

PRODUCTION OF MEAT FROM ENTIRE MALE PIGS

Emilija Cimerman, G. Kušec, B. Lukić, Ivona Djurkin Kušec, Kristina Budimir, T. KoturićPregledni znanstveni članak – Review scientific paper
Primljeno – Received: 25. ožujak - March 2014.

SAŽETAK

Proizvodnja nekastriranih u odnosu na kastrirane nerastove je unosnija i profitabilnija, jer nekastrirani nerastovi očituju bolja svojstva kvalitete mesa s većim udjelom mišićnog tkiva i većim sadržajem proteina u odnosu na kastrate. No, jedan od ključnih problema u proizvodnji nekastriranih nerastova je neodgovarajuća senzorska kvaliteta mesa, odnosno neugodan i oštar miris te okus koji je većini potražaca neprihvatljiv. Steroidni hormoni testisa, androstenon i razloženi L-triptofan skatol, glavni su spojevi odgovorni za takav miris i okus svinjskog mesa. Razina androstenona u tkivu nerastova povezuje se sa spolnom zrelošću dok razina skatola ovisi o uvjetima okruženja i hranidbe. Pritom je ustanovljeno da nerastovi za klanje uzgojeni na organski način ne osiguravaju pouzdano smanjenje neugodnih mirisa i okusa mesa. Jedan od predloženih načina smanjenja neugodnih mirisa i okusa mesa nerastova je hranidba čistim žitricama, cikorijom i hidrolizirajućim taninom. Nadalje, postupci kod transporta prije klanja doprinose povećanju razine stresa, a time i povećanju androstenona i skatola u adipoznom tkivu nerastova. Kod genetskih utjecaja postoje oprečna mišljenja, gdje se s jedne strane ne može dokazati i potvrditi učinak genotipa na neugodne mirise i okus mesa nerasta, a s druge strane se vjeruje kako će rezultati selekcije doprinijeti smanjenju rizika glede ovog važnog senzorskog svojstva mesa nekastriranih nerastova. U mnogim zemljama imunokastracijom nerastova izbjegla se visoka razina androstenona i skatola te se neugodan okus i miris mesa sveo na najmanju razinu. Zbog dobrobiti životinja očekuje se ukidanje kastracije od 1. siječnja 2018. godine u zemljama EU. Zbog toga je od velike važnosti pronaći druga rješenja vezana uz navedene probleme.

Ključne riječi: nekastrirani nerast, androstenon, skatol, neugodni mirisi i okusi mesa (boar taint)

UVOD

Visoki udjel mišićnog tkiva, povoljan kemijski sastav, visoka prehrambena vrijednost te okus i miris, samo su neka od kvalitativnih svojstava svinjskog mesa o kojima suvremena, primarna svinjogoj-ska proizvodnja mora kontinuirano voditi brigu kako bi se zadovoljile prehrambene potrebe potrošača. Značajan utjecaj na potražnju svinjskog mesa imaju navike i ukusi potrošača. Učinkovitost tova nerastova prepoznata je vrlo rano, već u 16. stoljeću (Mac-

kinnon i Pearce, 2007.). Nerasti rastu brže, jedu manje hrane, učinkovitije konvertiraju hranu u tjelesnu masu i imaju trupove s nižim udjelom masti i većim udjelom bjelancevina nego kastrati (EFSA, 2004., Lundström i sur., 2009.). Njihov uzgoj pokazao se profitabilnijim od uzgoja kastriranih nerastova (Lundström i sur., 2009.).

Međutim, jedan od ključnih problema slabije ocjene tržišne kvalitete mesa nerastova su njihova

organoleptička svojstva koja se odlikuju neugodim i oštrijim mirisima te okusom, tzv. nerastovskim svojstvom (eng. *boar taint*), koji je potrošačima poznat već desetljećima (Lerche, 1936.). Androstenon i skatol su glavni spojevi odgovorni za takav miris i okus svinjskog mesa (Lundström i sur., 2009.). Androstenon je steroidni hormon testisa, koji uzrokuje miris po mokraći i pohranjuje se u masnom tkivu, dok je skatol proizvod bakterijske razgradnje esencijalne aminokiseline triptofana u završnom djelu probavnog trakta, koji se također nakuplja u masnom tkivu (Duijvestin i sur., 2012.). Velika većina potrošača je osjetljiva na miris skatola, dok veliki dio potrošača ne može podnijeti miris androstenona (Amoore i sur., 1977., Gilbert i Wysocky, 1987., Weiler i sur., 2000.). Kako bi se izbjegao neugodan miris i okus svinjskog mesa, muška se prasada kastrira u ranoj dobi. Međutim, u posljednjih nekoliko godina u nekim zemljama EU kastracija se zbog dobrobiti životinja sve manje provodi, a očekuje se i njeno potpuno ukidanje od 1. siječnja 2018. godine (Pig Progress, 2010.). Kastracija uz anesteziju prasadi, prihvaćena je u pojedinim zemljama samo kao praktično, privremeno rješenje do njenog potpunog ukidanja (Frieden i sur., 2011.). Iz navedenih razloga, izuzetno je važno pronaći druga rješenja kojima je moguće izbjeći neugodne mirise i okus mesa nerastova. Tako Frieden i sur., (2011.) sugeriraju rješavanje problema nerastovskog svojstva hranidbom te genetskom selekcijom, dok Batorek i sur. (2012.) upućuju na znakovito smanjenje neugodnih mirisa mesa metodom imuno-kastracije nerastova.

PROIZVODNA SVOJSTVA I KVALITETA MESA

Nerastovi imaju oko 13 % viši prirast od kastrata, jedu do 9 % manje hrane, postižu i do 14 % nižu konverziju hrane, a u nekim istraživanjima imaju od 20 % do 40 %, manje masnoga tkiva u trupovima nego kastrati (Nadžje i sur., 2000., EFSA, 2004., Lundström i sur., 2009.). Gispert i sur. (2010.) su uspoređivali kvalitetu mesa nekastriranih nerastova u odnosu na kastrate, imunokastrate i nazimice. Navedeni autori su utvrdili da je meso nerastova imalo najniže vrijednosti stupnja bljedoće te najviše vrijednosti stupnja crvenosti ($L^*=47,02$ vs $48,62$ i $48,84$ u kastrata i imunokastrata; $a^*=6,60$ vs $5,76$ i $5,87$ u kastrata i nazimica). Kako stupanj crvenosti predstavlja važno svojstvo pri odabiru mesa za preradu u visokovrijedne tradicionalne proizvode

(primjerice šunka ili pršut), može se zaključiti da je upravo meso nerastova poželjno za preradu u takve proizvode. Nadalje, autori navode da je meso nerastova imalo značajno niži stupanj intramuskularne masti u odnosu na kastrate, dok se nije razlikovalo od mesa nazimica i imunokastrata u ovom svojstvu. Fáberga i sur. (2011.) utvrdili su kako je na distribuciju razine androstenona i skatola kod nerastova pasmine Duroc utjecala klaonička težina, ali ne i sustav smještaja svinja ili strategija klanja. Nerastovi imaju manju potrebu za dodatnom hranom ukoliko se uzgajaju na otvorenom prostoru, na pašu, odnosno u ekstenzivnim sustavima uzgoja (Dragoeva i Stoikov, 2003.). To dovodi do bolje ocjene trupova na liniji klanja i posljedično njihove više cijene, iako metode ocjene trupova na liniji klanja koje se trenutno koriste često netočno procjenjuju razlike između spolova (Andersson i sur., 1995.). Zbog razlika u sastavu trupa, porast mišićnog tkiva nerastova je viši od prirasta u ukupnoj tjelesnoj masi u odnosu na kastrate. EFSA (2004) je izvijestila da meso nerastova općenito ima veći postotak mišićnog tkiva u odnosu na kastrate uzgojene u identičnim uvjetima. Utvrđena razlika u debljini leđne slanine u korist nerastova iznosila je između 9 i 21%, a ovo potvrđuju i istraživanja Bañóna i sur. (2004.). Sukladno tome, Miyahara i sur. (2004.) navode više mišićnog tkiva i veću površinu *LD* (*longissimus dorsi*) mišića. Manji sadržaj masti i veća količina nezasićenih masnih kiselina u masnom tkivu nerastova može se smatrati povoljnim za potrošače zbog bolje nutritivne i prehrambene vrijednosti mesa. Udjel mišićnog tkiva kod nazimica obično je bliži nerastima, nego kastratima kao što pokazuju rezultati istraživanja Sather i sur. (1991.) i Young (1992.) koji nisu utvrdili značajne razlike u udjelu mišićnog tkiva između nerastova i nazimica dok je Barton Gade (1987.) utvrdila kako postoji razlika koja je niža od 5 % kod nerastova, ali nije statistički značajna. Ipak, prednost nerastova u prirastu mišićnog tkiva smanjuje se zbog selekcije plemenitih pasmina svinja (Udesen, 1998.). Unatoč brojnim prednostima uzgoja nekastriranih muških svinja u odnosu na kastrate, potrebno je naglasiti i određene nedostatke. Naime, postotak klaoničkog iskorištenja mesa, odnosno randman nerastova u prosjeku je niži za 2 % do 2,5 % u odnosu na nazimice (Ellis i sur., 1983.; Sather i sur., 1991., Sather i sur., 1993.) i kastrate (Wood i Mottram 1981., Wood i Riley 1982., Friend i sur. 1989.). Međutim, Hansson i sur. (1975) i Knudson i sur. (1985.a) nisu utvrdili

razlike u randmanu mesa između spolova. Ovakva nedosljednost može biti posljedica različitih tehnika obrezivanja spolnih organa. Razlika između spolova može se objasniti prisutnošću testisa i ostalih dodatnih tkiva kod nerastova (Mottram 1981., Wood i Riley 1982., Sather i sur., 1991.). Utvrđene su i brojne druge razlike u masi tjelesnih organa između nerastova i svinja drugih spolova. Tako su Sather i sur. (1993.) utvrdili kako čitavi reproduktivni trakt nerastova iznosi 2,5 % ukupne mase trupa dok trakt nazimica i kastrata iznosi 0,5 % i 1,0 % ukupne mase trupa. Bubrezi nerastova su teži (Wood i Riley 1982., Sather i sur., 1993.) te imaju nešto veće proporcije glave, papaka i utrobe, što može doprinijeti smanjenom radmanu mesa. Uklanjanje kože može dovesti do dodatnog smanjenja randmana mesa nerastova koji imaju deblju kožu u odnosu na ostale spolove (Wood i Riley, 1982., Knudson i sur., 1985.b). Skidanjem kože u nazimica i kastrata može doći do većih gubitaka masnog tkiva u odnosu na neraste (Ellis i sur., 1983.). Nerasti imaju nešto veću učestalost TČS (tamno, čvrsto i suho) mesa i oštećenja kože. Osim neugodnog i oštrog mirisa te okusa (nerastovsko svojstvo) nerasti se ne razlikuju u senzorskim svojstvima od ostalih spolova (Babel i Squires 1995.).

UBLAŽAVANJE NERASTOVSKOG SVOJSTVA HRANIDBOM

Kontrolu neugodnih mirisa i okusa mesa nerastova moguće je postići odgovarajućom hranidbom, odnosno uporabom različitih sastojaka i dodataka hrani. Tako su Wealleans i sur. (2013.) hranidbom nerastova taninom koji je moguće hidrolizirati utvrdili promjene veličine bulbouretralne žlijezde koje mogu utjecati na razine androstenona, što ukazuje na mogući pozitivan učinak ove vrste tanina na reguliranje pojave nerastovskog svojstva. Iako su u pokusnim skupinama utvrđene niže koncentracije androstenona i skatola u odnosu na kontrolnu skupinu koja je hranjena hranom bez dodatka tanina te razlike nisu bile statistički značajne (Škrlep i sur., 2013.). Tanini, kao biljni metaboliti, pokazali su djelotvoran učinak na crijevne mikroorganizme, što može djelovati i na razine skatola u mesu nerastova (Škrlep i sur., 2013.). Dodatkom 15 % cikorije ili 15 % grahorica u hranu nerasta smanjuje se količina skatola i androstenona u lednoj slanini pri klanju (Maribo i sur., 2013.). Autori također ističu kako se hranidbom nerastova čistim žitaricama četiri dana

prije klanja smanjuje razina skatola u lednoj slanini. Slično tome, Hansen-Møller i sur. (1994) pokazuju kako se dodavanjem 15 % cikorije u hranu smanjila razina skatola u lednoj slanini nerastova s 0,08 na 0,05 ppm odnosno 37 %, ali to nije značajno utjecalo na razinu androstenona. Isti autori navode kako dodatak do 15 % grahorica u hranu nije značajnije utjecao na smanjenje neugodnih mirisa mesa nerastova. Hranidbom nerastova čistim peletima žitarica (50 % pšenica i 50 % ječam, kojima su dodani masnoća i vitamini/minerali), posljednja četiri dana prije klanja, smanjili su se ekvivalenti skatola za 25 %, s 0,08 na 0,06 ppm, ali nije bilo značajnijeg utjecaja na smanjenje razine androstenona (Hansen-Møller i sur., 1994.). Quiniou i sur. (2013.) navode kako se rizik pojave nerastovskog svojstva u svinja hranjenih *ad libitum* razlikovao između različitih skupina. Restriktivna hranidba nerastova utjecala je na smanjenje neugodnih mirisa i okusa njihovog mesa u odnosu na nerastove hranjene *ad libitum*. Isto tako, autori navode kako se hranidbom nerastova mljevenim peletima smanjuje razina skatola ledne slanine u usporedbi s tekućom hranom. Budući da se skatol stvara bakterijskom razgradnjom esencijalne aminokiseline triptofana u završnom dijelu crijeva, Gaudré i sur. (2013.) smatraju kako povećani sadržaj prehrambenih vlakana u hrani umanjuje probavljivost hrane i endogenih bjelančevina, ali također smanjuje i udio triptofana, transformiranog u završnom dijelu crijeva, a time smanjuje razinu skatola u lednoj slanini nerasta. Ovi rezultati ukazuju da bi potencijalni problem nastao smanjenom probavljivošću bjelančevina bio manje važan u odnosu na korist od vrlo hranjivih vlakana koji usmjeravaju korištenje bjelančevina za potrebe bakterija umjesto za konverziju skatola. Nerastovi uzgojeni na organski ili ekološki način u masnom tkivu ne sadržavaju značajno manje neugodnog mirisa i okusa mesa (Maribo i Jensen., 2013.). Također, ekološki proizvođači svinja u svojoj proizvodnji nužno koriste hranu s visokom razinom bjelančevina, što znači i više supstrata za stvaranje skatola u crijevima i masnom tkivu. Nadalje, ekološki proizvedene svinje su starije u vrijeme klanja, što povećava rizik viših razina androstenona u mesu. Stoga je potrebno pronaći nove mehanizme kako bi se nerastovsko svojstvo svelo na nižu razinu i kako bi se na tržište mogla isporučivati svinjetina visoke kakvoće s ostalim pozitivnim rezultatima proizvodnje svinja iz ekološkog uzgoja.

UBLAŽAVANJE NERASTOVSKOG SVOJSTVA GENETSKOM SELEKCIJOM

Prva istraživanja o primjeni genetske selekcije protiv povišenih razina androstenona i skatola u masnom tkivu započela su 1980. godine (Willeke i sur. 1980.). S obzirom na visoke razine heritabiliteta za androstenon i srednje visoke razine heritabiliteta za skatol praćene pozitivnim genetskim korelacijama, selekcija se činila kao izgledno rješenje. Međutim, pokazala se samo djelomično uspješna. Nakon toga, uslijedila su brojna druga istraživanja sa sličnim rezultatima (Sellier i sur. 1988; Willeke i Pirchner, 1989.). Prosječni heritabilitet androstenona je visok ($h^2=0,56$), i kreće se od 0,25 do 0,88 (Sellier, 1998.), dok je heritabilitet skatola srednje visok i kreće se od 0,19 do 0,54 (Pedersen i sur., 1998., Tajet i sur. 2006.).

Kako su visoke koncentracije androstenona i skatola u masnom tkivu glavni uzroci nerastovskog svojstva (Robic i sur., 2008.), genetska selekcija svinja u cilju njegova suzbijanja usmjerena je ka smanjenju razina tih supstanci. Postoji pozitivna genetska korelacija između koncentracije skatola i androstenona u masnom tkivu ($r = 0,36 - 0,62$) (Tajet i sur., 2006.). Istraživanja su pokazala da potomci selekcioniranih kandidata imaju česte izostanke spolne zrelosti, zakržljale spolne organe i druge reproduktivne probleme, nastale radi pozitivnih genetskih korelacija androstenona i drugih steroidnih hormona (Robic i sur, 2008.). Pojavom suvremenih metoda naprednog sekvenciranja genoma (engl. *Next Generation Sequencing*) otvaraju se nove mogućnosti u selekciji, tzv. genomskoj selekciji. S glavnim ciljem utvrđivanja povezanosti genetskih markera i razina androstenona te skatola u znanstvenim se istraživanjima koriste različiti pristupi, a to su utvrđivanje odgovornih kandidatnih gena i lokusa kvantitativnih svojstava ili QTL-ova (od engl., *Quantitative trait loci*) (Quintanilla i sur. 2003.; Lee i sur. 2004.), utvrđivanje razine ekspresije gena (Lin i sur, 2006.; Moe i sur, 2009.; Gunawan i sur, 2013.) te genom-wide pristup (Grindflek i sur. 2011.; Gregersen i sur. 2012.) u kojem se cijeli genom pretražuje radi utvrđivanja odgovornih genetskih varijanti. Navedena su istraživanja utvrdila brojne pozitivne te negativne genetske utjecaje na miris i okus mesa nerastova raspoređene na čitavom genomu, koji bi primjenom u uzgojnim programima omogućili proizvodnju križanaca bez lišenog nerastovskog svoj-

stva. Ograničavajuće elemente i dalje predstavlja pozitivna genetska korelacija androstenona s drugim steroidima te varijabilnost u utvrđenim razinama androstenona i skatola između pasmina. Međutim, neke su studije u posljednjih nekoliko godina utvrdile odgovorne genetske markere bez negativnih utjecaja na reproduktivna svojstva. Stoga se u skoroj budućnosti može očekivati primjena tih informacija u praksi (Moe i sur 2009., Grindflek i sur. 2011.).

UTJECAJ TRANSPORTA I STRESA PRIJE KLANJA NA POJAVU NERASTOVSKOG SVOJSTVA

Stres je fiziološko, etološko i psihološko stanje životinje prilagođeno prijetećoj situaciji (Terlouw, 2005.). Povećanju androstenona i skatola u masnom tkivu nerastova doprinosi stres prilikom transporta životinja prije klanja Weiler i sur. (2013.). Moss i sur. (1978.) i Ellis i sur. (1983.) utvrdili su kako nerastovi koji su prenoćili nakon prijevoza, a prije klanja, imaju više pH vrijednosti i veću učestalost pojave TČS mesa u usporedbi s kastratima. Međutim, Barton-Gade (1987.) je utvrdio kako nema razlike u pojavi TČS mesa i BMV (blijedo, mekano vodnjikavo) mesa između nerastova i kastrata, kada transport životinja traje kraće od 4 h. Fredriksen i sur. (2006.) su utvrdili kako zajedničko držanje svinja u sustavu "od prasenja do klaonice", uključujući prijevoz i mjesta odmora tijekom prijevoza, smanjuju oštećenja kože i razinu androstenona u nekastriranih nerastova na najmanju moguću mjeru. Weiler i sur. (2013.) ističu značajan utjecaj dužine transporta nerastova na povećanje androstenona u masnom tkivu i krvnoj plazmi, dok je vrijeme provedeno u transportnom prostoru kamiona prije iskrcaja bilo bez ikakvog utjecaja na količinu androstenona. Koncentracije testosterona u urinu i androstenona u masnom tkivu povećale su se tijekom transporta, ukazujući na povišenu aktivnost testisa tijekom transporta. Isti autori navode da na koncentraciju skatola u masnom tkivu uglavnom utječe duljina čekanja na iskrcaj iz transportnog sredstva, vjerojatno zbog stresa uzrokovanog agresivnim ponašanjem između jedinki. Na broj ozljeda kože utjecala je dužina trajanja transporta, uvjeti na farmi i postupak u klaonici, te je bio značajno povezan s koncentracijama skatola u masnom tkivu.

METODE OTKRIVANJA NEUGODNIH MIRISA I OKUSA MESA

Najvažnija senzorska obilježja mesa nerasta mnogi istraživači opisali su na sljedeći način: „poput urina“, „miris životinja“, „znoja“ i „fekalija“. Isto tako, utvrđeno je kako se androstenon većinom odnosio na obilježje „poput urina“, dok se skatol većinom povezivao sa „stajskim gnojivom“, a u manjoj mjeri s „naftalinom“ (Dijksterhuis i sur., 2000.). Jedan od najvećih problema senzorske karakterizacije neugodnih mirisa i okusa nalazi se u pomanjkanju jasnih referenci i kriterija kojima bi se mogli jednoznačno potvrditi (Font i Furnols, 2000.). Zbog vrlo različite osjetljivosti potrošača na mirise i okuse te njihove ocjene o dopadljivosti, Font i Furnols i sur. (2003.) zaključili su kako odlučujuću ulogu u tome hoće li potrošači odabrati svinjetinu podrijetlom od nekastriranih nerastova ima dopadljivost mirisa, a ne njihova osjetljivost na androstenon. Za utvrđivanje ili određivanje mirisa androstenona najzaslužniji je ljudski receptor mirisa ORD7D4, koji se kod ljudi razlikuje (Keller i sur., 2007.), pa su i stavovi potrošača prema mesu nekastriranih nerastova različiti (Bonneau i sur., 2000.). Postoji velika potreba za brzo otkrivanje neugodnih mirisa i okusa trupova nerasta na liniji klanja, ali nema harmoniziranog, usklađenog postupka za njihovo otkrivanje. Neke države članice EU pokušavaju ustanoviti prikladan sustav ispitivanja i provjeravanja. Tako se primjerice u Velikoj Britaniji, u nekim klaonicama koriste metodom ispitivanja „test grijanjem“ (EFSA, 2004.), a u Njemačkoj se koristi test kuhanjem i test rastapanjem da bi se otkrio miris spola u trupovima svinja (Bundesanzeiger, 2007.). Međutim, ove metode nisu dovoljno učinkovite jer se među ocjenjivačima brzo razvijaju razlike u otkrivanju i zamor senzornog reagiranja. Nedavni razvoj postupaka brzog otkrivanja neugodnih mirisa i okusa mesa nerasta temelji se na metodama „ostavljanja otiska prsta“, kojom se neizravno mjere neugodni miris i okus mesa pomoću senzorskih polja (elektronski nos) i metodom izravne spektrometrije mase (MS). Postoje i neka alternativna rješenja koja se temelje na brznoj plinskoj kromatografiji (GC), spektroskopiji/kolormetriji i biosenzorima, kojima se izravno s visokom selektivnošću mjere, analiziraju i kvantificiraju pojedinačne supstance (Haugen i sur., 2008.a; Lundström i sur., 2009.). Za otkrivanje isparljivih spojeva, odnosno neugodnih mirisa istražuju se mogućnosti korištenja insekata (Haugen i sur., 2008a).

ZAKLJUČAK

Proizvodnja mesa nerastova ima višestruku prednost u odnosu na proizvodnju mesa kastrata iz nekoliko opravdanih razloga. Ta je proizvodnja profitabilnija zbog toga što nerasti imaju viši prirast od kastrata, jedu manje hrane i imaju nižu konverziju. Na liniji klanja imaju bolju ocjenu trupova nego kastrati jer imaju manje masnog tkiva u trupovima. Meso nerasta ima veće količine nezasićenih masnih kiselina u masnom tkivu pa je povoljnije za potrošače zbog njegove visoke nutritivne i prehrabene vrijednosti. Veliki nedostatak mesa nerastova je njegovo senzoričko svojstvo koje se odlikuje neugodnim i oštrim mirisom te neprihvatljivim okusom za potrošače, čemu je uzrok skatol i androstenon. Ta se pojava naziva nerastovsko svojstvo. Kako bi se ono izbjeglo muška prasada se, sve do sada, kastrirala u ranoj dobi. Kastracija se zbog dobrobiti životinja sve manje provodi u zemljama EU, a očekuje se i njeno potpuno ukidanje od 1. siječnja 2018. godine. Suzbijanje nerastovskog svojstva moguće je izvesti u tehnološkom procesu hranidbe nerastova, dodatkom čistih žitarica u hranu, cikorijske ili hidrolizabilnih tanina. Dugoročno promatrano, problem nerastovskog svojstva moguće je suzbiti imunokastracijom, genetskom selekcijom te smanjenjem stresa prije klanja svinja.

LITERATURA

1. Amoore J.E., Pelosi P., Forrester L.J. (1977): Specific anosmias to 5 α -androsten-16-en-3 one and ω -pentadecalactone. The urinous and musky primary odours. *Chem. Senses* 2: 401-425.
2. Andersson A., Hansson I., Lundström K., Karlsson A. (1995): Influence of sex and breed on the precision of the official Swedish pig carcass grading. *Swedish Journal of Agricultural Research* 25: 51-59.
3. Babel J., Squires E.J. (1995): Quality of meat from entire male pigs. *Food Research International*. 28(3): 201-212.
4. Bañón S., Andreu C., Laencina J., Garrido M.D. (2004): Fresh and eating pork quality from entire versus castrate heavy males. *Food Quality and Preference* 15: 293-300.
5. Barton-Gade P. A. (1987): Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. *Livest. Prod. Sci.* 16(2): 187-96.

6. Batorek N., Čandek-Potokar M., Bonneau M., Van Milgen J. (2012): Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. *Animal* 1-9.
7. Bonneau M., Walstra P., Claudi-Magnussen C., Kempster A.J., Tornberg E., Fischer K., Diestre A., Siret F., Chevillon P., Claus R., Dijsterhuis G., Punter P., Matthews K.R., Agerhem H., Béague M.P., Oliver M.A., Gispert M., Weiler U., von Seth G., Leask H., Font Furnols M., Homer D.B., Cook G.L. (2000): An international study on the importance of androstene 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.
8. Bundesanzeiger (2007): Allgemeine Verwaltungsvorschrift über die Durchführung der amtlichen Überwachung der Einhaltung von Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs und zum Verfahren zur Prüfung von Leitlinien für eine gute Verfahrenspraxis (AVV Lebensmittelhygiene – AVV LmH), Jahrgang 59, Nummer 180a, pp. 51–52, ISSN 0720-6100. Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH, Köln.
9. Dijksterhuis G.B., Engel B., Walstra P., Font Furnols M., Agerhem H., Fischer K., Oliver M.A., Claudi-Magnussen C., Siret F., Béague M.P., Homer D.B., Bonneau M. (2000): An international study on the importance of androstene and skatole for boar taint: II. Sensory evaluation by trained panels in seven European countries. *Meat Science* 54: 261–269.
10. Dragoeva A., Stoikov A. (2003): Ecological efficiency in fattening noncastrated males pigs. *Ecology and Future – Journal of Agricultural Science and Forest Science* 2: 82–85.
11. Duijvestin N., Knol E.F., Bijma P. (2012): Direct and associative effects for androstene and genetic correlations with backfat and growth in entire male pigs. *Animal Science* 90 (8): 2465-2475.
12. EFSA(2004): Welfare aspects of the castration of piglets. *The EFSA Journal* 91:1-18.
13. Ellis M., Smith W. C., Clark J. B. K., Innes N. (1983): A comparison of boars, gilts and castrates for bacon manufacture. 1. On farm performance, carcass and meat quality characteristics and weight loss in the preparation of sides for curing. *Anim. Prod.* 37: 1-9.
14. Fábrega E., Gispert M., Tibau J., Hortós M., Oliver M. A., Font i Furnols. M. (2011): Effect of housing system, slaughter weight and slaughter strategy on carcass and meat quality, seks organ development and androstene and skatole levels in Duroc finished entire male pigs. *Meat Science* 89: 434–439.
15. Font i Furnols M. (2000): Utilització de mascles enters per a la producció de carn: avaluació sensorial i estudis de consumidors. PhD thesis, Department of Statistics and Operative Investigation, Polytechnics University of Catalonia (UPC), Barcelona, Spain.
16. Font i Furnols. M., Gispert M., Diestre A., Oliver M.A. (2003): Acceptability of boar meat by consumers depending on their age, gender, culinary habits, and sensitivity and appreciation of androstene odour. *Meat Science* 64: 433–440.
17. Frieden L., Looft C., Tholen E. (2011): Breeding for reduced boar taint. *Lohmann information* 46(1): 21.
18. Fredriksen B., Lium B. M., Marka C. H., Heier B. T., Dahl E., Choinski J. U., Nafstad, O. (2006): Entire male pigs in a farrow-to-finish system. Effects on androstene and skatole. *Livestock Science*, 102(1):146-154.
19. Friend D. W., Fortin A., Butler G., Poste L. M., Kramer J. K. G., Burrows V. D. (1989): Naked oats (*Avena Nuda*) with and without lysine supplementation, for boars and barrows: growth, carcass and meat quality, energy and nitrogen metabolism. *Can. J. Anim. Sci.* 69: 765-78.
20. Gaudré D., Gault E., Lhommeau T., Le Roux A., Chevillon P. (2013): Effect of the complexity of the diet, and the associated fiber and indigestible protein contents, on boar taint risk in entire male pigs, EAAP Working Group on „Productin and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs“, Monells, Girona, 2nd-3rd December, 18.
21. Gilbert A.N., Wysocki C.J. (1987): The smell survey. Results. *National Geographics* 172: 514-525.
22. Gispert M., Oliver M. A., Velarde A., Suarez P., Pérez J., Font i Furnols. M. (2010): Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. *Meat Science* 85: 664–670.
23. Gregersen V.R., Conley L.N., Sorensen K.K., Gulbrandtsen B., Velander I.H., et al. (2012): Genome-wide association scan and phased haplotype construction for quantitative trait loci affecting boar taint in three pig breeds. *BMC Genomics* 13: 22.
24. Grindflek E., Meuwissen T.H.E., Aasmundstad T., Hamland H., Hansen M.H.S., Nome T., Kent M., Torjensen P., Lien S. (2011): Revealing genetic relationship between compounds affecting boar taint and reproduction in pigs. *Journal of Animal Science* 89: 680-692.

25. Gunawan A., Sahadevan S., Cinar M.U., Neuhoﬀ C., Große-Brinkhaus C., et al. (2013): Identification of the Novel Candidate Genes and Variants in Boar Liver Tissues with Divergent Skatole Levels Using RNA Deep Sequencing. *PloS ONE* 8: 8.
26. Hansson I., Lundstrom K., Malmfors B. (1975): Effect of sex and weight on growth, feed efficiency and carcass characteristics of pigs. *Swed. J. Agric. Res.* 5: 69-80.
27. Hansen-Møller J. (1994): Rapid high-performance liquid chromatographic method for simultaneous determination of androstenone, skatole and indole in back fat from pigs. *Journal of Chromatography B*, 661: 219-230.
28. Haugen J.E., Lundby F., Wackers FL, Olson D, Kappinen I, Ferber A, de Wiel D, Briens M., Tuytens F. (2008a): Rapid detection methods for boar taint; fast GC, FTIR-PAS and biosensing. In Proceedings of the EAAP meeting, 26-27 March 2008, Girona, Spain.
29. Keller A., Zhuang H., Chi Q., Vosshall L.B., Matsunami H. (2007): Genetic variation in a human odorant receptor alters odour perception. *Nature* 449:468-472.
30. Knudson B.K., Hogberg M.G., Merkel R.A., Allen R.E., Magee W.T. (1985a). Developmental comparisons of boars and barrows: I. Growth rate, carcass and muscle characteristics. *J. Anim. Sci.* 61: 789-96.
31. Knudson B.K., Hogberg M.G., Merkel R.A., Allen R.E., Magee W.T. (1985b). Developmental comparison of boars and barrows: II. Body composition and bone development. *J. Anim. Sci.* 61: 797-801.
32. Lee G.J., Archibald, A.L., Law A.S., Lloyd S., Wood J., Haley C.S. (2004): Detection of quantitative trait loci for androstenone, skatole and boar taint in a cross between Large White and Meishan Pigs. *Anim. Genet.* 36: 14-22.
33. Lerche D. (1936): Geschlechtsgeruch bei Eberkastraten. *Zeitschrift für Fleisch-und Milchhygiene*, 46:417-420.
34. Lin Z., Lou Y., Squires J.E. (2006): Functional polymorphism in porcine CYP2E1 gene: Its association with skatole levels. *Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology* 99: 231-237.
35. Lundström K., Matthews K.R., Haugen J.E. (2009): Pig meat quality from entire males. *The Animal Consortium* 3 (11):1497-1507.
36. Mackinnon J. D., Pearce M.C. (2007): Improvac (Pfizer Animal Health): An immunological product for the control of boar taint in entire male pigs: II. Practical applications in pig production and potential production benefits. *The Pig Journal* 59: 68-90.
37. Maribo H. Borg Jensen B., Møller S. (2013): Reduction of boar taint in two trials: 1. chicory or lupins combined with slaughter weight 2. feeding pure grain, EAAP Working Group on „Productin and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs“, Monells, Girona, 2nd-3rd December, 14.
38. Maribo H., Borg Jensen B. (2013): Organic male pigs in Denmark, EAAP Working Group on „Productin and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs“, Monells, Girona, 2nd-3rd December, 36.
39. Miyahara M., Matsuda S., Komaki H., Sakari H., Tsukise A. (2004): Effects of sexual distinction on growth rate and meat production in three-way cross pigs. *Japanese Journal of Swine Science* 41: 228-236.
40. Moe M., Lien S., Aasmundstad T., Meuwissen HE T., Hansen M., HS., Bendixen C., Grindflek E. (2009): Association between SNPs within candidate genes and compounds related to boar taint and reproduction. *BMC Genetics* 10:32.
41. Moss B.W., Robb J.D. (1978): The effect of pre-slaughter lairage on serum thyroxine and cortisol levels at slaughter, and meat quality of boars, hogs and gilts. *J Sci Food Agric.* 29: 689-696.
42. Mottram D.S., Wood J.D., Patterson R.L.S. (1982): Comparison of boars and castrates for bacon production. 3. Composition and eating quality of bacon. *Anim. Prod.* 35: 75-80.
43. Naděje B., Koucký M., Ševčíková S., Adamec T., Laštovková J. (2000): Assessment of boar and barrow meat. *Czech Journal of Animal Science* 45: 539-544.
44. Pedersen B. (1998): Heritability of skatole in back fat, in: Jansen W.K. (Ed.), *Skatole and boar taint*, Roskilde, Denmark, Danish Meat Research Institute, 129-136.
45. Pig Progress (2010): EU banning piglet castration by 2018. *Pig progress* No. 2011. Reed Elsevier. Posted Dec. 16, 2010. Accessed Nov. 25, 2011. Verified 16 May 2012. <http://www.pigprogress>.
46. Robic A., Larzul C., Bonneau M. (2008): Genetic and metabolic aspects of androstenone and skatole deposition in pig adipose tissue. A review, *Genet. Sel. Evol.*, 40: 129-143.
47. Quiniou N., Courboulay V., Goues T., Valable A.S., Le Roux A., Chevillon P. (2013): Growth performance and boar taint risk in entire male pigs under different feeding conditions, EAAP Working Group on „Productin and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs“, Monells, Girona, 2nd-3rd December, 16.

48. Quintanilla R., Demeure O., Bidanel J.P., Milan D., Iannuccelli N., Amigues Y., Gruand J., Renard C., Chevalet C., Bonneau M. (2003): Detection of quantitative trait loci for fat androstenone levels in pigs. *J. Anim. Sci.* 81: 385-394.
49. Sather A. P., Jones S. D. M., Joyal S. (1991): Feedlot performance, carcass composition and pork quality from entire male and female Landrace and Large White marketweight pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 71: 29-42.
50. Sather A.P., Squires E.J., Jeremiah L.E., Jones S.D.M., Schaffer A. L. (1993): Farming for the future project # 91-0887: Meat quality and consumer acceptance of pork from entire males. Alberta Agriculture, Edmonton. 92 pp.
51. Sellier P. (1998): Genetics of meat and carcass traits, in: Rothschild M.F. Ruvinsky A (Eds.), *The Genetics of the pig*, CAB International, Walingford, Oxon, UK, 463-510.
52. Sellier P., Bonneau M. (1998): Genetic relationships between fat androstenone level in males and development of male and female genital tract in pigs. *J. Anim Breed Genet.* 105: 11-20.
53. Škrlep M., Batorek N., Čandek-Potokar M. (2013): Supplementing pig diet with hydrolysable tannins: effect on performance and level of androstenone and skatole in boars, EAAP Working Group on „Productin and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs“, Monells, Girona, 2nd-3rd December, 20.
54. Terlouw C. (2005): Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience. A brief review of recent findings. *Livestock Production Science* 94:125-135.
55. Tajet H., Andersen O., Meuwissen T.E. (2006): Estimation of genetic parameters for boar taint: skatole and androstenone and their correlations with sexual maturation. *Acta. Vet. Scand.* 48(Suppl. 1) S9 22-23.
56. Udesen F. (1998): Financial consequences of production of entire male pigs. In *Skatole and boar taint* (ed. WK Jensen), ISBN 87-985837-1-9, chapter 13, pp. 195-202. Danish Meat Research Institute, Roskilde, Denmark.
57. Wealleans A.L., Litten-Brown J.C, Mueller-Harey I., Givens D.I., Silacci P., Bee G. (2013): Growth performance, boar taint levels and hepatic cytochrome P450 gene expression in boars offered increasing levels of hydrolysable tannins, EAAP Working Group on „Productin and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs“, Monells, Girona, 2nd-3rd December, 12.
58. Weiler U., Font i Furnols, M., Fischer K., Kemmer H., Oliver M.A., Gispert M., et al. (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.
59. Weiler U., Jungbluth I., Stefanski V., Wesoly R. (2013): Influence of pre slaughter treatment on skatole and androstenone concentrations in boars, EAAP Working Group on „Productin and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs“, Monells, Girona, 2nd-3rd December, 28.
60. Willeke H., Claus R., Pirchner F., Alsing W. (1980): A selection experiment against 5 α -androst-16-ene-3-one, the boar taint steroid, in adipose tissue of boars. *Z Tierzucht ZuchtBiol.* 97: 86-94.
61. Willeke H., Pirchner F. (1989): Selection for high and low level of 5-androst-16-en-3-one in boars. II. Correlations between growth traits and 5 α -androstenone. *J. Anim Breed Genet.* 106: 312-317.
62. Wood J. D., Riley J. E. (1982): Comparison of boars and castrates for bacon production. 1. Growth data, and carcass and joint composition. *Anim. Prod.* 36: 55-63.
63. Wood J., Mottram D. (1981): How different are boars? *Pig farming.* 1981(2): 63-4.
64. Young L. G. (1992): Comparative performance of boars, gilts and castrates. Ontario Swine Research Review, OAC Publication # ISSN 0842-9839, University of Guelph, Guelph, Canada.

SUMMARY

Production of entire male pigs in comparison with castrate boars is more lucrative and profitable because entire male pigs reflect better meat quality traits with a higher amount of muscle tissue and protein content compared to castrate pigs. One of the key problems in the meat sensory quality of the entire boars is the unpleasant and pungent smell and taste that is unacceptable to most of the consumers. Testicular steroid hormones, androstenone and exploded L-tryptophan, skatole, are the

main compounds responsible for such smell and taste of pork. The level of androstenone in boars' tissue is associated with sexual maturity while the level of skatole depends on environmental conditions and diet. Reduction of unpleasant smell and taste of the meat is possible to achieve by feeding the animals with cereals, chicory and hydrolyzing tannin. Boars for the slaughter farmed in the organic way do not provide a reliable reduction of the unpleasant smell and taste of the meat. Stress during the transport contributes to the increase of the androstenone and skatole in the adipose tissue. There are diverse opinions in the case of genetic influences, where on the one hand it is not possible to prove and demonstrate the effect of genotype on unpleasant smells and taste of the meat, and on the other hand it is likely that the selection results contribute to the reduction of this important meat sensory trait of the entire male pigs. In many countries castration of the boars has decreased high levels of androstenone and skatole and also unpleasant taste and odor of meat has been reduced to the lowest levels. Due to the animal welfare it is expected castration in the countries of European Union will be repealed from January, 1. 2018. It is therefore of great importance to find other solutions related to these problems.

Key words: entire boars, androstenone, skatole, unpleasant smell and taste of the meat (*boar taint*)