

CA15215
“Innovative approaches in pork
production with entire males”

Fulletó: Producció de carn de porc amb mascles enters

Estat de l'art: La castració quirúrgica de garrins mascles ha estat una pràctica productiva tradicional durant molts anys en la majoria de països, principalment per prevenir l'olor sexual de la carn de porc, i eliminar el comportament característic dels mascles. Degut a què la castració generalment es realitza sense usar cap tipus de producte per alleugerir el dolor, això s'ha considerat un problema rellevant de benestar animal, que ha portat a crítiques freqüents. D'acord amb la Directiva UE 2001/PE/EEC, la castració sense anestèsia és permesa en garrins que tenen menys d'una setmana de vida. Per animals més grans la castració quirúrgica l'ha de fer un veterinari utilitzant anestèsia i analgèsia prolongada addicional (https://www.fve.org/cms/wp-content/uploads/fve_09_040_castration_pigs_2009.pdf). A més a més, la cicatrització de ferides en garrins als que s'ha realitzat la castració quirúrgica a 4 dies d'edat sembla ser més ràpida i amb poques complicacions que en animals castrats entre 7 i 28 dies d'edat (Heinritzi et al., 2006). Durant la cirurgia, els garrins mascles s'immobilitzen, s'obre l'escrot amb un bisturí afilat, s'extreuen els testicles, es talla el cordó espermàtic amb el bisturí, s'aplica un antisèptic a la ferida oberta i el garrí es retorna ràpidament al seu corral. Segons algunes fonts, per a realitzar tot el procés es tarda entre 1 i 2 minuts (http://www.alcasde.eu/e-Learning/pig_castration/page_16.htm). La castració és un procediment dolorós, tant pel fet de subjectar l'animal com el propi procediment quirúrgic de tallar i/o esquinçar el teixit (escrot i cordó espermàtic) que es coneix que indueix dolor agut i estrès (Prunier et al., 2006; von Borell et al., 2009). Després de la castració, els garrins disminueixen la seva conducta d'alletament per una major inactivitat durant aproximadament dues hores i, a més, existeix el risc d'infecció de la ferida quirúrgica (http://www.alcasde.eu/e-Learning/pig_castration/page_16.htm). També hi ha evidència de deteriorament de la salut en porcs mascles castrats comparat amb enters, el que comporta un increment de la ràtio de mortalitat durant el període d'infermeria (6.3 vs 3.6%), especialment si el pes al naixement és baix (12.2 vs 6.2%) (Morales et al., 2017).

Avantatges de la producció de carn de porc amb mascles enters: Ometre la castració i produir carn de porc de mascles enters té avantatges de benestar (no hi ha dolor o estrès associats a la castració), econòmics (millor conversió dels aliments i sense necessitat de la feina associada a la castració) i mediambientals (els verros tenen millor retenció de N que els animals castrats) (veure la revisió de Kress et al., 2019, Pauly et al., 2012). Degut a l'augment de les concentracions d'andrògens durant el desenvolupament puberal, s'incrementa el potencial de creixement dependent de les hormones sexual, afavorint la producció de magre a expenses de greix en la canal (Taula 1). La ingestió voluntària d'aliment es redueix per l'acció dels esteroides gonadals i, com a resultat, hi ha una major eficiència alimentària. Tot i això, en alguns genotips pot empitjorar el ràtio de creixement dels mascles enters quan es compara amb els castrats (Claus & Weiler, 1994). A l'informe final de la Comissió Europea sobre les bones pràctiques en la

producció, el processament i el màrqueting de la carn de porcs no castrats, el valor d'aquesta millor conversió de l'aliment es va estimar en 7.11 € per porc.

Taula 1. Avantatges dels mascles enters comparats amb els castrats quirúrgicament en diverses característiques:

Paràmetre	Enters vs. Castrats	Literatura
Deposició de proteïna (g/d)	+11 %	Quiniou et al., 2010
Alimentació/guany (kg/kg)	-10 %	
Mitjana de consum diari (kg/d)	-11 %	
Greix subcutani (%)	-16 %	Pauly et al., 2009
Excreció de N (kg/animal)	-20 %	Dämmgen et al., 2013

Desavantatges de la producció de carn de porc de mascles enters: El major problema de qualitat en la producció de carn de porcs mascles enters és el risc d'olor sexual. L'olor sexual és una olor i un gust ofensiu que es pot trobar en la carn de porcs mascles enters. L'androgenona i l'escatol són els dos compostos principals que es coneixen com a responsables de l'olor sexual. L'androgenona és un esteroide testicular que té olor a orina. Té importància biològica com a feromona masculina i és un precursor de la feromona activa androstenol. L'androgenona es forma paral·lelament a la síntesi dels esteroides anabòlics testiculars a les cèl·lules de Leydig i es distribueix via el corrent sanguini a les glàndules salivals on s'acumula degut a una proteïna lligant específica (feromaxeïna). L'escatol és un producte de la degradació microbiològica del triptòfan a la part posterior de l'intestí i té una olor fecal. Es forma en mascles i femelles, però es troba en majors concentracions en el teixit adipós de mascles enters.

Una excessiva concentració d'escatol en el teixit adipós pot ser deguda a un increment de la seva biosíntesi, a una reducció del seu catabolisme al fetge o a ambdues coses. Una ràtio reduïda de la degradació hepàtica de l'escatol pot ser causada per una expressió reduïda i/o activitat dels enzims metabolitzadors de l'escatol que estan regulats per l'androgenona, testosterona o 17- β -estradiol (Doran et al., 2002, Zamaratskaia et al., 2007; Wierciska et al., 2012; Kojima and Degawa, 2013). També es coneix que la genètica, la dieta i factors mediambientals o de maneig influeixen en els nivells dels compostos de l'olor sexual.

Tant l'androgenona com l'escatol tenen propietats lipolítiques i, per tant, es poden acumular en el teixit adipós de mascles en creixement a l'entorn de les edats/pesos al sacrifici més comunes degut al desenvolupament puberal progressiu. La insatisfacció dels consumidors augmenta gradualment amb altes concentracions d'un o dels dos compostos i depèn de l'agudesia olfactiva (Font-i-Furnols, 2012; Mörlein et al., 2019). Una peculiaritat sobre l'androgenona és que una tercera part dels consumidors hi té anòsmia (incapacitat de percebre l'olor), i una proporció similar de consumidors és altament sensible i refusa la carn de porc que tingui fins i tot nivells d'androgenona baixos (<0.5 ppm). Aquesta alta variabilitat en la percepció no s'ha documentat per a l'escatol. Les canals que tenen escatol amb nivells per sobre 0.25 ppm son refusades per la majoria dels consumidors (Font i Furnols, 2012; Lunde et al., 2012).

És important apuntar que hi ha altres aspectes relatius a la producció de mascles enters que estan associats a la qualitat de la carn i del greix. Els aspectes de qualitat afecten negativament tant la carn que es consumeix fresca o (encara més remarcable) redueix les aptituds per el processament d'aquesta carn (Bonneau et al., 2018; Čandek-Potokar et al., 2015), especialment en el cas de productes curats. En relació a les mesures de força de cisalla, s'ha confirmat mitjançant meta-anàlisi que els mascles enters tenen la carn més dura que la dels animals

d'altres sexes (Pauly et al., 2012; Batorek et al., 2012). La major duresa es pot relacionar amb factors com el menor contingut en greix intramuscular, menor capacitat de retenció d'aigua i augment de l'oxidació proteica (Škrlep et al., 2019). Pel que fa a productes carnis, la reducció en contingut adipós dels mascles enters està associada a una dessecació excessiva (Škrlep et al., 2016). El greix dels mascles enters és més poliinsaturat (Pauly et al., 2012), fent que la seva textura sigui més tova i més fàcilment separable dels altres teixits, especialment en individus molt magres, disminuint la qualitat dels talls i dificultant l'envasament. A més a més, el greix dels mascles enters s'enrancia més ràpid (Babol & Squires, 1995). En productes elaborats amb carn picada com embotits curats-fermentats, el greix insaturat pot causar problemes addicionals relacionats amb un correcte assecatge, textura i superfície oliosa.

Mètodes per detectar l'olor sexual i incidència de l'olor sexual en canals de mascles enters: Hi ha principalment dos mètodes per determinar la presència d'olor sexual en el greix de canals porcines. El primer és l'anàlisi química de les concentracions d'androgenona i escatol. Si s'usa aquesta aproximació, el punt crític són els límits d'acceptació, ja que la incidència de canals amb olor sexual pot ser alta i excedir fins i tot el 50% si es fa servir un límit baix, com es va suggerir als anys 90 i es va usar en aquell moment en alguns països europeus (Walstra et al., 1999). Ja que hi ha la disponibilitat de nous mètodes de mesura de l'olor sexual a la línia de sacrifici, s'han d'avaluar de manera crítica nous límits. El segon mètode usat per a la detecció de l'olor sexual és la puntuació pel Nas Humà (Human Nose) a la línia de sacrifici per panelistes entrenats. En el cas del Nas Humà la incidència de canals amb olor sexual normalment no excedeix el 5% de mitjana (Mathur et al., 2012). Tal com s'ha comentat, la insatisfacció del consumidor depèn de les concentracions dels compostos i de l'agudes olfactiva i, per tant, els límits de classificació depenen de la magnitud de la insatisfacció que s'accepta (Mörlein et al., 2019). Encara que hi hagi una gran variació en la resposta del consumidor, el risc de desagradar esperat i el nombre de canals descartades es pot estimar en funció dels límits de classificació. Perquè la indústria defineixi límits de classificació apropiats, cal que el risc de consumidors insatsfets es balancegi amb la proporció de canals de mascles enters descartades (Christensen et al., 2019). L'alta variabilitat amb la presència d'olor sexual es pot explicar, almenys en part, pels factors que es discuteixen a continuació. Durant el període d'engreix fins i tot poden donar-se alguns problemes de benestar animal (Ryder et al., 2012; Weiler et al., 2016; Reiter et al., 2017). Gestacions no desitjades es poden observar en grups mixtos, especialment si els animals arriben al pes final a una edat avançada com, per exemple, en condicions de producció orgànica. Els mascles enters són més actius i més agressius, cosa que pot causar problemes de benestar degut a lluites, especialment si el grup i el rang social no és estable durant tot el període de creixement i finalització. Un increment en el comportament sexual durant el període d'engreix condueix a un increment del risc de problemes de les extremitats degut a les muntres (muntar o ser muntat). A més a més, s'ha documentat un major nombre de ferides del penis, que poden ser severes en un 10% dels mascles enters i que s'ha de considerar com un problema de benestar.

Alternatives de maneig per reduir els problemes de producció de carn de porc amb mascles enters: Hi ha diverses estratègies per reduir la incidència de l'olor sexual i problemes associats. En alguns països, els mascles enters se sacrifiquen a un menor pes. Ja que els nivells d'androgenona i escatol són heretables, és prometedora l'ús, en programes de genètica, de races o genotips amb menor nivell d'olor sexual a pesos habituals de sacrifici. Tot i que encara que no està clar quins gens específics són els responsables de l'olor sexual, eliminar la necessitat de castració via selecció genètica i genòmica pot ser una solució a llarg termini. Ara bé, la interacció de tots els factors s'ha d'entendre abans d'introduir canvis en la selecció genètica (Larzul et al., 2018; Schiavo et al., 2018; van Son et al., 2018). Una altra alternativa potencial és l'ús d'alimentació

que redueixi l'escatol. Ara bé, això no soluciona el problema de l'androstenona ja que aquest compost és menys susceptible a manipulació amb la dieta (Engesser, 2015; Zamaratskaia and Rasmussen, 2018; i veure la llista d'ingredients del pinso amb capacitats per reduir l'olor sexual <http://www.ca-ipema.eu/papers>). Junt amb estratègies de maneig que redueixen l'estrès durant l'engreixament, transport i sacrifici (Wesoly et al., 2015), la incidència de canals amb olor sexual es pot reduir considerablement.

Referències:

- Babol, J., Squires, J. Quality of meat from entire male pigs. *Food Research International*, **1995**, *28*, 201-212.
- Batorek, N., Čandek-Potokar, M., Bonneau, M., Van Milgen, J. Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. *Animal*, **2012**, *6*, 1330-1338
- Bonneau, M.; Čandek-Potokar, M.; Škrlep, M.; Font-i-Furnols, M.; Aluwé, M.; Fontanesi, L. Potential sensitivity of pork production situations aiming at high-quality products to the use of entire male pigs as an alternative to surgical castrates. *Animal* **2018**, *12*, 1287-1295, doi: 10.1017/S1751731117003044
- Čandek-Potokar M, Škrlep M, Batorek Lukač N. Raising entire males or immunocastrates – outlook on meat quality. *Procedia Food Science* **2015**, *5*, 30-33
- Christensen RH, Nielsen DB, Aaslyng MD (2019) Estimating the risk of dislike: An industry tool for setting sorting limits for boar taint compounds. *Food Quality and preference* **71**(2019): 209-2016.
- Claus, R., Weiler, U. 1994 Endocrine regulation of growth and metabolism in the pig: a review. *Livestock production science*, 1994, *37*(3) 245-260
- Dämmgen, U., Berk, A., Otten, C., Brade, W., Hutchings, N. J., Haenel, H.-D., Rösemann, C., Dänicke, S., Schwerin, M. Anticipated changes in the emissions of green-house gases and ammonia from pork production due to shifts from fattening of barrows towards fattening of boar. *Landbauforsch- Appl Agric Forestry Res* · **1** **2013** (63)47-6 DOI:10.3220/LBF_2013_47-60
- Doran, E.; Whittington, F.W.; Wood, J.D.; McGivan, J.D. Cytochrome P45011E1 (CYP2E1) is induced by skatole and this induction is blocked by androstenone in isolated pig hepatocytes. *Chem. Biol. Interact.* **2002**, *140*, 81-92, doi: 10.1016/S0009-2797(02)00015-7
- Engesser, D.J. Alternatives for boar taint reduction and elimination besides surgical castration and destroying testicular tissue. **2015** Inaugural-Dissertation to obtain the degree of a Doctor medicinae veterinariae (Dr. med. vet.) from the Faculty of Veterinary Medicine University of Leipzig Germany <http://ul.qucosa.de/api/qucosa%3A13364/attachment/ATT-0/>
- Font-i-Furnols, M. Consumer studies on sensory acceptability of boar taint: a review. *Meat Sci.* **2012**, *92*, 319-329. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.05.009.
- Heinritzi, K., Ritzmann, M., Otten, W. Alternatives for castration of suckling piglets, determination of catecholamines and woundhealing after castration of suckling piglets at different points of time (Alternativen zur Kastration von Saugferkeln, Bestimmung von Katecholaminen sowie Wundheilung nach Kastration von Saugferkeln zu unterschiedlichen Zeitpunkten). *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* **2006**, *113*, 94–97
- Kojima, M.; Degawa, M. Serum androgen level is determined by autosomal dominant inheritance and regulates sex-related CYP genes in pigs. *Biochem. Biophys. Res. Co.* **2013**, *430*, 833–838, doi.org/10.1016/j.bbrc.2012.11.060
- Larzul, C.; Fontanesi, L.; Tholen, E.; van Son, M. Genetic approaches for rearing entire males. *Adv. Anim. Biosci.* **2018**, *Volume 9, Special Issue s1*, s01.
- Lunde, K.; Egelandsdal, B.; Skuterud, E.; Mainland, J.D.; Lea, T.; Hersleth, M.; Matsunami, H. Genetic Variation of an Odorant Receptor OR7D4 and Sensory Perception of Cooked Meat Containing Androstenone. *PLOS ONE* **2012**, *7*, e35259, doi: 10.1371/journal.pone.0035259
- Mathur, P.K.; ten Napel, J.; Bloemhof, S.; Heres, L.; Knol, E.F.; Mulder, H.A. A human nose scoring system for boar taint and its relationship with androstenone and skatole. *Meat Sci.* **2012**, *91*, 414–422, doi: 10.1016/j.meatsci.2012.02.025
- Morales, J., Dereu, A., Manso, A., de Frutos, L., Piñeiro, C., Manzanilla, E.G. and Wuyts, N. 2017 Surgical castration with pain relief affects the health and productive performance of pigs in the suckling period. *Porcine Health Management* **2017** *3*:18 <https://doi.org/10.1186/s40813-017-0066-1>
- Mörlein D , Aluwé M , Backus G , Bonneau M , Brockhoff P , Chevillon P , Christensen R , Font-i-Furnols M , Gertheiss J , Meier-Dinkel L , Mörlein J , Oertel E , Oliver MA , Tuytens F , van den Broeke A , Aaslyng M (2019) Drivers of (dis)liking: Systematic pairwise preference tests to reveal the relationship between boar taint and consumer acceptance Poster presented at ICOMST 2019.
- Pauly, K., Luginbühl, W., Ampuero, S., Beem G. Expected effects on carcass and pork quality when surgical castration is omitted. *Meat Sci* **2012**;92:858-62.
- Pauly, C., Spring, P., O'Doherty, J., Ampuero Kragten, S., & Bee, G. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. *Animal*, **2009**, *3*(7), 1057-1066. doi:10.1017/S1751731109004418
- Pauly, C; Luginbühl, W.; Ampuero, S.; Bee, G. Expected effects on carcass and pork quality when surgical castration is omitted — Results of a meta-analysis study. *Meat Sci.* **2012**, *92*, 858–862, doi: 10.1016/j.meatsci.2012.06.007.
- Prunier, A.; Bonneau, M.; von Borell, E.H.; Cinotti, S.; Gunn, M.; Fredriksen, B.; Giersing, M.; Morton, D.B.; Tuytens, F.A.M.; Velarde, A. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and evaluation of non-surgical methods. *Anim. Welfare* **2006**, *15*, 277–289.
- Quiniou, N, Courboulay, V, Salaün, Y, Chevillon, P 2010. Impact of the non castration of male pigs on growth performance and behaviour – comparison with barrows and gilts. Conference at the 61st Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Heraklion, Crete Island, Greece, paper 8; 7pp.
- Reiter, S.; Zöls, S.; Ritzmann, M.; Stefanski, V.; Weiler, U. Penile Injuries in Immunocastrated and Entire Male Pigs of One Fattening Farm. *Animals* **2017**, *7*, doi: 10.3390/ani7090071.
- Rydhmer, L.; Zamaratskaia, G.; Andersson, H.K.; Algers, B.; Guillemet, R.; Lundström, K. Aggressive and sexual behaviour of growing and finishing pigs reared in groups, without castration. *Acta Agr. Scand. A-An* **2006**, *56*, 109–119, doi: 10.1080/09064700601079527

Schiavo, G.; Bovo, S.; Cheloni, S.; Ribani, A.; Geraci, C.; Gallo, M.; Etherington, G.; Palma, F.D.; Fontanesi, L. Mining whole genome resequencing data to identify functional mutations in boar taint-candidate genes. *Adv. Anim. Biosci.* 2018, Volume 9, Special Issue s1, s04

Škrlep, M., Čandek-Potokar, M., Batorek Lukač, N., Prevolnik Povše, M., Pugliese, C., Labussière, E., Flores, M. Comparison of entire male and immunocastrated pigs for dry-cured ham production under two salting regimes. *Meat Science*, 2016, 111, 27-37.

Škrlep, M., Tomažin, U., Batorek Lukač, N., Poklukar, K., Čandek-Potokar, M. Proteomic profile of longissimus dorsi muscle of entire male and castrated pigs as related to meat quality. *Animals*, 2019, 9, 1-14.

van Son, M.; Agarwal, R.; Grindflek, E.; Grove, H.; Kent, M.P.; Lien, S. Fine mapping of QTL regions for boar taint using whole genome re-sequencing data. *Adv. Anim. Biosci.* 2018, Volume 9, Special Issue s1, s06

von Borell, E., Baumgartner J., Giersing, N., Jggin, M. Prunier, A., Tuyttens, F., Edwards S.A. 2009 Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. *animal* 3(11):1488-96. DOI: 10.1017/S1751731109004728

Walstra, P.; Claudi-Magnussen, C.; Chevillon, P.; von Seth, G.; Diestre, A.; Matthews, K.R.; Homer, D.B.; Bonneau, M. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: levels of androstenone and skatole by country and season. *Livest. Prod. Sci.* 1999, 62, 15-28, doi: 10.1016/S0301-6226(99)00054-8

Weiler, U.; Isernhagen, M.; Stefanski, V.; Ritzmann, M.; Kress, K.; Hein, C.; Zöls, S. Penile Injuries in Wild and Domestic Pigs. *Animals* 2016, 6, 25, doi: 10.3390/ani6040025

Wesoly, R.; Jungbluth, I.; Stefanski, V.; Weiler, U. Pre-slaughter conditions influence skatole and androstenone in adipose tissue of boars. *Meat Sci.* 2015, 99, 60-7. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.08.015.

Wesoly, R.; Weiler, U. Nutritional Influences on Skatole Formation and Skatole Metabolism in the Pig. *Animals* 2012, 2, 221–242, doi: 10.3390/ani2020221

Wiercinska, P.; Lou, Y.; Squires, E. J. The roles of different porcine cytochrome P450 enzymes and cytochrome b5A in skatole metabolism. *Animal* 2012, 6, 834-845, doi: 10.1017/S1751731111002175.

Zamaratskaia, G.; Gilmore, W.J.; Lundström, K.; Squires, E.J. Effect of testicular steroids on catalytic activities of cytochrome P450 enzymes in porcine liver microsomes. *Food Chem. Toxicol.* 2007, 45, 676-681, doi: 10.1016/j.fct.2006.10.023

Zamaratskaia, G.; Rasmussen, M.K. Is it possible to reduce androstenone by dietary means? *Adv. Anim. Biosci.* 2018, Volume 9, Special Issue s1, s22

Aquest fulletó es va publicar en la versió anglesa l'agost de 2019 pel Core Group de la Cost Action IPEMA (Marijke Aluwe, Ge Backus, Giuseppe Bee, Michel Bonneau, Eberhard von Borell, Meta Candek-Potokar, Olena Doran, Maria Font-i-Furnols, Catherine Larzul, Martin Skrlep, Igor Tomasevic, Liliana Tudoreanu, Mandes Verhaagh, Ulrike Weiler). Traduccions a les llengües nacionals dels diferents països que participen en la COST action IPEMA vindran a continuació.