

CA15215

Approches innovantes en production porcine avec des mâles entiers

Fiche d'information: Production de porcs mâles entiers

Contexte: La castration chirurgicale des porcelets mâles est une pratique traditionnelle dans de nombreux pays, qui vise principalement à éviter les odeurs de verrat dans la viande et le comportement spécifique des mâles. Cette pratique fait l'objet de critiques croissantes car elle nuit au bien-être des animaux du fait que l'opération est généralement réalisée sans aucun soulagement de la douleur. Selon la directive européenne 2001/93/CEE, la castration sans anesthésie est autorisée pour les porcelets âgés de moins d'une semaine. Pour les animaux plus âgés, la castration chirurgicale doit être effectuée par un vétérinaire avec une anesthésie suivie d'une analgésie prolongée (https://www.fve.org/cms/wp-content/uploads/fve_09_040_castration_pigs_2009.pdf). La cicatrisation des plaies semble être plus rapide et avec moins de complications chez les porcelets castrés à 4 jours que chez ceux castrés entre 7 et 28 jours (Heinritz et al., 2006). Lors de la chirurgie, les porcelets sont contenus, le scrotum est incisé avec un scalpel, les testicules sont extraits et les cordons spermatiques coupés au scalpel, un antiseptique est appliqué sur la plaie ouverte et le porcelet est rapidement replacé dans sa case. La procédure prend au total 1 à 2 minutes (http://www.alcasde.eu/e-Learning/pig_castration/page_16.htm). La castration est douloureuse, quelle que soit la méthode chirurgicale, car on sait que la coupure et / ou la déchirure de tissus (scrotum et cordons spermatiques) induisent une douleur aiguë et un stress (Prunier et al., 2006; von Borell et al., 2009). Après la castration, le comportement d'allaitement est réduit pendant environ deux heures et la plaie ouverte risque de s'infecter (http://www.alcasde.eu/e-Learning/pig_castration/page_16.htm). Il semble également que la castration nuise à l'état de santé ultérieur des animaux, avec un taux de mortalité plus élevé pendant la période d'allaitement (6,3% contre 3,6%), en particulier si le poids à la naissance est faible (12,2% contre 6,2%) (Morales et al., 2017).

Avantages de la production de porcs mâles entiers: Produire du porc avec des mâles entiers a de nombreux avantages (revus par Kress et al., 2019 ; Pauly et al., 2012) pour le bien-être (pas de douleur ni de stress associé à la castration), l'économie (meilleure conversion des aliments et suppression du travail de castration) et l'environnement (meilleure rétention de l'azote)). L'augmentation des concentrations d'androgènes et d'œstrogènes au cours du développement pubertaire permet au potentiel de croissance dépendant des hormones sexuelles de s'exprimer, ce qui favorise le dépôt de viande maigre aux dépens du gras (Tableau 1). Les stéroïdes gonadiques réduisent l'ingestion et améliorent l'efficacité alimentaire, mais ils peuvent ralentir la croissance dans certains génotypes (Claus & Weiler, 1994). Dans le rapport final de la Commission européenne sur les bonnes pratiques en matière de production, de transformation et de commercialisation de viande de porc non castré, la réduction du coût alimentaire a été estimée à 7,11 euros par porc.

Tableau 1. Avantages des mâles entiers en comparaison des mâles castrés:

Paramètres	Entiers vs Castrats	Littérature
Dépôt de protéines	+11 %	Quiniou et al., 2010
Indice de consommation	-10 %	
Consommation journalière	-11 %	
Gras sous-cutané	-16 %	Pauly et al., 2009
Excrétion d'azote	-20 %	Dämmgen et al., 2013

L'odeur de verrat constitue le principal problème de qualité des viandes de porcs mâles entiers ; il s'agit d'une odeur et saveur désagréables observées dans la viande de certains porcs entiers. Deux composés principaux, l'androsténone et le scatol, sont tenus pour responsables de l'odeur de verrat. L'androsténone est un stéroïde testiculaire à odeur d'urine. Il a une signification biologique en tant que précurseur de la phéromone active, l'androsténol. L'androsténone est formé dans les cellules de Leydig, parallèlement aux stéroïdes anabolisants testiculaires, et distribué par la circulation sanguine jusqu'aux glandes salivaires où il s'accumule grâce à une protéine de liaison spécifique (phéromaxéine). Le scatol est produit par la dégradation microbienne du tryptophane dans le gros intestin et a une odeur fécale. Il se forme chez les mâles entiers, les castrats et les femelles, mais se trouve à des concentrations plus élevées dans le tissu adipeux des mâles entiers.

Des teneurs en scatol élevées peuvent résulter d'une biosynthèse très active, d'un catabolisme réduit ou des deux. La dégradation hépatique du skatole est opérée par des enzymes dont l'expression et l'activité sont régulées négativement par l'androsténone, la testostérone ou le 17- β -estradiol (Doran et al., 2002, Zamaratskaia et al., 2002). 2007; Wierciska et al., 2012; Kojima et Degawa, 2013). On sait également que des facteurs génétiques, alimentaires ou liés aux conditions d'élevage influent sur le niveau des composés responsables de l'odeur de verrat.

Le scatol et l'androsténone sont tous deux des composés lipophiles qui s'accumulent dans le tissu adipeux au cours de développement pubertaire des animaux des verrats autour des âges / poids d'abattage les plus courants. Le degré d'insatisfaction des consommateurs augmente progressivement avec des concentrations élevées d'un ou des deux composés et dépend de l'acuité olfactive (Font-I-Furnols, 2012; Mörlein et al., 2019). Environ un tiers des consommateurs sont anosmiques à (ne perçoivent pas l'odeur de) l'androsténone ; un autre tiers est très sensible et rejette les viandes avec des concentrations d'androsténone même très faibles (<0,5 ppm). Cette variabilité dans la perception n'est pas observée pour le scatol. Les carcasses présentant des concentrations supérieures à 0,25 ppm sont rejetées par la plupart des consommateurs (voir: Font-I-Furnols 2012; Lunde et al., 2012).

Il est important de noter que la production de porcs mâles entiers pose plusieurs autres problèmes liés à la qualité de la viande et du gras, qui ont un impact négatif sur les viandes destinées à la consommation en frais et (de façon encore plus notable) sur l'aptitude à la transformation de ces viandes (Bonneau et al., 2018; Čandek-Potokar et al., 2015), particulièrement dans le cas des produits secs. Des études méta-analytiques ont établi que les mâles entiers présentent une viande plus dure que celle des autres types sexuels (Pauly et al., 2012; Batorek et al., 2012). Cette diminution de la tendreté peut être attribuée à une moindre teneur en lipides intramusculaires, une plus faible capacité de rétention d'eau et une oxydation accrue des protéines (Škrlep et al., 2019). La réduction de l'adiposité de mâles entiers entraîne une dessiccation excessive (conduisant à des rendements de transformation plus bas et une texture plus dure), et une absorption de sel plus importante lors de la fabrication de jambons secs (Škrlep et al., 2016). La graisse des mâles entiers, qui est plus polyinsaturée (Pauly et al., 2012), est plus molle et se sépare plus facilement des autres tissus, en particulier chez les individus très maigres, ce qui abaisse la qualité des coupes et rend difficile leur emballage. De plus, la graisse des mâles entiers rancit plus rapidement (Babol & Squires, 1995). Dans les produits à base de viande hachée, comme les saucisses fermentées sèches, les graisses insaturées peuvent causer des problèmes supplémentaires liés au séchage, à la texture et au caractère huileux de la surface.

Méthodes de détection de l'odeur de verrat et fréquence de carcasses malodorantes chez des mâles entiers : Il existe deux méthodes principales pour déterminer la présence d'odeur de verrat dans le gras. La première est l'analyse chimique des concentrations d'androsténone et de scatol. Dans cette approche, le point critique est le seuil d'acceptabilité pour chacun des composés ; en effet, la fréquence des carcasses identifiées comme malodorantes peut être élevée et même dépasser 50% si on utilise les seuils bas qui ont été suggérés dans les années 90 et utilisés dans certains pays européens à cette époque. (Walstra et al., 1999). Maintenant que de nouvelles méthodes de mesure rapide des composés responsables de l'odeur de verrat au niveau de la chaîne d'abattage deviennent disponibles, de nouveaux seuils doivent être évalués de manière critique, comme indiqué ci-dessous. La deuxième méthode utilisée est celle dite du « nez humain » qui repose sur des experts olfactifs qualifiés. Avec la méthode du nez

humain, la fréquence de carcasses identifiées comme malodorantes ne dépasse généralement pas 5% en moyenne (Mathur et al., 2012). Étant donné que l'insatisfaction des consommateurs dépend à la fois des concentrations de composés et de l'acuité olfactive décrites ci-dessus, les limites de tri peuvent être établies à partir du pourcentage d'insatisfaction considéré comme acceptable (Mörlein et al., 2019). Même si les réactions des consommateurs varient énormément, on peut prévoir le pourcentage d'insatisfaction et le nombre de carcasses rejetées en fonction des limites de tri. Pour définir des limites de tri appropriées, les industriels doivent mettre en balance le risque de mécontentement des consommateurs avec la proportion de carcasses rejetées (Christensen et al., 2019). La grande variabilité dans l'occurrence des carcasses contaminées peut être expliquée, au moins partiellement, par les facteurs discutés ci-dessous.

Certains problèmes de bien-être spécifiques peuvent également survenir pendant l'engraissement (Rydmer et al., 2012; Weiler et al., 2016; Reiter et al., 2017). Des gestations non désirées peuvent être observées dans les groupes mixtes, en particulier si les animaux atteignent le poids d'abattage à un âge plus avancé, par exemple en agriculture biologique. Parce que les verrats sont plus actifs et plus agressifs que les castrats, on observe davantage de combats, ce qui nuit au bien-être des animaux, en particulier si le groupe et la hiérarchie dans le groupe ne sont pas stables pendant toute la période d'engraissement. L'augmentation du comportement sexuel pendant la période d'engraissement accroît le risque de problèmes d'aplombs, chez les animaux montés comme chez ceux qui montent. En outre, les blessures au pénis ne sont pas rares, pouvant être sévère chez environ 10% des verrats ; ceci doit être considéré comme un problème de bien-être.

Conduites d'élevage alternatives pour réduire les problèmes lors de la production de porcs mâles entiers: Il existe un certain nombre de stratégies pour réduire l'incidence de l'odeur de verrat et des problèmes associés. Dans certains pays, on abat les mâles entiers à un poids plus faible. Les niveaux d'androsténone et de skatole étant des caractères héréditaires, on peut les contre-sélectionner ou utiliser des races ou génotypes présentant des niveaux plus faibles aux poids d'abattage courants. Même s'il est difficile de savoir quels gènes spécifiques sont responsables de l'odeur de verrat, la sélection génétique et génomique peut constituer une solution à long terme. Cependant, les interactions avec les caractères de reproduction doivent être comprises avant d'introduire des changements dans les programmes de sélection (Larzul et al., 2018; Schiavo et al., 2018; van Son et al., 2018). Une autre alternative potentielle est l'utilisation d'aliments réduisant le scatol ; cependant, cela ne résout pas le problème de l'androsténone, car ce composant est moins sujet aux manipulations alimentaires (Engesser, 2015; Zamaratskaia et Rasmussen, 2018; voir la liste des ingrédients alimentaires ayant des capacités de réduction de l'odeur de verrat : <http://www.ca-ipema.eu/papers>). La fréquence des carcasses malodorantes peut être considérablement réduite avec des stratégies de conduite d'élevage qui réduisent le stress pendant l'engraissement, le transport et l'abattage (Wesoly et al., 2015).

Références:

- 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.

Heinritz, 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.; Algiers, 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 resequencing data. *Adv. Anim. Biosci.* **2018**, *Volume 9, Special Issue s1*, s06

von Borell, E., Baumgartner J., Giersing, N., Jggin, M. Prunier, A., Tuytens, 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

Cette fiche d’information a été publiée dans sa version anglaise en août 2019 par des représentants de l’action COST 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).