by of boar taint in entire male pigs. INRA, Paris, Les inheritance and season. In: 39th ICoMST, Calgary, Canada, 6 Colloques: 87–92.
263. Lundström K., Malmfors B., Malmfors G., Stern S., (1987): Meat quality in boars and gilts after immediate slaughter or lairage for two hours., Swedish Journal of Agriculture Research 17, 51.
264. Lundström K., Malmfors B., Stern S., Rydhmer L., Elaisson-Selling L., Mortensen AB., & Mortensen HP., (1994): Skatole levels in pigs selected for high lean tissue growth rate on different dietary protein levels, Livestock Production Science 38, 125-132.
265. Lundström K., Malmfors B., Malmfors G., Petersson H., Stern S., Mortensen A.B., Sorensen SE., (1984): Boar taint and bitter taste as affected by androstenone and skatole. In: Proceedings 30th European Meeting of Meat Research Workers. Bristol 9.–14. 9. 1984: 397–398.
266. Lundström K., Malmfors B., (1993): Skatole levels as affected by inheritance and season. In: p. 6 File: S2P13.WP.
267. Lunstra DD., Ford JJ., Christenson RK., and Allrich RD., (1986): Changes in Leydig cell ultrastructure and function during pubertal development in the boar, Biology of Reproduction 34:145–158.
268. Lushbough CH., & Schweigert BS., (1960): The nutritive content and the nutritional value of meat and meat products. In: American Meat Science Foundation, The Science of Meat and Meat Products. San Francisco, California: W.H. Freeman and Company, USA. pp. 185-210.
269. MacKinnon JD., Pearce MC., (2007): ImprovacTM (Pfizer Animal Health): An immunological product for the control of boar taint in male pigs. (1) Boar taint and its control and the mode of action, safety and efficacy of ImprovacTM, Pig Journal 59:29–67.

270. MacKinnon PCB., Puig-Duran E., & Laynes R., (1978): Reflections on the attainment of puberty in the rat: have circadian signals a role to play in its onset? *Journal of Reproduction and Fertility* 52, 401-12.

271. Magard M., Berg H., Tagesson V., Järemo M., Karlsson L., Mathiasson L., Bonneau M., & Hansen-Möller J., (1995): Determination of androstenone in pig fat using supercritical fluid extraction and gas chromatography-mass spectrometry, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43, 114-120.

272. Malmfors B., & Lundström K., (1983): Consumer reactions to boar meat - a review, *Livestock Production Science* 10, 187-196.

273. Malmfors B., Andresen Ø., (1975): Relationship between boar taint intensity and concentration of 5-androst-16-en-3-one in boar peripheral plasma and back fat, *Acta Agriculturae Scandinavica* 25:92-96.

274. Malmfors B., Hansson J., (1974): Incidence of boar taint in Swedish Landrace and Yorkshire boars, *Livestock Production Science* 7:411-420.

275. Malmfors B., Lundstrom K., and Hansson I., (1978): Fatty acid composition of porcine back fat and muscle lipids as affected by sex, weight and anatomical location, *Swedish Journal of Agricultural Research* 8, 25-38.

276. Malmfors B., Lundström K., Hansson L., & Gahne B., (1976): The effect of HCG and LH-RH on 5 α -androstenone levels in plasma & adipose tissue of boars, *Swedish Journal of Agricultural Research* 6, 73-79.

277. Malmfors B., Lunstrøm K., Andresen Ø, Bonneau M., Kempster AJ., and Patterson RL., (1989): Boars for meat production – Report from the E.A.A.P. working group, Spain.

-
278. Malmfors B., Nilsson R., (1978): Meat quality traits of boars in comparison with castrates and gilts, Swedish Journal of Agricultural Research 8, pp. 209–217.
279. Manna PR., Roy P., Clark BJ., Stocco DM., & Huhtaniemi IT., (2001): Interaction of thyroid hormone and steroidogenic acute regulatory (StAR) protein in the regulation of murine Leydig cell steroidogenesis, The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology 76, 167-177.
280. Manna PR., Tena-Sempere M., & Huhtaniemi IT., (1999): Molecular Mechanisms of Thyroid Hormone-stimulated Steroidogenesis in Mouse Leydig Tumor Cells, Journal of Biological Chemistry 274, 5909-5918.
281. Marx G., Horn T., Thielebein J., Knubel B. & von Borell E., (2003): Analysis of pain-related vocalization in young pigs, Journal of Sound and Vibration 266, 687-698.
282. Matenko K., Horszсарuk F., Obidzinski W., (1986): Boars for meat production. I. Fattening performance and carcass characteristics. 37th Ann. Meeting European Assoc. Anim. Prod. Budapest, Hungary.
283. Matthews K., Homer DB., Punter P., Béague MP., Gispert M., Kempster AJ., 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.
284. Mattioli M., Galeati G., Conte F., Seren E., (1986): Effect of 5 α -androst-16-en-3-one on oxytocin release in oestrous sows, Theriogenology 25:399-403.
285. Mayer M., Rosen F., (1977): Interaction of glucocorticoids and androgens with skeletal muscle, Metabolism 26:937–62.
286. McCauley I., Boghossian V., Sali L., Salvatore L., Reynolds J., and Mawson R., (1997): Effect of cooking methods and processing into smallgoods on perception of boar taint in pork.

In: P. D. Cranwell (ed.) *Manipulating Pig Production VI*. p 146. Australas. Pig Science Association.

287. McCauley I., Watt M., Suster D., Kerton DJ., Oliver WT., Harrell RJ., and Dunshea FR., (2003): A GnRF vaccine (Improvac®) and porcine somatotropin (Reporcin®) have synergistic effects upon growth performance in both boars and gilts, *Australian Journal of Agricultural Research* 54: 11-20.

288. McGlone JJ., Morrow JL., (1988): Reduction of pig agonistic behavior by androstenone, *Journal of Animal Science* 66:880-884.

289. McGlone JJ., Nicholson RI., Hellman JM., and Herzog DN., (1993): The development of pain in young pigs associated with castration and attempts to prevent castration-induced behavioral changes, *Journal of Animal Science* 71:1441-1446.

290. McGlone JJ., Stansbury WF., Tribble LF., (1986): Aerosolized 5 α -androst-16-en-3-one reduced agonistic behavior and temporarily improved performance of growing pigs, *Journal of Animal Science* 63:679-684.

291. McKay RM., Cliplef LR., (1988): Effect of linecross and delayed castration on growth and carcass traits in boars and barrows, *Canadian Journal of Animal Science* 68(1): 151-164, 10.4141/cjas88-014.

292. Meadus WJ., Mason JI., and Squires EJ., (1993): Cytochrome P450c17 from porcine and bovine adrenal catalyses the formation of 5,16 androstadien-3 β -ol from pregnenolone in the presence of cytochrome b5, *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 46, 565-572.

293. Mellor DJ., Cook CJ., and Stafford KJ., (2000): Quantifying some responses to pain as a stressor. In: Moberg GP and Mench JA (eds) *The Biology of Animal Stress* pp 173-198. CAB International: Wallingford, UK.

-
294. Meloen RH., (1995): Basic aspects of immunomodulation through active immunization, *Livestock Production Science* 42, 135–145.
295. Meloen RH., Turkstra JA., Lankhof H., Puijk WC., Schaaper WMM., Dijkstra G., Wensing CJG., Oonk HB., (1994): Efficient immunocastration of male piglets by immunoneutralization of GnRH-like peptide, *Vaccine* 12, 741–746.
296. Melrose DR., Reed HCB., Patterson RLS., (1971): Androgen steroids associated with boar odor as an aid to the detection of estrus in pig artificial insemination, *British Veterinary Journal* 127:497–502.
297. Metz C, Hohl K, Waidelich S, Drochner W, Claus R., (2002): Active immunization of boars against GnRH at an early age: consequences for testicular function, boar taint accumulation and N-retention, *Livestock Production Science* 74:147–57.
298. Metz C., and Claus R., (2003): Active immunization of boars against GnRH does not affect growth hormone but lowers IGF-I in plasma, *Livestock Production Science* 81, 129–137.
299. Miclat-Sonaco R., Bonto F., Singayan-Fajardo J., Neyra R., Linatoc M., Quizon M., (2010): Improvac^R immunized male pigs compared to surgical castrates: production performance, control of boar taint and carcass quality. In: *Proceedings of the 20th International Pig Veterinary Society Congress. Durban, South Africa 2008.* http://www.pigprogress.net/public/Improvac_immunized_male_pigs_compared_to_surgical_castrates_production_performance.pdf (23. 4. 2010).
300. Migdal W., Živković B., Migdal L., (2009): Piglet castration, *Biotechnology in Animal Husbandry* 25 (5-6), p 839-847.
301. Miyahara M., Matsuda S., Komaki H., Sakari H., and 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.
-

-
302. Moe M., Grindflek E., and Doran O., (2007a): Expression of 3beta-hydroxysteroid dehydrogenase, cytochrome P450-c17, and sulfotransferase 2B1 proteins in liver and testis of pigs of two breeds: relationship with adipose tissue androstenone concentration, *Journal of Animal Science* 85, 2924–2931.
303. Moerman PC., and Walstra P., (1978): Ebergeruch in fleisch une fleischwaren von jungenmastebem, *Die Fleischwirtschaft* 58, 1503-1 514.
304. Molony V., and Kent JE.,(1997): Assessment of acute pain in farm animals using behavioural and physiological measurements, *Journal of Animal Science* 75: 266-272.
305. Moore KL., Mullan BP., Hennessy DP., Dunshea FR., and D’Souza DN., (2005): Ractopamine improves feed conversion efficiency of entire and immunocastrated male pigs. In *Manipulating pig production X* (ed. JE Paterson), p. 63. Proceedings of the 10th biennial conference of the Australasian Pig Science Association, Christchurch, NZ.
306. Morales J., Gispert M., Hortos M., Perez J., Suarez P., and Pineiro C., (2010): Evaluation of production performance and carcass quality characteristics of boars immunised against gonadotropin-releasing hormone (GnRH) compared with physically castrated male, entire male and female pigs, *Spanish Journal of Agricultural Research* 8:599-606.
307. Mortensen AB., Bejerholm C., and Pedersen JK., (1986): Consumer test of meat from entire males, in relation to skatole in backfat. Proceedings of 32nd European Meeting of Meat Research Workers, Ghent, Belgium, p. 23.
308. Mortensen AB., Sørensen SE., (1984): Relationship between boar taint and skatole determined with a new analysis method. In Proceedings of the 30th European meeting of meat research workers Bristol, 394-396.

-
309. Moss BW., Hawe SM., & Walker N., (1993): Sensory thresholds for skatole and indole. In M. Bonneau (Ed.), Measurement and prevention of boar taint in entire male pigs (pp. 63–68). Paris: INRA Editions.
310. Mottram DS., Wood JD., & Patterson RLS., (1982): Comparison of bulls and castrates for bacon production. 3. Composition and eating quality of bacon, *Animal Production* 35, 75-80.
311. Nadeje, B., Koucký, M., Ševíková, S., Adamec T. & Laštovková J., (2000): Assessment of boar and barrow meat, *Czech Journal of Animal Science* 45, 539-544.
312. Narendran R., Etches RJ., Hacker RR., Bowman GH., (1982): Effect of sexual stimulation on concentrations of 5 α -androstenone and testosterone in the peripheral plasma of boars reared individually, *Animal Reproduction Science* 4:227–235.
313. Neupert B., Claus R., Herbert E., Weiler U., (1995): Einfluss von Geschlecht, Fütterung und Lichtprogrammen auf Mastleistung und Schlachtkörperwert sowie die Androstenon- und Skatolbildung beim Schwein, *Zuchtungskunde* 67:317–31.
314. Newell JA., Bowland JP., (1972): Performance, carcass composition, and fat composition of boars, gilts, and barrows fed two levels of protein, *Canadian Journal of Animal Science* 52:543–51.
315. Nichols WK., Mehta R., Skordos K., Mace K., Pfeifer AM., Carr BA., Minko T., Burchiel SW., & Yost GS., (2003): 3-methylindole-induced toxicity to human bronchial epithelial cell lines, *Toxicological Sciences* 71, 229-236.
316. Nicolau-Solano SI., McGivan JD., Whittington FM., Nieuwhof GJ., Wood JD., & Doran O., (2006): Relationship between the expression of hepatic but not testicular 3 β hydroxysteroid dehydrogenase with androstenone deposition in pig adipose tissue, *Journal of Animal Science* 84, 2809-2817.

-
317. Njari B., (1986): Utjecaj spola i kastracije na kakvoću mesa svinja, doktorska disertacija, Veterinarski fakultet, Zagreb.
318. Noblet J., Shi XS., and Dubois S., (1993): Energy cost of standing activity in sows, *Livestock Production Science* 34, 127–136.
319. Nocerini MR., Carlson JR., & Yost GS., (1984): Electrophilic metabolites of 3-methylindole as toxic intermediates in pulmonary oedema, *Xenobiotica* 14, 561-564.
320. Nonboe U., (1991): [Biological mechanisms behind skatole concentration in back fat]. In Danish. PhD-Thesis, The Royal veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark. DJVB/KL No. 1991-497.
321. Okanović Đ., Zekić V., Petrović Lj., Tomović V., Džinić N., (2006): Ekonomičnost proizvodnje svinjskog mesa u poltkama, *Tehnologija mesa* 47, 5–6, 237–241.
322. Oliver WT., McCauley I., Harrell RJ., Suster D., Kerton DJ., and Dunshea FR., (2003): A gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac) and porcine somatotropin have synergistic and additive effects on growth performance in group-housed boars and gilts, *Journal of Animal Science* 81, 1959–1966.
323. Oonk H.B., Turkstra JA, Lankhof H., Schaaper WMM., Verheijdenb JHM., Meloen RH., (1995): Testis size after immunocastration as parameter for the absence of boar taint, *Livestock Production Science* 42:63-71.
324. Oonk HB., Turkstra JA., Schaaper WMM., et al., (1998): New GnRH-like peptide construct to optimize efficient immunocastration of male pigs by immunoneutralization of GnRH, *Vaccine* 16:1074-1082.
325. Øverland M., Berg J., Matre T., (1995): The effect of feed and feeding regime on skatole and androstenone levels and on sensory attributes of entire male and female pigs. In *From the*
-

Proceedings of the EAAP Working Group Production and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs Milton Keynes, UK.27–29 September.

326. Palmero S., De Marco P., Fugassa E., (1995): Thyroid hormone receptor beta mRNA expression in Sertoli cells isolated from prepubertal testis, *Journal of Molecular Endocrinology* 14, 131–134.

327. Parunović N., Kočovski T., Radović Č., Radojković D., (2007): Ispitivanje sadržaja skatola u mansom tkivu i senzorne prihvatljivosti dimljenog vrata mladih nerastova, *Biotechnology in Animal Husbandry* 23 (3-4), p 89 – 100.

328. Patterson RLS, Lightfoot AL., (1984): Effect of sex grouping during growth on 5 α -androsthenone development in boars at three commercial slaughter weights, *Meat Science* 10:253–263.

329. Patterson RLS., (1967): A possible contribution of phenolic components to boar odour, *Journal of Science of Food and Agriculture* 18, 8-10.

330. Patterson RLS., (1968): Identification of 3 α -hydroxy-5 α -androst-16-ene as the musk odor component of boar submaxillary salivary gland and its relationship to the sex odor taint in pork meat, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 19:434–438.

331. Pauly C., Ampuero S., Bee G., (2010): Expected effects on carcass and pork quality when surgical castration is omitted: results of a meta-analysis study. 61st Annual Meeting of the EAAP, Heraklion, Greece, August 23-27.

332. Pauly C., Spring P., O'Doherty JV., Ampuero Kragten S., and Bee G., (2009): Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac^R) and entire male pigs and individually penned entire male pigs, *Animal* 3:7, pp 1057–1066 & The Animal Consortium 2009 doi:10.1017/S1751731109004418 animal.

-
333. Pearson AM., Ngoddy S., Price JF., Larzelere HE., (1971): Panel acceptability of products containing boar meat, *Journal of Animal Science* 33:26–29.
334. Pedersen B., (1998): Heritability of skatole in back fat. In *Skatole and boar taint* Edited by: Jensen WK. Roskilde. Denmark: Danish Meat Research Institute, 129-136.
335. Pedersen JK., Mortensen AB., Madsen A., Mortensen HP., Hyldegaard-Jensen J., (1986): [The influence of feed on boar taint in meat from pigs.] National Institute of Animal Science (NIAS), Denmark, Communication, No. 638: p4.
336. Perry GC., Patterson RLS., MacFie HJH., Stinson CG., (1980): Pig courtship behavior: pheromonal property of androstene steroids in male submaxillary secretion, *Journal of Animal Production* 31:191–199.
337. Petrović Lj., Manojlović D., (1999): Ocena kvaliteta trupova i mesa na liniji klanja svinja. *Tehnologija mesa* 40, 3-5, 145–158.
338. Plateroti M., Chassande O., Fraichard A., Gauthier K., Freund JN., Samarut J., & Keding M., (1999): Involvement of T3R[alpha]- and [beta]-receptor subtypes in mediation of T3 functions during postnatal murine intestinal development, *Gastroenterology* 116, 1367-1378.
339. Potgieter CM., Heenze PH., Anderson J., Viljoen J., Snyman JD., Greebe R., Kruger J., Sereto D., (1996): Androstenona and skatole levels in South African pigs as influenced by sex type, season, stocking density and diet, *Meat for the Consumer – 42nd ICoMST*.
340. Pravilnik o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa, *Službeni list SFRJ*, br. 2/85, 12/85 i 24/86.
341. Prunier A., Bonneau M., and Etienne M., (1987): Effects of age and live weight on the sexual development of gilts and boars fed two planes of nutrition, *Reproduction Nutrition Development* 27, 689–700.
-

-
342. Prunier A., Bonneau M., von Borell EH., Cinotti S., Gunn M., Fredriksen B., Giersing M., Morton DB., Tuytens FAM., and Velarde A., (2006): A review of the welfare consequences of surgicalcastration in piglets and the evaluation of non-surgical methods, *Animal Welfare* 15(3): 277-289.
343. Prunier A., Hay M., and Servièrè J., (2002): Evaluation et prevention de la douleur induite par les interventions de convenance chez le porcelet, *Journées de la Recherche Porcine en France* 34: 257-268 [Title translation: Assessment and reduction of pain induced by routine practices in piglets.]
344. Prunier A., Mounier AM., and Hay M., (2005): Effects of castration, tooth resection or tail docking on plasma metabolites and stress hormones in pigs, *Journal of Animal Science* 83: 216-222.
345. Prunier A., Mounier AM., Bregeon A., and Hay M., (2001): Influence of tail docking, tooth resection and castration on plasma cortisol, ACTH, glucose and lactate in piglets. In: 4th International Conference on Farm Animal Endocrinology, Parme (Italy), 7-10 October.
346. Rahelić S., (1978): *Osnove tehnologije mesa, Školska knjiga, Zagreb.*
347. Rede RR., Petrović Lj., (1997): *Tehnologija mesa i nauka o mesu. Tehnološki fakultet, Novi Sad.*
348. Regulation (EC) No 854/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific rules for the organization of official controls on products of animal origin intended for human consumption.
349. Rhodes DN., (1971): Consumer testing of bacon from boar and gilt pigs, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 22:485-490.

-
350. Rhodes DN., (1972): Consumer testing of pork from boar and gilt pigs, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 23:1483–1491.
351. Rideout TC., Fan MZ., Cant JP., Wagner-Riddle C., & Stonehouse P., (2004): Excretion of major odour-causing and acidifying compounds in response to dietary supplementation of chicory inulin in growing pigs, *Journal of Animal Science* 82, 678-684.
352. Rius MA., & García-Regueiro JA., (2001): Skatole and indole concentrations in *Longissimus dorsi* and fat samples of pigs, *Meat Science* 59, 285-291.
353. Rius MA., (1999): Estudio de otros compuestos relacionados con la presencia de olor sexual no atribuible al escatol y a la 5 α -Androst-16-en-3-ona en grasa dorsal de cerdo. PhD, Universidad de Gerona.
354. Rius MA., Hortós M., & García-Regueiro JA., (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.
355. Robertson IS., Fraser HM., Innes GM., Jones AS., (1982): Effect of immunological castration on sexual and production characteristics in male cattle, *Veterinary Record* 111:529–31.
356. Roitt IM., Delves PJ., (2001): *Roitt's essential immunology*. 10th ed. Oxford: Blackwell Science.
357. Ruangyuttikarn W., Appleton ML., & Yost GS., (1991): Metabolism of 3-methylindole in human tissues, *Drug Metabolism and Disposition* 19, 977-984.
358. Russell TJ., Kerley MS., Allee GJ., Howard MD., (1998): Fructooligosaccharides improves nitrogen metabolism and reduce fecal excretion of odour metabolites in the weaned pig. UMC Animal Science Department Rep:79-83.

-
359. Rydhmer L., Lundström K., & Andersson K., (2010): Immunocastration reduces aggressive and sexual behaviour in male pigs, *Animal* 4(6), 965-972.
360. Rydhmer L., Zamarastkaia G., Andersson K., Algers B., & Lundström K., (2003): Aggressive and sexual behaviour of entire male pigs. Proceedings European Association for Animal Production Working Group.
361. Rydhmer L., Zamaratskaia G., Andersson HK., Algers B., Guillemet R., & Lundstrom K., (2006): Aggressive and sexual behaviour of growing and finishing pigs reared in groups, without castration, *Acta Agriculturae Scandinavica Section A-Animal Science* 56(2), 109-119.
362. Saat YA., Gower DB., Harrison FA., and Heap RB., (1974): Studies on the metabolism of 5alpha-androst-16-en-3-one in boar tests in vivo, *Biochemical Journal* 144, 347–352.
363. Saat YA., Gower DB., Harrison FA., Heap RB., (1972): Studies on the biosynthesis in vivo and excretion of 16-unsaturated C19 steroids in the boar, *Biochemical Journal* 129:657–663.
364. Salmon ELR., and Edwards SA., (2006): Effects of the gender, contact on the behaviour and performance of entire boars and gilts from 60–130 kg, *Proceedings of the British Society of Animal Science* 72.
365. Sather AP., Jones SDM., & Joyal S., (1991): Feedlot performance, carcass composition and pork quality from entire male and female Landrace and Large White marketweight pigs, *Canadian Journal of Animal Science* 71, 29-42.
366. Sather AP., Squires EJ., Jeremiah LE., Jones SDM., & Schaffer AL., (1993): Farming for the future project # 91-0887: Meat quality and consumer acceptance of pork from entire males. Alberta Agriculture, Edmonton. 92 pp.

-
367. Schmoll F., Kauffold J., Pfutzner A., et al., (2009): Growth performance and carcass traits of boars raised in Germany and either surgically castrated or vaccinated against gonadotropin-releasing hormone, *Journal of Swine Health and Production* 17: 250-5.
368. Schwarzenberger F., Toole GS., Christie HL., and Raeside JJ., (1993): Plasma levels of several androgens and estrogens from birth to puberty in male domestic pigs, *Acta Endocrinologica (Copenhagen)* 128, 173–177.
369. Sellier 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.
370. Sellier P., Bonneau M., (1988): Genetic relationships between fat androstenone level in males and development of male and female genital tract in pigs, *Journal of Animal Breeding and Genetics* 105:11–20.
371. Serres H., (1992): In: *Manual of Pig Production in the Tropics*. CAB International, Wallingford, pp. 133–134.
372. Sharpe PM., Haynes NB., Buttery PJ., (1986): Glucocorticoid status and growth. In: Buttery P.J., Haynes, N.N., Lindsay, D.B. (Eds), *Control and Manipulation of Animal Growth*. Butterworth, London, pp. 207-222.
373. Sheard PR., Nute GR., Richardson RI., Perry A., and Taylor AA., (1999): Injection of water and polyphosphate into pork to improve juiciness and tenderness after cooking, *Meat Science* 51, 371–376.
374. Shorthose WR., Husband PM., & Harris PV., (1984): Some factors affecting toughness of pork. In *Proc.30th Europ. Mtg. Meat Res. Workers, Bristol*, p. 4: 13.
375. Silveira ETF., Poleze E., Oliveira FTT., Tonietti AP., Andrade JC., Haguiwara MMH., et al., (2008): Vaccination of boars with a GnRF vaccine (Improvac) and its effects on meat quality.
-

In Proceedings of the 20th international pig veterinary society congress (p. 590), 22–26 June 2008, Durban, South Africa.

376. Sinclair PA., & Squires EJ., (2005a): Testicular sulfoconjugation of the 16-androstene steroids by hydroxysteroid sulfotransferase: its effect on the concentrations of 5 α -androstene in plasma and fat of the mature domestic boar, *Journal of Animal Science* 83, 358-365.

377. Sinclair PA., Gilmore WJ., Lin Z., Lou Y., and Squires EJ., (2006): Molecular cloning and regulation of porcine SULT2A1: relationship between SULT2A1 expression and sulfoconjugation of androstene, *Journal of Molecular Endocrinology* 36, 301–311.

378. Sinclair PA., Hancock S., Gilmore WJ., & Squires EJ., (2005b): Metabolism of the 16-androstene steroids in primary cultured porcine hepatocytes, *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 96, 79-87.

379. Sinclair PA., Squires EJ., (2005): Testicular sulfoconjugation of the 16- androstene steroids by hydroxysteroid sulfotransferase: Its effect on the concentration of 5 α -androstene in plasma and fat of the mature domestic boar, *Journal of Animal Science* 83:358-365.

380. Sinclair PA., Squires EJ., and Raeside JI., (2001): Early postnatal plasma concentrations of testicular steroid hormones, pubertal development, and carcass leanness as potential indicators of boar taint in market weight intact male pigs, *Journal of Animal Science* 79, 1868–1876.

381. Singayan-Fajardo J. et al. (2006): Eating quality and acceptability of pork from IMPROVAC immunized boars. In Proceedings 19th Int Pig Vet Soc Cong, Copenhagen, Denmark.

382. Skaanild MT., & Friis C., (1999): Cytochrome P450 sex differences in minipigs and conventional pigs, *Pharmacology & Toxicology* 85, 174-180.

-
383. 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*, vol. 76 No. 3 (205-208).
384. Škrlep M., Segula B., et al., (2010): Effect of Immunocastration (Improvac (R)) in Fattening Pigs I: Growth Performance, Reproductive Organs and Malodorous Compounds, *Slovenian Veterinary Research* 47(2): 57-64.
385. Smith JG., Yokoyama WH., and German JB., (1998): Butyric acid from the diet: Actions at the level of gene expression, *Critical Reviews in Food Science* 38:259-297.
386. Snochowski M., Lundstrom K., Dahlberg E., Petersson H., Edqvist LC., (1981): Androgen and glucocorticoid receptors in porcine skeletal muscle, *Journal of Animal Science* 53:80–90.
387. Squires EJ., Adeola O., Young LG. & Hacker RR., (1993): The role of growth hormones, β -adrenergic agents and intact males in pork production: A review, *Canadian Journal of Animal Science* 73, 1-23.
388. Squires EJ., Lou Y., & Gibson JP., (1996): Boar taint: How Much Is Too Much? In: J. P. Gibson, C.A. Aker and R.O. Ball (eds.). *Ontario Pork Carcass Appraisal Project Symposium*.
389. Squires EJ., Lou Y., (1995): Levels of boar taint in purebred entire male pigs in Canada. In *From the Proceedings of the EAAP Working group on the Production and utilisation of Meat from Entire Male Pigs Milton Keynes, UK*.
390. Squires EJ., Lundstrøm K., (1997): Relationship Between Cytochrome P450IIE1 in Liver and Levels of Skatole and Its Metabolites in Intact Male Pigs, *Journal of Animal Science* 75:2506-2511.

-
391. Stamer SV., Nurnberg 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].
392. Stevenson P., (2000): Legislative changes concerning the protection of pigs, minimum standards and progressive husbandry. Comparison in World Farming Publications. Available: www.ciwf.co.uk (accessed 21-Jan-2004).
393. Stolzenbach S., Lindahl G., Lundstrom K., Chen G., and Byrne DV., (2009): Perceptual masking of boar taint in Swedish fermented sausages, Meat Science 81, 580–588.
394. Suyama Y., & Hirayama C., (1988): Serum indole and skatole in patients with various liver diseases, Clinica Chimica Acta 176, 203-206.
395. SvDhV (2011): Branschöverenskommelse om att smågrisar ska ges smärtlindring inför kastration [Industry agreement that piglets should receive analgesia before castration] (In Swedish, online) [19 Apr 2011]. Available from:http://www.svdhv.org/nyhemsida/Artiklar/110419_gris_branschoverenskommelse_kastratiron.pdf [1 Sep 2011].
396. Svendsen O., Strobeck L., & Forman B., (2005): CO₂/O₂ as an anaesthetic agent during castration of piglets. In EAAPworking group on production and utilization of meat from entire male pigs.8–9 June, Uppsala, Sweden.
397. Tadić I., Baltić ŽM., (1990): Ispitivanje prihvatljivosti mirisa mesa različitih kategorija svinja. Tehnologija mesa 1, 7-10.
398. Tajet H., Andresen O., Meuwissen TE., (2006): Estimation of genetic parameters for boar taint: skatole and androstenone and their correlations with sexual maturation, Acta Veterinaria Scandinavica 48 (Suppl. 1) S9 22–23.

-
399. Tambyrajah WS., Doran E., Wood JD., & McGivan JD., (2004): The pig CYP2E1 promoter is activated by COUP-TF1 and HNF-1 and is inhibited by androstenone, *Archives of Biochemistry and Biophysics* 431, 252-260.
400. Tauson AH, Chwalibog A, Jakobsen U, Thorbek G., (1998): Pattern of protein retention in growing boars of different breeds, and estimation of maximum protein retention, *Archives of Animal Nutrition* 51:253–62.
401. Taylor AA., Weary DM., (2000): Vocal responses of piglets to castration: identifying procedural sources of pain, *Applied Animal Behaviour Science* 70:17-26.
402. Taylor AA., Weary DM., Lessard M., & Braithwaite L., (2001): Behavioural responses of piglets to castration: the effect of piglet age, *Applied Animal Behaviour Science* 73, 35-43.
403. Thompson DL., (2000): Immunization against GnRH in male species (comparative aspects), *Animal Reproduction Science*, 60–61, 459–469.
404. Thompson M., Ellison SLR., & Wood R., (2006): The international harmonized protocol for the proficiency testing of analytical chemistry laboratories, *Pure Applied Chemistry* 78 (No.1), 145-196.
405. Thun R., Gajewski Z., & Janett (2006): Castration in male pigs: Techniques and animal welfare issues, *Journal of Physiology and Pharmacology* 57(Suppl. 8), 189–194.
406. Tomović V., (2002): Uticaj selekcije i višerasnog ukrštanja svinja na kvalitet polutki i tehnološki, nutritivni i senzorni kvalitet mesa, Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
407. Trudeau VL., Grinwich DL., Sanford LM., (1988): Seasonal variation in the blood concentration of 16-androstenes in adult Landrace boars, *Canadian Journal of Animal Science* 68:565–568.
-

-
408. Tuomola M., Hakala M., & Manninen P., (1998): Determination of androstenone in pig fat using packed column supercritical fluid chromatography-mass spectrometry, *Journal of Chromatography B* 719, 25-30.
409. Tuomola M., Harpio R., Knuuttila P., Mikola H., and Lovgren T., (1997): Time-resolve fluoroimmunoassay for the measurement of androstenone in porcine serum and fat samples, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45, 3529–3534.
410. Tuomola M., Harpio R., Wirta ER., & Lövgren T., (2002): Monitoring androstenone levels in boars by direct immunochemical analysis of serum samples, *Meat Science* 61, 193- 197.
411. Turkstra JA., Van Der Staay FJ., Stockhofe-Zurwieden N., Woelders H., Meloen RH., & Schuurman T., (2011): Pharmacological and toxicological assessment of a potential GnRH vaccine in young-adult male pigs, *Vaccine* 29(21), 3791-3801.
412. Turkstra JA., Zeng XY., van Diepen JThM., Jongbloed AW., Oonk HB., van de Wiel DFM and MeloenRH., (2002): Performance of male pigs immunized against GnRH is related to the time of onset of biological response, *Journal of Animal Science* Vol. 80 no. 11 2953-2959.
413. Tuz R., (2008): Zapobieganie występowaniu zapachu płciowego w tuszach niekastrowanych chirurgicznie knurków. Rozprawy 446.Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, z. 323.
414. Udesen FK., (1992): [Entire male pig production with low proportion of pigs rejected] in Danish. The National Comitee for Pig Breeding, Health and Production, Copenhagen, Denmark.
415. Van de Wiel DF., Erkens J., Koops W., Vos E., Van Landeghem AA., (1981): Periostrous and midluteal time courses of circulating LH, FSH, prolactin, estradiol-17 beta and progesterone in the domestic pig, *Biology of Reproduction* 24, 223–33.

-
416. Van der Lende, T., Kruijt, L., Tieman, M. (1993): Can passive immunization with anti-GnRH monoclonal antibodies, injected a few weeks before slaughter, prevent boar taint? In: Bonneau, M. (ed) Measurement and Prevention of Boar Taint. pp 201-206, INRA Editions: Paris, France.
417. Van Dijk R., (1995): First steps in developing an instrument for measuring boar taint. In Proceedings of the EAAP Working Group on Production and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs, Milton-Keynes, U. K., 27-29 September.
418. Van Straaten HWM., & Wensing CJG., (1978): Leydig cell development in the testis of the pig, *Biology of Reproduction* 18, 86-93.
419. Velarde A., Gispert M., Font i Furnols M., Dalmau A., Soler J., Tibau J., and Fabrega E., (2008): The effect of immunocastration on the behaviour of pigs. In EAAP Working group 'Production and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs', Monells (Girona).
420. Velarde A., Gispert M., Oliver MA., Soler J., Tibau J., and Fabrega E., (2007): The effect of immunocastration on the behaviour of pigs. In Proceedings of the 41st International Congress of the International Society for Applied Ethology, 30 July–03 August 2007, Merida, Mexico, p. 117.
421. Vermeer AW., Huiskes J., Baltussen W., (1992): Beertjes mesten is economisch niet interessant (Fattening of boars is economically not interesting). Info-bulletin varkenshouderij 2-92, 23-28. [In Dutch].
422. Vestergaard J., Haugen JE., Byrne DV., (2006): Application of an electronic nose for measurements of boar taint in entire male pigs, *Meat Science* 74, 564-577.
423. Vidović SV., (1999): Selekcija i namenski uzgoj svinja. Monografija: "Tehnologija proizvodnje i kvalitet konzervi od mesa u komadima", urednik Ljiljana Petrović, izdavač

Tehnološki fakultet, Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 31–65, katalogizacija u publikaciji Biblioteke Matice Srpske, 637, 5 (082).

424. Volčević B., (2002): Svinjarstvo. Tera Nova, Novi Sad.

425. Vold E., (1970): Fleischproduktionseigenschaften bei Ebern und kastraten. IV: organoleptische und gaschromatografische untersuchungen wasserdampf-flüchtiger stoffe des rüchenspeckes von ebern. Meldinger Nordlandbrukshoegskole 49: 1-25. (Title translation: Meat production characteristics of boars and castrates IV, organoleptic and gas-liquid chromatographic analyses of steamvolatile substances in the back-fat of boars).

426. Von Borell E., Baumgartner J., Giersing M., Jäggin N., Prunier A., Tuytens FAM., & Edwards SA., (2009): Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs, *Animal* 3(11), 1488-1496.

427. Vuković KI., (1998): Osnove tehnologije mesa. Veterinarska komora Srbije, Beograd.

428. Wagner A., and Claus R., (2004): Involvement of glucocorticoids in testicular involution after active immunization of boars against GnRH, *Reproduction* 127: 275–283.

429. Walker N., (1978): Boars for meat production - the effect of single-sex or mixed-sex groups on growth performance and carcass characteristics, *Agricultural Research Institute of Northern Ireland*, 26:7–10.

430. Walstra P., & Garssen GJ., (1995): Influence of quality of the pigs and season on androstenone level. *Proceedings European Association for Animal Production Working Group*. Milton Keynes, United Kingdom.

431. Walstra P., (1974): Fattening of young boars: Quantification of negative and positive aspects *Livestock Production Science* 1, 187-196.

-
432. Walstra P., (1980): Growth and carcass composition from birth to maturity in relation to feeding level and sex in Dutch Landrace pigs. IVO-Rep., B-160 Wageningen. Wageningen: Veenman & Zonen B.V.
433. Walstra P., and Kroeske D., (1968): The effect of castration on meat production in male pigs, *Word Review of Animal Production* 4:59.
434. Walstra P., and Maarse G., (1970): Onderzoek geslachtsgeur van mannelijke mestvarkens. IVO-rapport c-147 en rapport n°2 Researchgroep voor Vlees en Vleeswaren TNO, Zeist, The Netherlands. [Title translation: Research for boar taint in male pigs].
435. Walstra P., and Vermeer AW., (1993): Aspects of micro and macro economics in the production of young boars. In: Proc. 44th Annu. Mtg. EAAP, Aarhus, Denmark.
436. Walstra P., Claudi-Magnussen C., Chevillon P., von Seth G., Diestre A., Matthews KR., Homer DB., Bonneau M., (1999): An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: levels of androstenone and skatole by country and season, *Livestock Production Science* 62:15-28.
437. Walstra P., Engel B., and Mateman G., (1986): The androstenone skatole dilemma as applied in consumer test. Proceedings of the 32nd European Meeting of Meat Research Workers, Ghent, 1:27.
438. Warriss PD., and Brown SN., (1985): The physiological-responses to fighting in pigs and the consequences for meat quality, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 36, 87–92.
439. Weary DM., Braithwaite LA., and Fraser D., (1998): Vocal response to pain in piglets, *Applied Animal Behaviour Science* 56, 161-172.
440. Weiler U., Fischer K., Kemmer H., Dobrowolski A., & Claus R., (1997): Influence of androstenone sensitivity on consumer reactions to boar meat. In M. Bonneau, K. Lundstrom, &

B. Malmfors (Eds.), Boar taint in entire male pigs. Stockholm, Sweden (pp. 147–151). Wageningen Pers.: EAAP Publication Num. 92.

441. Weiler U., Font 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.

442. Wemelsfelder F., and van Putten G., (1985): Behaviour as a possible indicator for pain in piglets. B-260 Zeist: Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek 'Schoonoord'.

443. White RG., DeShazer JA., Tressler CJ., Borchert G.M., Davey S., Waninge A., Parkhurst AM., Milanuk MJ., and Clemens ET., (1995): Vocalization and physiological response of pigs during castration with or without a local anesthetic, *Journal of Animal Science* 73, 381-386.

444. Whittington FM., Nute GR., Hughes SI., McGivan JD., Lean IJ., Wood JD., Doran E., (2004): Relationships between skatole and androstenone accumulation, and cytochrome P4502E1 expression in Meishan X Large White pigs, *Meat Science* 67:569-576.

445. 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, *Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie*. 97: 86–94.

446. Williams LD., Pearson AM., Webb NB., (1963): Incidence of sex odor in boars, sows, barrows and gilts, *Journal of Animal Science* 22:166–168.

447. Williamson ED, Patterson RLS., (1982): A selective immunization procedure against 5 α -androstenone in boars, *Animal Production* 35:353–360.

448. Windholz M., Budavari S., Blumetti RF., & Otterbein ES., (1983): The Merck index. An encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals (10thed.). Rahway, New Jersey: Merck & Co.

-
449. Wood J., Mottram D., (1981): How different are boars? *Pig farming* (2), 634.
450. Wood JD., (1984): Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. In: J. Wiseman, Ed., *Fats in Animal Nutrition*, Butterworths, London, 407-453.
451. Wood JD., and Enser M., (1982): Comparison of boars and castrates for bacon production. 2. Composition of muscle and subcutaneous fat, and changes in side weight during curing, *Animal Production* 35, 65–74.
452. Wood JD., Buxton PJ., Whittington FM and Enser M., (1986): The chemical composition of fat tissues in the pig: effects of castration and feeding treatment, *Livestock Production Science* 15, 73–82.
453. Wood JD., Enser M., Whittington FM., Moncrieff CB., Kempster AJ., (1988): Backfat composition in pigs: Differences between fat thickness groups and sexes, *Livestock Production Science* 22 (3–4), 351–362.
454. Wood JD., Nute GR., Fursey GAJ., Cuthberston A., (1995): The effect of cooking conditions on the eating quality of pork, *Meat Science* 40: 127-135.
455. Wood JD., and Riley JE., (1982): Comparison of boars and castrates for bacon production. 1. Growth data, and carcass and joint composition, *Volume 35, Issue 01*.
456. Wysocki CJ., Dorries KM., and Beauchamp GK., (1989): Ability to perceive androstenone can be acquired by ostensibly anosmic people, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* Vol. 86, pp. 7976-7978, October 1989, *Genetics*.
457. Wysocki CJ., Beauchamp GK., (1984): Ability to smell androstenone is genetically determined, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 81 4899–4902.

-
458. Xu ZR., Hu CH., Wang MQ., (2002): Effects of frugtooligosaccharides on conversion of L-tryptophan to skatole and indole by mixed populations of pig fecal bacteria, *Journal of General Applied Microbiology* 48:83-90.
459. Xue J., Dial GD., Holton EE., Vickers Z., Squires EJ., Lou Y., Godbout D., Morel N., (1996): Breed differences in boar taint: Relationship between tissue levels of boar taint compounds and sensory analysis of taint, *Journal of Animal Science* 74:2170-2177.
460. Xue JL, Dial GD, Bartsh S, Kerkaert B, Squires EJ, Marsh WE, Ferre G., (1994): Influence of agonadotropin-releasing hormone on circulating concentrations of luteinizing hormone and testosterone and tissue concentrations of compounds associated with boar taint, *Journal of Animal Science* 72:1290–1298.
461. Xue JL., Dial GD., (1997): Raising intact male pigs for meat: Detecting and preventing boar taint, *Swine Health and Production* 5(4):151–158.
462. Xue JL., Dial GD., Schuiteman J., Kramer A., Fisher C., Marsh WE., Morrison RB., Squires JE., (1995): Evaluation of growth, carcass, and compound concentrations related to boar taint in boars and barrows, *Swine Health and Production* 3:155–160.
463. Yokoyama MT., Carlson JR. & Holdeman LV., (1977): Isolation and characteristics of a skatole-producing *Lactobacillus* sp. from the bovine rumen, *Applied and Environmental Microbiology* 34, 837-842.
464. Yokoyama MT., Carlson JR., (1979): Microbial metabolites of tryptophan in the intestinal tract with special reference to skatole, *The American Journal of Clinical Nutrition* 32:173–178.
465. Zakon o dobrobiti životinja, Službeni glasnik RS, 41/09.
466. Zakon o veterinarstvu, Službeni glasnik RS, br. 91/05.

-
467. Zamaratskaia G. & Squires EJ., (2009): Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs, *Animal* 3(11), 1508-1521.
468. Zamaratskaia G., and Squires EJ., (2008): Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs, *Animal: An International Journal of Animal Bioscience* 3:1508-1521.
469. Zamaratskaia G., Andersson HK., Chen G., Andersson K., Madej A., and Lundström K., (2008): Effect of a gonadotropin-releasing hormone vaccine (Improvac tm on steroid hormones, boar taint and performance in entire male pigs, *Reproduction in Domestic Animals* 43 (3): 351-9.
470. Zamaratskaia G., Babol J., Anderson HK., Andersson K., Lundström K., (2005): Effect of live weight and dietary supplement of raw potato starch on the levels of skatole, Androstenone, testosterone and oestrone sulphate in entire male pigs, *Livestock Production Science* 93:235-243.
471. Zamaratskaia G., Babol J., Andersson H., & Lundström K., (2004a): Plasma skatole and androstenone levels in entire male pigs and relationship between boar taint compounds, sex steroids and thyroxine at various ages, *Livestock Production Science* 87(2-3), 91-98.
472. Zamaratskaia G., Babol J., Andersson H., & Lundström K., (2004c): Plasma skatole and androstenone levels in entire male pigs and relationship between boar taint compounds, sex steroids and thyroxine at various ages, *Livestock Production Science* 87, 91–98.
473. Zamaratskaia G., Babol J., Andersson HK., Andersson K., and Lundström K., (2005b): Effect of live weight and dietary supplement of raw potato starch on the levels of skatole, androstenone, testosterone and oestrone sulphate in entire male pigs, *Livestock Production Science* 93, 235-243.
474. Zamaratskaia G., Babol J., Andersson HK., Rydhmer L., and Lundström K., (2003): Relationships between testicular hormones, androstenone and skatole in entire male pigs fed raw

potato starch. EAAP Working Group on Production and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs, Dublin, Ireland.

475. Zamaratskaia G., Babol J., Madej A., Squires EJ., & Lundström K., (2004b): Age-related variation of plasma concentrations of skatole, androstenone, testosterone, oestradiol-17 beta, oestrone sulphate, dehydroepiandrosterone sulphate, triiodothyronine and IGF-1 in six entire male pigs, *Reproduction in Domestic Animals* 39(3), 168-172.

476. Zamaratskaia G., Chen G., & Lundström K., (2006): Effects of sex, weight, diet and hCG administration on levels of skatole and indole in the liver and hepatic activities of cytochromes P4502E1 and P4502A6 in pigs, *Meat Science* 72(2), 331-338.

477. Zamaratskaia G., Gilmore WJ., Lundström K., & Squires EJ., (2007): Effect of testicular steroids on catalytic activities of cytochrome P450 enzymes in porcine liver microsomes, *Food and Chemical Toxicology* 45(4), 676-681.

478. Zamaratskaia G., Lou Y., Chen G., Andresen Ø., Lundstrom K., and Squires EJ., (2007a): Effect of hCG stimulation on plasma androstenone concentrations and cytochrome b5 (CYB5) levels in testicular tissue, *Reproduction in Domestic Animals* 42, 105–108.

479. Zamaratskaia G., Oskam I., Ropstad E., Tajet H., and Andresen Ø., (2008a): Effect of hCG stimulation on hepatic activities of cytochrome P4502E1 and P4502A in entire male pigs, *Reproduction in Domestic Animals* 43, 147–152.

480. Zamaratskaia G., Oskam IC., Ropstad E., Tajet H., Dahl E., & Andresen O., (2008b): Effects of hCG stimulation on hepatic activities of cytochromes P4502E1 and P4502A in pubertal male pigs, *Reproduction in Domestic Animals* 43(2), 147-152.

481. Zamaratskaia G., Zlabek V., Chen G., & Madej A., (2009): Modulation of porcine cytochrome P450 enzyme activities by surgical castration and immunocastration, *Animal* 3(8), 1124-1132.

482. Zamaratskaia G., (2004): Factors involved in the development of boar taint influence of breed, age, diet and raising conditions, Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

483. Zeng XY., Turkstra JA., Jongbloed AW., van Diepen JTM., Meloen RH., Oonk HB., Guo DZ., and van de Wiel DFM., (2002): Performance and hormone levels of immunocastrated, surgically castrated and intact male pigs fed ad libitum high and low-energy diets, *Livestock Production Science* 77, 1–11.

484. Zeng YX., Turkstra JA., Meloen HR., Liu YX., Chena QF., Schaaper MMW., Oonk HB., Guo ZD., van de Wiel FMD., (2002a): Active immunization against gonadotrophin-releasing hormone in Chinese male pigs: effects of dose on antibody titer, hormone levels and sexual development, *Animal Reproduction Science* 70, 223–233.

485. Zeng XY., Turkstra JA., van de Wiel, DFM., Guo DZ., Liu, XY., Meloen RH., Schaaper, WMM., Chen FQ., Oonk HB., Zhang X., (2001): Active immunization against gonadotropin-releasing hormone in chinese male pigs, *Reproduction in Domestic Animals* 36, 101–105.

486. Zols S., Schulz C., Zankl A., Langhoff R., Barz A., & Breitinger I., (2008): Investigation about different methods of pain reduction in castration of suckling piglets. In European association working group on production and utilization of meat from entire males pigs, 26–27 March, Monells, Spain.

Biografija

Jelena Z. Aleksić, po zanimanju diplomirani veterinar, rođena je 06. 09. 1976. godine u Beogradu. Osnovnu školu i gimnaziju završila je u Beogradu. Školske 1995/96 godine upisala je Fakultet veterinarske medicine u Beogradu i diplomirala 25. 06. 2001. godine, sa srednjom ocenom 9.41. Od instituta za Molekularno stočarstvo i biotehnologiju, koji je deo Ludvig-Maksimilijan Univerziteta u Minhenu dobila je stipendiju i u Nemačkoj boravila od 1. oktobra 2001. godine do 11. novembra 2002. godine, gde je radila na polju *in vitro* produkcije goveđih embriona. Školske 2002/03 godine kao stipendista Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, upisala je poslediplomske studije na Fakultetu veterinarske medicine, smer Morfologija i fiziologija životinja. Položila je sve ispite, sa prosečnom ocenom 9.36. Kao istraživač-stipendista Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, od 1. 04. 2003. godine angažovana je na Katedri za patološku fiziologiju u okviru projekta 1518 „Uloga specifičnih biomolekula- markera patofizioloških stanja izazvanih dejstvom zračenja, toksičnih i infektivnih agenasa“. U oktobru 2004. godine angažovana je na osnovu ugovora o delu na Fakultetu veterinarske medicine u zvanju stručni saradnik na Katedri za patološku fiziologiju. Od 4. maja 2005. godine primljena je u zvanju asistenta-pripravnik na Katedru za sudsku veterinarsku medicinu i zakonske propise. Oktobra 2008. godine odbranila je magistarsku tezu pod nazivom ”Ispitivanje uticaja prisustva zeolita dodatog u kolostrum na aminokiselinski sastav krvnog seruma teladi u neonatalnom periodu”. U toku svog rada objavila je 22 naučna i stručna rada. Član je Srpskog veterinarskog društva i Veterinarske komore Srbije.

Prilog 1.

Izjava o autorstvu

Potpisana Jelena Aleksić
broj upisa _____

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

«Ispitivanje mogućnosti primene imunokastracije u cilju sprečavanja mane polnog mirisa mesa
nerastova»

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršila autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

U Beogradu, _____2012. god.,

Potpis doktoranda

Prilog 2.

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora: Jelena Aleksić

Broj upisa:

Studijski program: doktorske akademske studije

Naslov rada: «Ispitivanje mogućnosti primene imunokastracije u cilju sprečavanja mane polnog mirisa mesa nerastova»

Mentor: Prof. dr Milan Ž. Baltić

Potpisana Jelena Aleksić

izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predala za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, _____ 2012. god.,

Potpis doktoranda

Prilog 3.

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

«Ispitivanje mogućnosti primene imunokastracije u cilju sprečavanja mane polnog mirisa mesa nerastova»

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo
2. Autorstvo - nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade

6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poledini lista).

U Beogradu, 2012. god.,

Potpis doktoranda

