

# IMPATTO DELLA MATURITÀ SESSUALE SUL BENESSERE DEL SUINO PESANTE DA INGRASSO DI SESSO FEMMINILE

## IMPACT OF SEXUAL MATURITY ON THE WELFARE OF HEAVY FEMALE FATTENERS

DI MARTINO G.<sup>1</sup>, SCOLLO A.<sup>2</sup>, GARBO A.<sup>1</sup>, LEGA F.<sup>1</sup>, STEFANI A.L.<sup>1</sup>,  
VASCELLARI M.<sup>1</sup>, NATALE A.<sup>1</sup>, ZULIANI F.<sup>1</sup>, ZANARDELLO C.<sup>1</sup>, TONON F.<sup>3</sup>,  
BONFANTI L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, viale dell'Università 10,  
35020 Legnaro, Padova, Italy;*

<sup>2</sup>*Swivet Research s.n.c, Via Martiri della Bettola, 67/8, 42123 Reggio Emilia, Italy;*

<sup>3</sup>*Swivet s.n.c, Via Martiri della Bettola, 67/8, 42123 Reggio Emilia, Italy*

**Parole chiave:** estro, comportamento sessuale, immunocastrazione

**Key words:** oestrus, sexual behaviour, immunocastration

**Riassunto:** Durante l'estro si riporta che le femmine siano più soggette a lesioni legate a conflittualità e comportamento di monta. Questo rappresenta il primo studio che ha indagato gli effetti del comportamento sessuale sul benessere dei suini pesanti di sesso femminile, utilizzando un gruppo di controllo di soggetti immunocastrati. 56 femmine di 15 settimane identificabili individualmente sono state distribuite in 4 baste. Tutti gli animali di 2 baste sono stati sottoposti a 3 dosi di immunocastrazione (a 16, 20 e 32 settimane di età). A 18, 23, 33 e 36 settimane sono stati valutati il comportamento e le lesioni cutanee. A 20, 24, 28 e 32 settimane sono stati effettuati i prelievi ematici per verificare alcuni parametri di salute/stress, progesterone e i livelli anticorpali anti GnRH. Al macello sono stati valutati carcasse, stomaci e polmoni, inoltre è stato prelevato un ulteriore campione ematico e le ovaie sono state pesate, misurate ed esaminate a livello istologico. Il gruppo immunocastrato non ha evidenziato differenze significative di accrescimento, efficienza alimentare e performance di macellazione. Tuttavia hanno mostrato minore frequenza di comportamenti aggressivi a 33 e 36 settimane, minori lesioni all'anteriore a 28 settimane; un più basso livello di aptoglobina a 28 settimane, inferiori livelli di cortisolo e lesioni al posteriore alla macellazione. Questi risultati suggeriscono un non trascurabile impatto della maturità sessuale sul benessere delle femmine da ingrasso.

**Abstract:** During oestrus, fattening female pigs are more prone to lameness, fractures and wounds due to mounting and agonistic behaviours. This is the first study that assessed the effect of sexual maturity on the behaviour and welfare of heavy female pigs, where an immunocastrated control group was used for comparison. Fifty-six 15-week-old female pigs, individually identifiable were equally distributed among 4 pens. All animals from 2 pens were subject to a 3-dose immunocastration schedule at 16, 20 and 32 weeks of age. Skin lesions and behaviours were assessed at 18, 23, 28, 33 and 36 weeks of age. A blood sample was collected at 20, 24, 28 and 32 weeks of age for assessing health/stress parameters, progesterone and GnRH antibodies. At slaughter, carcasses stomachs and lungs were evaluated and a further blood sample was taken. Ovaries were weighed, measured and histologically examined. Immunocastrated pigs did not significantly differ from controls in growth rate, feed efficiency and slaughter performances (lung score, gastric score, backfat thickness). However, they showed a lower frequency of aggressive interactions at 33 and 36 weeks, lower front lesions at 28 weeks, a lower haptoglobin level at

28 weeks, a lower level of cortisol and back lesions at slaughter. These findings suggest a not negligible impact of sexual maturity on the welfare of heavy female pigs.

## **INTRODUZIONE**

Il fenomeno dell'aggressività rappresenta un importante punto critico per il benessere della specie suina (Rydmer et al., 2006). Questa problematica si manifesta nel periodo post accasamento come conseguenza del rimescolamento di animali appartenenti a gruppi diversi e successivamente in concomitanza con il raggiungimento della maturità sessuale (5-6 mesi). Il comportamento sessuale, caratterizzato da conflitti e azioni di monta rivolte ai conspecifici, è riscontrabile in entrambi i sessi, sebbene nelle femmine sia stato rilevato con una frequenza inferiore (Rydmer et al., 2006). Il comportamento di monta può rappresentare un potenziale problema di benessere per l'aumento di lesioni cutanee e zoppie; elevati livelli di aggressività inducono stress, paura e lesioni non solo nel ricevente, ma in tutti i suini presenti nella bosta (Rydmer et al., 2006, 2010). Uno studio su 408 suini macellati a 116kg ha evidenziato che l'aggressività di origine sessuale era associata al tasso di crescita individuale, inoltre il 15% dei maschi e il 6% delle femmine sono risultati affetti da problemi sanitari (zoppie o fratture) diretta conseguenza di monte e conflitti (Rydmer et al., 2006). Fredriksen and Hexeberg (2009) hanno valutato le interazioni aggressive alla fine dell'ingrasso in maschi e femmine interi e hanno rilevato come queste fossero più frequenti del doppio nei maschi (2,6 vs 1/eventi/capo/ora). Questi autori hanno inoltre verificato un aumento di aggressività a fine ciclo in entrambi i sessi, ma più marcato nei maschi, in risposta alla rimozione di un suino dal box.

Nei soggetti maschi la castrazione chirurgica può contenere tale problematica (Rydmer et al., 2006), tuttavia nel suino pesante italiano i soggetti di sesso femminile (interi) trascorrono circa 2-3 mesi in condizioni intensive dopo il raggiungimento della maturità sessuale. Nonostante non siano disponibili dati scientifici a riguardo, veterinari e allevatori riportano la presenza nel suino pesante italiano di problematiche analoghe a quelle evidenziate negli studi precedentemente citati su suini leggeri quali zoppie, fratture, ferite e morsicature legate al comportamento sessuale. Inoltre, in questo settore produttivo la problematica potrebbe essere presente in entità superiore rispetto al comparto leggero, a causa del maggiore peso degli animali, del raggiungimento della maturità sessuale e delle densità di stabulazione.

Nei suini leggeri maschi alcuni studi hanno esaminato l'effetto dell'immunocastrazione sul comportamento animale (Rydmer et al. 2010; Albrecht, 2013; Brewster e Nevel, 2013;). Questa procedura è caratterizzata da due iniezioni di un vaccino che induce una risposta autoimmune nei confronti del GnRH e un blocco dell'attività sessuale (Albrecht, 2013). A seguito della seconda iniezione, che garantisce l'efficacia del farmaco, i maschi trattati presentavano ridotta aggressività, comportamenti sessuali e di monta, che venivano espletati a frequenze comparabili con maschi castrati e femmine intere. Attualmente risultano invece carenti gli studi sull'effetto dell'immunocastrazione sul comportamento delle femmine macellate oltre i 160kg di peso nell'ambito della realtà italiana.

Sulla base di questi presupposti lo scopo di questo studio è stato di valutare l'impatto delle manifestazioni estrali sul benessere dei suini pesanti da ingrasso di sesso femminile attraverso una prova sperimentale di campo con creazione di un gruppo controllo costituito da suini immunocastrati.

## **MATERIALI E METODI**

In un sito commerciale di circa 2000 capi, 56 suini ibridi commerciali di sesso femminile di 15 settimane di vita sono stati casualmente ripartiti in 4 baste (6.5×2.4 m) con pavimento

fessurato in calcestruzzo con truogolo lineare (6.5 ×0.3 m). Tutti i suini selezionati per la prova risultavano vaccinati contro PRRS, Circovirus e Malattia di Aujeszky. Al momento dell'accasamento ogni singolo animale è stato identificato con tatuaggio dorsale al fine di mantenere la tracciabilità dei dati provenienti da ogni individuo nel corso della prova. L'alimento, sotto forma di pastone liquido, è stato fornito 4 volte al giorno (ore: 7.00-10.30-14.00-18.00). Gli animali sono stati trasportati al macello a 36 settimane di vita (180±10kg) lo stesso giorno tra le 6.00 e le 7.00 presso un impianto a 30 km di distanza dall'allevamento e macellati tra le 8.00 e le 9.00. I gruppi non sono stati mescolati durante trasporto e sosta pre-macellazione. Gli animali del gruppo di controllo sono stati sottoposti a vaccinazione con somministrazione del farmaco immunizzante registrato in Spagna (Vacsincel - Zoetis, Madrid, Spagna) e introdotto in deroga con autorizzazione ministeriale 0017714-07/07/2015-DGSAF. Sono state effettuate tre iniezioni a 16, 20 e 32 settimane di vita sulla base del protocollo di Dalmau et al. (2015). Sono stati effettuati prelievi ematici a 16, 20, 24, 28 e 32 settimane. Il sangue è stato prelevato la mattina (9:00-10:00 a.m.) dalla vena giugulare. Un ulteriore prelievo è stato raccolto al momento della macellazione dall'incisione giugulare.

I campioni sono stati conservati a 4°C durante il trasporto al laboratorio, centrifugati a 2400xg per 10 minuti a 20°C e stoccati a -20°C per le successive analisi. La determinazione quantitativa di progesterone nel siero di sangue suino è stata effettuata mediante cromatografia liquida/spettrometria di massa tandem dopo purificazione del campione in Solid Phase Extraction (SPE). La determinazione degli anticorpi anti-GnRH è stata effettuata tramite un test ELISA, secondo una metodica precedentemente utilizzata da Claus et al. (2007) e in parte riadattata.

Sono state effettuate 5 sessioni di valutazione comportamentale a 18, 23, 28, 33, 36 settimane di vita. Ciascuna sessione di analisi comportamentale aveva la durata di 2 ore ininterrotte nel corso della giornata (11.00-13.00). In particolare, la rilevazione veniva effettuata 30 minuti dopo la somministrazione del pasto e almeno 10 giorni dopo le procedure di vaccinazione/prelievo ematico. La valutazione comportamentale è stata effettuata attraverso due diverse metodiche: 1) la tecnica dello scan sampling (Martin e Bateson, 2007) con intervallo di scansione di due minuti è stata utilizzata per registrare, per ciascun animale, l'espletamento di una delle seguenti attività: locomotoria, sociale positiva, sociale negativa, abbeverata, interazione con gli arricchimenti ambientali, inattività, altro (etogramma adattato sulla base dello studio di Scollo et al. 2013 e Thomsen et al., 2012). 2) La tecnica del continuous behaviour sampling (Martin e Bateson, 2007) è stata utilizzata per conteggiare quante volte si manifestavano in ciascun animale i seguenti comportamenti considerati come privi di durata (eventi): morde la coda, morde le orecchie, innesca un conflitto, mastica a vuoto, belly nosing, monta un conspecifico. Le lesioni cutanee sono state valutate a 18, 23, 28 e 33 settimane di vita su anteriore, posteriore e orecchie in accordo con il metodo proposto dal Protocollo Welfare Quality (Welfare Quality, 2009) ed è stato riportato il numero di lesioni per ciascuna area topografica. Il punteggio gastrico e polmonare è stato attribuito in accordo con i metodi proposti rispettivamente da Di Martino et al. (2013) e Scollo et al. (2017).

Dopo la macellazione sono stati raccolti l'utero e le ovaie di ciascun animale. Per ciascun animale è stata eseguita l'analisi istologica su entrambe le ovaie e su un campione rappresentativo di utero. Le ovaie sono state pesate prima di essere fissate in formalina 10% neutra tamponata. Ogni campione è stato poi regolarmente processato, incluso in paraffina e tagliato al microtomo al fine di ottenere sezioni dello spessore di 3-5 micron, colorate successivamente con ematossilina ed eosina. L'analisi istologica è stata eseguita valutando la presenza di follicoli, lo stadio di sviluppo degli stessi e la presenza di corpi lutei.

Modelli lineari misti o regressione di Poisson sono stati utilizzati per esaminare le differenze

in base al trattamento sperimentale nelle variabili a misure ripetute (parametri ematici, comportamenti, lesioni cutanee). Le analisi sono state effettuate con il software STATA 11.2 (StataCorp, College Station, TX). Tutte le procedure sperimentali sono state effettuate nel rispetto della normative vigente sulla protezione degli animali utilizzati a fini sperimentali, inoltre lo studio ha ricevuto parere favorevole da parte del Comitato Etico dell'IZSVE (CE. IZSVE.07/2014).

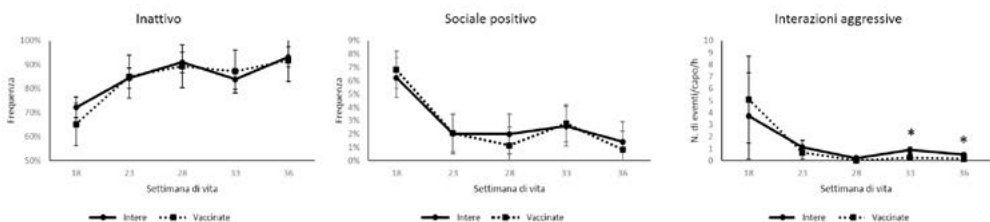
## RISULTATI

Complessivamente gli animali di entrambi i gruppi non hanno presentato problematiche sanitarie specifiche e sono stati regolarmente inviati alla macellazione. I risultati delle performance produttive e dei dati raccolti al macello sono forniti in Tab. 1.

A livello istologico, in entrambi i gruppi la corticale ovarica presentava follicoli in diversi stadi di maturazione (dallo stadio primordiale a quello maturo). I follicoli maturi apparivano più piccoli nelle femmine immunocastrate (0.4-1.7 mm) rispetto alle femmine intere (2.2-7.2 mm) e non visibili macroscopicamente; inoltre la massima dimensione follicolare era significativamente inferiore ( $P < 0.001$ ). Per quanto riguarda i corpi lutei, questi erano presenti in 19 scrofette non trattate e in 2 trattate. I titoli anticorpali sono risultati significativamente più elevati ( $P < 0,05$ ) nel gruppo vaccinato a 24 settimane di vita (4 settimane dopo la seconda iniezione). Nelle femmine intere rispetto alle vaccinate è stato osservato un aumento significativo ( $P < 0,001$ ) del progesterone dalle 32 alle 36 settimane (fino a 65,4 pg/mL), mentre in entrambi i gruppi i livelli erano molto bassi fino a 20-28 settimane ( $0,2 \pm 1,5$  pg/mL).

I risultati dei principali comportamenti sono riportati in Fig.1. Il comportamento inattivo e il comportamento sociale positivo non hanno mostrato differenze significative in base al trattamento sperimentale ( $P = 0,766$  and  $P = 0,795$ , rispettivamente). Le interazioni aggressive sono state significativamente più frequenti nel gruppo non vaccinato a 33 e 36 settimane di vita ( $P < 0,05$ ). Inoltre il gruppo non vaccinato ha presentato maggiori lesioni a 28 settimane sull'area anteriore, ma meno a 30 settimane ( $P < 0,001$  e  $P = 0,018$ , rispettivamente). Infine questo gruppo a 28 settimane ha mostrato una tendenza ( $P = 0,07$ ) verso un maggior numero di lesioni al posteriore e un maggiore livello di aptoglobina sierica ( $P = 0,001$ ).

La maggior parte dei comportamenti oggetto di interesse sono stati espletati a una frequenza molto bassa. In particolare, il comportamento di monta è stato rilevato a una frequenza di 0,01 vs 0,03 eventi/capo/ora nel gruppo vaccinato rispetto al controllo.



**Fig 1.** Effetto dell'immunocastrazione in suini pesanti di sesso femminile sulla frequenza del comportamento inattivo, del comportamento sociale positive e delle interazioni aggressive. Gli asterischi indicano una differenza statisticamente significativa ( $P < 0,05$ ). Risultati come media e 95%IC.

**Tab. 1.** Effetto della vaccinazione contro Gn-RH in suine femmine pesanti (intere vs. vaccinate) sui parametri produttivi e fisiologici relativi alla fase di macellazione (36 settimane di vita). Significatività per  $P < 0,05$ .

	Femmine intere	Femmine immunocastrate	<i>P</i>
	media (DS <sup>1</sup> )	mean (DS <sup>1</sup> )	
Accrescimento medio die, kg	0,98 (0,16)	0,98 (0,14)	0,84
Efficienza alimentare, %	0,34 (0,02)	0,34 (0,02)	0,53
Spessore grasso, mm	29,96 (4,72)	29,52 (5,37)	0,78
Carne magra, %	51,98 (2,13)	52,17 (2,39)	0,78
Peso ovaie, g	7,85 (3,33)	1,32 (0,73)	<0,001
Lunghezza ovaie, cm	27,88 (5,53)	16,27 (3,56)	<0,001
Cortisolo, nmol/L	92,33 (49,04)	63,84 (29,86)	0,03
Rapporto Alb/Glo	0,75 (0,08)	0,76 (0,09)	0,86
Aptoglobina, mg/dL	91,33 (35,58)	96,93 (41,5)	0,59
Score polmoni (scala 0-24)	2,33 (2,25)	2,18 (2,29)	0,76
Score stomaci (scala 0-3)	0,44 (0,58)	0,79 (0,74)	0,12
Anteriore, n. di lesioni	2,85 (2,14)	1,61 (1,59)	0,17
Posteriore, n. di lesioni	1,59 (1,78)	1,00 (1,22)	0,05
Orecchie, n. di lesioni	1,74 (1,81)	1,11 (1,40)	0,61

<sup>1</sup> deviazione standard

## DISCUSSIONE

Le conseguenze della castrazione chirurgica e dell'immunocastrazione sono state precedentemente indagate in suini maschi e la maggior parte degli studi concorda su un complessivo decremento dei comportamenti aggressivi e di monta (Zamaratskaia et al., 2007; Baumgartner, 2010; Rydhmer et al., 2006, 2010; Brewster et al., 2013). Nel presente studio verso fine ciclo è stata osservata una maggiore frequenza di interazioni aggressive nelle femmine intere rispetto alle immunizzate, oltre alla tendenza a una maggiore frequenza di interazioni sociali a 28 e 36 settimane, in accordo con quanto precedentemente riportato per i suini maschi (Rydhmer et al., 2006). Inoltre, nel gruppo non vaccinato, a 28 settimane è stata osservata una maggiore presenza di lesioni al posteriore ed è stato rilevato un livello superiore di aptoglobina sierica, proteina positiva di fase acuta già ampiamente utilizzata come indicatore di benessere nei suini (Petersen et al., 2004; Scollo et al., 2013). Il livello più elevato di aptoglobina potrebbe essere imputabile alla maggiore frequenza di interazioni aggressive e lesioni cutanee. In fase di macellazione, ovvero in risposta a un significativo stress legato a carico, trasporto e sosta, viene confermata la maggiore nevrilità delle femmine intere, che hanno presentato un più elevato livello di cortisolo e lesioni cutanee sul posteriore.

Il protocollo di immunocastrazione è stato applicato in accordo con Dalmau et al. (2015) e come atteso i titoli anticorpali sono risultati significativamente più elevati 2 settimane dopo la seconda iniezione. La valutazione macroscopica delle ovaie dopo la macellazione supporta l'ipotesi che i trattamenti sperimentali siano avvenuti correttamente. A livello istologico, tuttavia, non è stata osservata una totale assenza di ciclazione, ma piuttosto una incapacità di maturazione dei follicoli, con conseguente mancanza di ovulazione e produzione di corpi lutei (eccetto due soggetti). Inoltre i follicoli osservati istologicamente, a parità di stadio maturativo, risultavano di dimensioni inferiori rispetto a quelli delle femmine intere.

Gli animali di entrambi i gruppi sperimentali hanno raggiunto il peso di macellazione richiesto nell'intervallo di tempo atteso in questo contesto produttivo (circa 36 settimane per un minimo di 160 kg di peso) con un tasso di mortalità prossimo allo zero e performance di macellazione adeguate. In particolare non sono state evidenziate differenze significative riguardo a efficienza alimentare, accrescimento medio giornaliero, spessore di grasso superficiale e percentuale di carne magra. Questo dato è in disaccordo con precedenti studi su suini iberici che hanno invece evidenziato un maggiore spessore di grasso nelle femmine immunizzate rispetto alle intere (Gamero-Negrón et al., 2015). La differenza potrebbe essere attribuita ai diversi sistemi produttivi, alla genetica e ai programmi alimentari. In accordo con Van den Broeke et al. (2016), l'efficienza alimentare non è stata influenzata dal trattamento.

## CONCLUSIONI

I risultati di questo studio indicano un non trascurabile effetto della maturità sessuale sul benessere dei suini pesanti di sesso femminile e una riduzione degli effetti negativi ad essa legati attraverso l'utilizzo di immunocastrazione. Questa evidenza supporta il possibile utilizzo futuro del farmaco (attualmente non disponibile sul mercato italiano) per una migliore gestione dei gruppi in corrispondenza di situazioni particolarmente critiche, ma non per migliorare le performance produttive. Un ulteriore utilizzo del farmaco potrebbe essere nell'ambito delle piccole produzioni, dove la tradizione prevede che gli animali non vengano macellati durante la fase estrale per ottenere prodotti idonei. Infine, l'utilizzo sarebbe consigliabile nei sistemi estensivi all'aperto, dove le scrofette in calore potrebbero rappresentare una fonte di attrazione per i cinghiali, con conseguente rischio di diffusione di patogeni e di generare prole di difficile gestione, come riportato nei sistemi produttivi spagnoli (Dalmau et al., 2015).

## BIBLIOGRAFIA

- Albrecht A.K. (2013). Review on the consequences of using Improvac™ in modern pig production. *Veterinary Science Development* 3, e1.
- Brewster V. and Nevel A. (2013). Immunocastration with Improvac™ reduces aggressive and sexual behaviours in male pigs. *Appl An Behav Sci* 145, 32–36.
- Claus R., Lacorn M., Danowski K., Pearce M.C. and Bauer A. (2007). Short-term endocrine and metabolic reactions before and after second immunization against GnRH in boars. *Vaccine* 25, 4689–4696.
- Dalmau A., Velarde A., Rodríguez P., Pedernera C., Llonch P., Fàbrega E., Casal N., Maianu E., Gispert M., King V., Sloomans N., Thomas A. and Mombarg M. (2015). Use of an anti-GnRH vaccine to suppress estrus in crossbred Iberian female pigs. *Theriogenol* 84, 342–347.
- Di Martino G., Capello K., Scollo A., Gottardo F., Stefani A.L., Rampin F., Schiavon E., Marangon S. and Bonfanti L. (2013). Continuous straw provision reduces prevalence of oesophago-gastric ulcer in pigs slaughtered at 170 kg (heavy pigs). *Res Vet Sci* 95, 1271–1273.

- Di Martino G., Scollo A., Gottardo F., Stefani AL., Schiavon .E, Capello K., Marangon S. and Bonfanti L. (2015). The effect of tail docking on the welfare of pigs housed under challenging conditions. *Livest Sci* 173, 78–86.
- Fredriksen B. and Hexeberg C. (2009). The effect of removing animals for slaughter on the behaviour of the remaining male and female pigs in the pen. *Res Vet Sci* 86, 368–370.
- Gamero-Negrón R., Del Pulgar J.S., Ventanas J. and García C. (2015). Immune-spaying as an alternative to surgical spaying in Iberian × Duroc females: Effect on carcass traits and meat quality characteristics. *Meat Sci* 99, 99–103.
- Martin P. and Bateson P. (2007). *Measuring behaviour*. 3rd edition Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Petersen H.H., Nielsen J.P. and Heegard P.M.H. (2004). Application of acute phase protein measurements in veterinary clinical chemistry. *Vet Res* 35, 163–187.
- Rydhmer L., Lundström K. and Andersson K. (2010). Immunocastration reduces aggressive and sexual behaviour in male pigs. *Animal* 6, 965–72.
- Rydhmer L., Zamaratskaia G., Andersson H.K., Algers B., Guillemet R. and Lundstrom K. (2006). Aggressive and sexual behaviour of growing and finishing pigs reared in groups, without castration. *Acta Agric. Scand. Sect. A-Anim. Sci.* 56, 109–19.
- Scollo A., Di Martino G., Bonfanti L., Stefani A.L., Schiavon E., Marangon S. and Gottardo F. (2013). Tail docking and the rearing of heavy pigs: the role played by gender and the presence of straw in the control of tail biting. Blood parameters, behaviour and skin lesions. *Res Vet Sci* 95, 825–830.
- Scollo A., Gottardo F., Contiero B., Mazzoni C., Leneveu P. and Edwards S.A. (2017). Benchmarking of pluck lesions at slaughter as a health monitoring tool for pigs slaughtered at 170kg (heavy pigs). *Prev Vet Med* 144, 20-28.
- Van den Broeke A., Leen F., Aluwé M., Ampe B., Van Meensel J. and Millet S. (2016). The effect of GnRH vaccination on performance, carcass, and meat quality and hormonal regulation in boars, barrows, and gilts. *J Anim Sci* 94, 2811-2820.
- Welfare Quality® 2009. Welfare Quality® applied to growing and finishing pigs. In Welfare Quality® assessment protocol for pigs (ed. A Dalmau, A Velarde, K Scott, S Edwards, I Veissier, L Keeling and A Butterworth), pp. 49-78. Welfare Quality® Consortium, The Netherlands.
- Zamaratskaia G., Rydhmer L., Andersson H.K., Chen G., Lowagie S., Andersson K. and Lundström K. (2007). Long-term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using immunisation against GnRH, on hormonal profile and behaviour of male pigs. *Anim Reprod Sci* 108, 37–48.