

# INNOVATIVI SISTEMI DI VALUTAZIONE DELLO STRESS NELLA SCROFA ALL'INTERNO DI DIVERSE TIPOLOGIE DI GABBIE PARTO E LORO IMPATTO SULLA MORTALITA' PRE-SVEZZAMENTO

## *INNOVATIVE SOW STRESS ASSESSMENT SYSTEMS WITHIN DIFFERENT TYPES OF BIRTH CAGES AND THEIR IMPACT ON PRE-WEANING MORTALITY*

ROMANO G.<sup>1</sup>, BRESCIANI C.<sup>2</sup>, PRANDI A.<sup>3</sup>, COMIN A.<sup>3</sup>, RIGHI F.<sup>2</sup>, SCOLLO A.<sup>1</sup>, MAZZONI C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Swivet Research, Via Ernesto Che Guevara 55, 42123 Reggio Emilia, Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Medico Veterinarie, Università di Parma, 43121 Parma, Italia

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali, Università di Udine, 33100 Udine, Italia

**Parole chiave:** gabbie parto, benessere scrofa, mortalità pre-svezzamento

**Key words:** farrowing cages, sow welfare, pre-weaning mortality

### RIASSUNTO

L'attenzione delle filiere verso un sistema di allevamento più sensibile al benessere dell'animale, è certamente la sfida del nostro tempo. Ottemperare a questo requisito partendo già dalla sala parto diventa un obiettivo al quale l'azienda suinicola moderne deve volgere lo sguardo. Lo scopo di questo studio è stato di valutare come differenti tipologie di gabbie parto possano influenzare il benessere della scrofa e la mortalità pre-svezzamento. Lo studio ha coinvolto gabbie convenzionali (n=50), gabbie con meccanismo "up and down" (n=48), gabbie con scivolo (n=38) e gabbie aperte con pavimento in plastica (n=36) o in acciaio (n=41). Sono stati effettuati prelievi di sangue nelle scrofe in ingresso e in uscita dalla sala parto, per valutare i valori di cortisolo, DHEA e cortisolo/DHEA, ed è stata registrata la mortalità in lattazione. I risultati ottenuti hanno rilevato un livello medio di cortisolemia inferiore nella gabbia aperta con pavimento in plastica, sottolineando un minor carico allostatico nella scrofa e, quindi, un maggior benessere animale. L'analisi della mortalità ha invece evidenziato una significatività a favore della gabbia con meccanismo "up and down", soprattutto relativa alla mortalità per schiacciamento. La gabbia ideale sarebbe quindi una via di mezzo tra queste due tipologie di gabbie parto, poiché permetterebbe di soddisfare sia le richieste del consumatore che quelle dell'allevatore. Ulteriori approfondimenti sono comunque necessari per la valutazione della resilienza e del carico allostatico delle scrofe in lattazione alloggiate nelle diverse tipologie di gabbie parto.

### ABSTRACT

The attention of the supply chains towards a breeding system more sensitive to the welfare of the animal, is certainly the challenge of our time. Meeting this requirement from the delivery room becomes a goal to which the modern pig company must look.. The aim of this study was to evaluate how different types of farrowing cages can influence sow welfare and pre-weaning mortality, so as to find the best compromise between consumer and breeder. The study involved conventional cages (n=50), cages with an "up and down" mechanism (n=48), cages with a slide (n=38) and open cages with a plastic (n=36) or steel floor (n=41). Blood samples were taken from the sows entering and leaving the farrowing room to evaluate the

values of cortisol, DHEA and cortisol / DHEA, and lactation mortality was recorded. The results obtained revealed a lower average level of cortisolemia in the open cage with a plastic floor, emphasizing a lower allostatic load in the sow and, therefore, a greater animal welfare. The analysis of mortality has instead shown a significance in favour of the cage with “up and down” mechanism, especially relating to crush mortality. The ideal cage would therefore be a middle ground between these two types of farrowing cages, since it would allow to satisfy both the consumer and the breeder’s requests. Further details are however necessary for the evaluation of the resilience and the allostatic load of the lactating sows housed in the different types of farrowing cages.

## INTRODUZIONE

Oggi giorno la sala parto rappresenta la chiave della produzione suinicola intensiva e le pressioni sul benessere animale da parte delle filiere diventano sempre più consistenti. L’aspettativa futura, infatti, è che le scrofe rimangano libere durante l’intero periodo di lattazione, come già accade in Norvegia, Svezia e Svizzera (Weber et al., 2009). In Italia, però, la maggior parte degli allevamenti alloggia le scrofe all’interno di gabbie parto, facendole entrare circa una settimana prima del parto e svezzandole dopo 21-28 giorni di lattazione, per una permanenza totale di più di un mese.

Sicuramente le gabbie parto presentano numerosi vantaggi, quali un’ottimizzazione dello spazio, un intervento sulla scrofa più pratico e sicuro per l’operatore (es: trattamenti terapeutici e/o vaccinali) e una migliore gestione delle deiezioni, garantendo un ambiente pulito e igienico anche ai suinetti (Barnett et al., 2001; Rantzer e Svendsen, 2001). Inoltre, la decisione di limitare i movimenti della scrofa durante il parto e la lattazione risale al 1960, con lo scopo principale di ridurre lo schiacciamento dei suinetti (Jarvis et al., 2005; Ostovic et al., 2012). Il confinamento in gabbia, però, rappresenta un fattore stressante per la scrofa, che potrebbe reagire aggredendo i propri suinetti (Danholt et al., 2011; Tummaruk et al., 2017) o non rispondere alle loro urla in caso di schiacciamento (Ringgenberg et al., 2012). Dal punto di vista del benessere, infatti, la gabbia parto non è il luogo ideale dove alloggiare una scrofa, in quanto limita fortemente il suo comportamento naturale, come la costruzione del nido o l’interazione positiva con la sua prole (Damm e Pedersen, 2000). Il termine “stress” venne utilizzato per la prima volta da Selye (1936), facendo riferimento alla “sindrome di adattamento generale” e identificando gli stimoli che alterano l’omeostasi di un organismo come “fattori di stress”. Un cambiamento ambientale acuto, come può essere il passaggio dall’alloggiamento in box, dove la scrofa è libera di muoversi, alla gabbia parto, dove i suoi movimenti sono limitati, rappresenta un fattore stressante di tipo ecologico (Skarlandtová et al., 2012), in grado di innescare nella scrofa un complesso di reazioni fisiologiche, endocrine, metaboliche e comportamentali, la così detta risposta allo stress, al fine di mantenere l’organismo in uno stato di omeostasi (Greenberg et al. 2002, Möstl and Palme 2002).

Nelle scrofe in sala parto, la valutazione della resilienza, ovvero la capacità di un sistema di adattarsi al cambiamento (Wieland e Wallenburg, 2013), e dell’allostasi, ovvero la capacità di mantenere la stabilità dei sistemi fisiologici per mezzo del cambiamento<sup>1</sup>, può essere utilizzata per migliorare il loro stato di benessere. La resilienza e il carico allostatico possono essere valutati attraverso dei marcatori biologici, come il cortisolo, fondamentale indicatore di carico allostatico nel suino (Barnett et al., 1996; Möstl e Palme, 2002), il deidroepiandrosterone (DHEA; McEwen, 2003; Peric et al., 2017), indicatore di resilienza, e il loro rapporto (Logan e Barksdale, 2008; Saczawa et al., 2013).

Il DHEA è un ormone steroideo che agisce su più livelli: svolge un ruolo nell’attivazione del sistema immunitario, possiede effetti antinfiammatori e proprietà antiossidanti ed è coinvolto

---

1 <https://it.wikipedia.org/wiki/Allostasi>

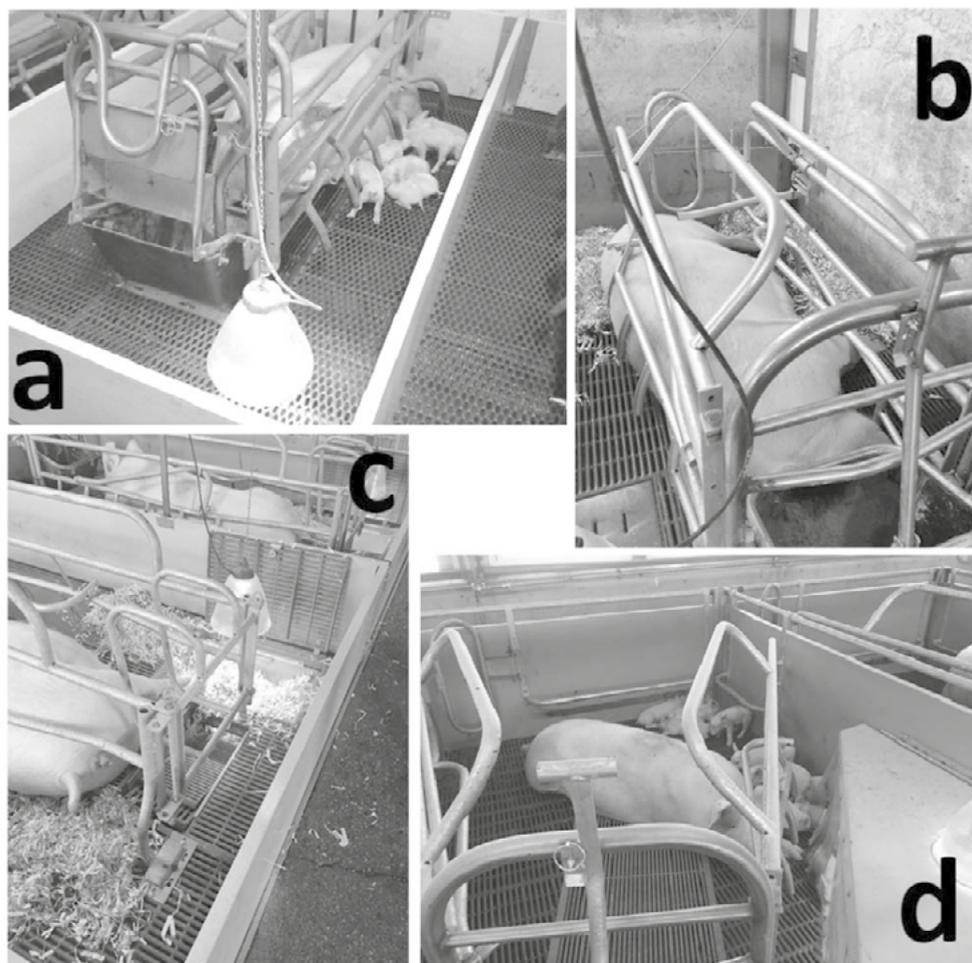
nel metabolismo lipidico. Ridotte concentrazioni di DHEA possono essere associate a diverse patologie, così come, nell'uomo, un'alta concentrazione dello stesso ormone può essere correlata ad un "coping positivo" (Russo et al., 2012), ovvero un insieme di meccanismi psicologici adattativi messi in atto da un individuo per fronteggiare problemi emotivi ed interpersonali, allo scopo di gestire, ridurre o tollerare lo stress ed il conflitto (Snyder, 1999). Charney (2004), infatti, nei suoi studi effettuati sull'uomo, riporta associazioni positive tra le concentrazioni plasmatiche di DHEA e l'adattamento allo stress estremo. Un deterioramento delle condizioni ambientali, invece, corrisponde ad un aumento del rapporto cortisolo/DHEA e alcuni autori (Charney, 2004; Russo et al., 2012) hanno sostenuto l'ipotesi che il DHEA o il rapporto cortisolo/DHEA possano rappresentare un fattore di resilienza e, quindi, prevenire potenziali effetti negativi legati allo stress. A conferma di ciò, Russo et al. (2012) hanno constatato che, nell'uomo, il DHEA contrasta le azioni del cortisolo esercitando effetti antiossidanti e antiinfiammatori e che una concentrazione di DHEA più elevata, o un rapporto cortisolo/DHEA più basso, mitigano i possibili effetti deleteri che alte concentrazioni di cortisolo potrebbero causare a livello cerebrale in persone affette da un disturbo post-traumatico da stress. Il DHEA, inoltre, si è dimostrato avere un effetto positivo sull'apprendimento e sulla memoria (Skarlandtová et al., 2012). Tutti i mammiferi, infatti, tentano di rispondere alle sfide ambientali, fisiche e psicosociali attraverso una valutazione continua dei bisogni e un adattamento del proprio stato fisiologico (Bergamin et al., 2019), e, in questo scenario, l'apprendimento e la memoria giocano un ruolo fondamentale. In base a tutto ciò, quindi, il rapporto cortisolo/DHEA potrebbe essere considerato un ottimo candidato come marker di resilienza per gli animali.

Dato che la suinicoltura moderna Europea, ha ormai fra i suoi scopi dichiarati il rispetto del benessere animale, senza però tralasciare l'aspetto produttivo ed economico, che da sempre contraddistingue questo settore, il presente studio mira a valutare come e se i valori di cortisolo, DHEA e il rapporto cortisolo/DHEA nella scrofa in lattazione varino in funzione della tipologia di gabbia parto utilizzata, così come il numero di suinetti schiacciati nel corso dell'intera lattazione. L'obiettivo dello studio è cercare di individuare, qualora esista, il tipo di gabbia parto più adatto per il benessere della scrofa e la sopravvivenza dei suinetti, senza tralasciare la produttività per l'allevatore, o comunque di trovare il miglior compromesso tra i due.

## **MATERIALI E METODI**

Lo studio è stato condotto in provincia di Brescia, presso un sito 1 di circa 2000 scrofe danesi (Dan Bred International®, Denmark) organizzata in banda settimanale. Al momento della prova l'allevamento è stato considerato "convenzionale" e stabile dal punto di vista sanitario, in particolare per quanto riguarda il virus della PRRS (*Porcine reproductive and respiratory syndrome*) e *Mycoplasma Hyopneumoniae*. Il management aziendale segue le procedure operative standard (SOPs) per quanto riguarda le vaccinazioni, l'accasamento, la pulizia, la gestione dei rifiuti e le misure di biosicurezza. Le scrofe ricevono un'alimentazione di tipo liquido, distribuita in modo automatico in gestazione e semiautomatico in lattazione; le sale parto presentano una temperatura variabile tra i 18 e i 23°C e il sistema di ventilazione è a pressione negativa.

Lo studio è stato effettuato tra gennaio e luglio 2018 (6 mesi) e ha compreso 213 scrofe pluripare e relative nidiate, per un totale di 3.328 suinetti. Le primipare sono state escluse dallo studio perché il loro comportamento in sala parto è più imprevedibile rispetto alle pluripare, mancando di una simile esperienza pregressa (Roelofs et al., 2019). La scrofaia dispone di 5 diverse tipologie di gabbie parto (figura 1), che sono state tutte utilizzate per lo svolgimento della prova: gabbia convenzionale, gabbia con meccanismo "up and down", gabbia con scivolo e gabbia aperta con pavimentazione in plastica (aperta P) o in acciaio (aperta A).



**Figura 1.** Diversi tipi di gabbia parto: convenzionale (a), con meccanismo “up and down” (b), con scivolo (c), aperta (d).

**Figure 1.** Different type of farrowing cage: conventional (a), “up and down” designed (b), slide cage (c), open cage (d).

La gabbia convenzionale (2700×1700 mm; figura 1a) è il tipo di gabbia parto ancora oggi più utilizzato negli allevamenti intensivi, poiché permette una grande ottimizzazione dello spazio in sala parto e una facile gestione delle deiezioni.

La gabbia con meccanismo “up and down” (2700×1700 mm; figura 1b) è caratterizzata dalla presenza di un sensore meccanico, identificabile nella foto come un’asta di colore giallo posizionata sopra la scrofa, che si attiva nel momento in cui la scrofa passa da una posizione sdraiata ad una eretta, innescando l’innalzamento della sola area della scrofa di circa 20 cm dal terreno. Quando la scrofa si sdraia nuovamente il sensore meccanico non rileva più la sua presenza e l’area della scrofa si riabbassa per tornare allo stesso livello del pavimento. Questa nuova tipologia di gabbia parto, di prezzo superiore alla convenzionale, prevede sempre il contenimento della scrofa ma con un maggior riguardo per i suinetti, al fine di limitare la mortalità per schiacciamento in lattazione.

La gabbia parto con scivolo (2600×1800 mm; figura 1c) è caratterizzata dalla presenza di un nido in acciaio posizionato posteriormente e lateralmente alla scrofa, ad un livello inferiore rispetto al pavimento della gabbia stessa. Il nido è provvisto di carta e riscaldato da una lampada a infrarossi, in modo da accogliere i nuovi nati, espulsi dalla scrofa direttamente su un piano inclinato (scivolo) che si collega al nido, nel modo più confortevole possibile. I suinetti, una volta asciugati e riscaldati, potranno risalire degli appositi gradini per andare ad alimentarsi dalla madre. Anche questa nuova tipologia di gabbia parto, di costo intermedio tra le precedenti, prevede il contenimento della scrofa, ma, in questo caso, mira a ridurre la mortalità dei suinetti per ipotermia subito dopo il parto.

Infine, la gabbia parto aperta, delle dimensioni di 2750×1950 mm (figura d), ha una conformazione simile alla gabbia convenzionale, con però la possibilità di sganciare posteriormente i divisori della gabbia e fissarli alla parete del box. In questo modo la scrofa ha la possibilità di muoversi liberamente all'interno del box stesso, senza essere confinata alla sola "area scrofa", presente invece nelle altre tre tipologie di gabbie parto. I suinetti possiedono il loro nido coperto, visibile nella foto in basso a destra, e riscaldato da lampada infrarossi, con all'interno un tappetino che può essere riscaldato o meno. La pavimentazione della gabbia, invece, può essere in plastica oppure in acciaio. Grazie a questa tipologia di gabbia parto la scrofa ha una maggiore possibilità di esplicare i suoi comportamenti etologici. Nell'allevamento in cui è avvenuto lo studio i divisori vengono aperti al terzo giorno dopo il parto, in modo da lasciare il tempo alla covata di instaurare la gerarchia (de Passillè et al. 1988) riducendo il rischio degli schiacciamenti.

Lo studio è stato effettuato sempre all'interno delle stesse sale parto, in modo da ridurre al minimo l'interferenza del fattore ambientale, quindi, nell'arco dei 6 mesi, si sono susseguiti 5 cicli (bande) di scrofe nelle stesse sale parto, poiché è stato necessario attendere la fine della lattazione e lo svezzamento delle scrofe, a circa 24 giorni, per l'introduzione dei nuovi soggetti da studiare. In particolare, sono state coinvolte, per ogni ciclo, 10 gabbie convenzionali, 10 gabbie con meccanismo "up and down", 8 gabbie con scivolo, 9 gabbie aperte P e 9 gabbie aperte A.

Durante lo studio, inoltre, ogni scrofa disponeva di una scheda personale in cui venivano annotati tutti gli eventi relativi al parto (ordine di parto, numero di nati vivi, nati morti e mummificati) e alla lattazione, con particolare riguardo al numero di suinetti schiacciati. Nella tabella 1 sono riportati i principali dati relativi allo studio, suddivisi a seconda della tipologia di gabbia parto utilizzata.

Parametro	Convenzionale	Up and Down	Con scivolo	Aperta P	Aperta A
<b>Numero di scrofe</b>	50	48	38	36	41
<b>Ordine di parto</b>	4° parto	4° parto	5° parto	4° parto	4° parto
<b>Nati vivi totali</b>	791	755	533	562	687
<b>Nati vivi/scrofa</b>	15,9	15,5	14	16,3	16,2
<b>Nati morti/scrofa</b>	0,9	1,15	1,3	0,7	0,9
<b>Mummificati/scrofa</b>	0,4	0,4	0,2	0,4	0,2

**Tabella 1.** Valore medio dei parametri principali considerabili in una scrofa, relativi all'intero gruppo di studio e suddivisi per tipologia di gabbia parto.

**Table 1.** Mean value of the main parameters considered in a sow, relative to the whole study group, based on type of farrowing cage.

Sono stati effettuati due prelievi di sangue per scrofa, il primo a tre giorni dal parto e il secondo due giorni prima dello svezzamento. La scelta delle scrofe da prelevare si è basata sulla data del parto e il prelievo è stato sempre eseguito tra le 10.00 e le 10.30 del mattino, poiché il picco di produzione del cortisolo nel suino è al mattino, essendo questo un animale diurno (Skarlandtová et al., 2012). Il giorno in cui i veterinari andavano in allevamento per eseguire i prelievi, selezionavano solo le scrofe che avevano partorito tre giorni prima. Non essendo i parti sincronizzati, nello studio è rientrato un numero diverso di scrofe per gabbia per ciclo, per un totale di 16 scrofe alloggiate nelle gabbie convenzionali, 15 scrofe nelle gabbie con meccanismo “up and down”, 11 scrofe nelle gabbie con scivolo, 16 scrofe nelle gabbie aperte P e 18 scrofe nelle gabbie aperte A. Il prelievo di sangue è stato effettuato dalla vena mammaria, in modo da disturbare il meno possibile gli animali (Scollo et al., 2019), con provette Vacutainer® provviste di EDTA, che sono state trasportate tempestivamente e ad temperatura di 5°C all’Università di Medicina Veterinaria di Parma, Dipartimento di Clinica Ostetrica, dove sono state centrifugate, sierate e conservate idoneamente fino al loro trasporto presso il Dipartimento di Scienze Agro Alimentari, Ambientali, Animali dell’Università di Udine.

#### *Specifiche della ricerca per il cortisolo ed il DHEA*

Le analisi specifiche per la ricerca del cortisolo e del DHEA sono state eseguite presso il Dipartimento di Scienze Agro Alimentari, Ambientali, Animali dell’Università di Udine. Le concentrazioni plasmatiche di cortisolo e DHEA sono state misurate usando un RIA per microtitoli in fase solida dopo l’estrazione di dietil etere. In breve, una piastra per microtitolazione a 96 pozzetti (Optiplate, Perkin-Elmer Life Science, Boston, MA, USA) è stata rivestita con siero anti-coniglio  $\gamma$ -globulina sospeso in una capra diluita 1: 1000 in tampone acetato di sodio 0,15 mM, pH 9 e incubazione durante la notte a 4°C. La piastra è stata quindi lavata due volte con tampone RIA (pH 7,4) e incubata per una notte a 4 ° C con 200  $\mu$ L di siero anticorpale diluito a rapporti di 1: 20.000 per cortisolo (Analytical Antibodies, Bologna, Italia), 1:2000 per DHEA (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA). Le reattività crociate dell’anticorpo anti-cortisolo con altri steroidi erano le seguenti: cortisolo, 100%; corticosterone, 1,8%; aldosterone, <0,02%. Le reattività crociate dell’anticorpo anti-DHEA con altri steroidi erano le seguenti: DHEA, 100%; pregnenolone, 0,1%; androstenediol, 0,08%; diidrotosterone, 0,05%; solfato DHEA, 0,02%; testosterone, 5 $\alpha$ -androstane-diol-3 $\beta$ , 5 $\alpha$ -androstane-diol-3 $\alpha$ , androsterone, epiandrosterone e 5 $\beta$ -androstane-3, 9,2%; epiandrosterone, 2,8%; pregnenolone, 1,8%; 5 $\alpha$ -androstane-diolo-3 $\alpha$ , estradiolo, progesterone, colesterolo ed estrone, <0,001%. Dopo aver lavato la piastra con tampone RIA, gli standard (5–200 pg / pozzetto), l’estratto di controllo qualità, gli estratti di prova e il tracciante (idrocortisone {cortisolo [1,2,6,7-3H (N)]-}, sono stati aggiunti DHEA [1,2,6,7-3H (N)] e la piastra è stata incubata durante la notte a 4 ° C. Gli ormoni legati sono stati separati dagli ormoni liberi decantando e lavando i pozzetti in tampone RIA. Dopo l’aggiunta di 200  $\mu$ l di cocktail di scintillazione, la piastra è stata contata su un contatore  $\beta$  (Top-Count, PerkinElmer Life Sciences Inc., Waltham, MA, USA). I coefficienti di variazione intra e inter-coefficiente per il cortisolo erano 3,7% e 11,0% rispettivamente. I coefficienti di variazione intra e inter-coefficiente per DHEA erano rispettivamente del 3,8% e del 10,7%. La sensibilità del dosaggio (definita come concentrazione ormonale con conseguente spostamento dell’ormone marcato di almeno 2 deviazioni standard dal massimo legame) era 1,23 pg per pozzetto e 0,62 rispettivamente per cortisolo e DHEA.

#### *Analisi statistica*

L’analisi statistica relativa al cortisolo, al DHEA e al rapporto cortisolo/DHEA è stata effettuata utilizzando le misure ripetute del modello lineare generalizzato, ponendo la

gabbia e la banda (stagionalità) come fattore fisso e il prelievo di sangue (primo e secondo prelievo) come misura ripetuta. Le variabili dipendenti sono state il cortisolo, il DHEA e il rapporto cortisolo/DHEA. L'analisi statistica relativa ai dati dello schiacciamento è avvenuta attraverso il software SPSS–IBM, secondo un modello statistico che prevede come fattori fissi la tipologia di gabbia e la banda (stagionalità), covariando i dati relativi al parto e alla lattazione per i nati vivi storici di ciascuna scrofa, allo scopo di ridurre, almeno in parte, il fattore genetico relativo alla prolificità. La significatività (P) è stata posta a 0,05.

## RISULTATI

Le analisi effettuate sui campioni di sangue, inerenti ai valori di cortisolo, DHEA e cortisolo/DHEA, non hanno evidenziato alcuna differenza statisticamente significativa fra i due prelievi nelle diverse tipologie di gabbie parto, come è possibile osservare nella tabella 1.

Parametro	Convenzionale		Up and Down		Con scivolo		Aperta P		Aperta A		Significatività	
	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	Gabbia	Prelievo
<b>Cortisolo (ng/ml)</b>	16,04	15,69	15,12	20,08	20,02	16,82	10,35	12,96	13,67	13,88	0,039	0,529
<b>DHEA (ng/ml)</b>	0,06	0,06	0,13	0,05	0,06	0,05	0,03	0,04	0,03	0,050	0,684	0,671
<b>Cort/DHEA</b>	423,1	304,9	387,5	430,1	555,3	485,3	209,6	354,9	439,4	322,8	0,152	0,625

**Tabella 1.** Valori di cortisolo, DHEA e cortisolo/DHEA nel primo (1°) e secondo (2°) prelievo di sangue nelle diverse tipologie di gabbie parto. A seguire la significatività in relazione alla gabbia e al prelievo per i tre parametri analizzati (P<0,05).

**Table 1.** Values of cortisol, DHEA and cortisol / DHEA in the first (1°) and second (2°) blood sampling in the different types of farrowing cages. Following the significance in relation to the cage and the sampling for the three parameters analysed (P < 0.05).

Anche i valori medi di due parametri su tre (DHEA e cortisolo/DHEA) non hanno riportato differenze significative in base alla tipologia di gabbia parto, mentre il valore medio della cortisolemia ha evidenziato una differenza significativa (P=0,039) a favore della gabbia aperta P, ovvero la gabbia aperta con la pavimentazione in plastica. Quest'ultima, in particolare, ha dimostrato di differire in maniera fortemente significativa dalla gabbia con meccanismo "up and down" e dalla gabbia con scivolo, le quali hanno riportato i valori di cortisolemia peggiori (tabella 2).

	Convenzionale	Up and Down	Con scivolo	Aperta P	Aperta A
<b>Cortisolemia (ng/ml)</b>	15,865 <sup>ab</sup>	17,599 <sup>b</sup>	18,422 <sup>b</sup>	11,659 <sup>a</sup>	13,777 <sup>ab</sup>

**Tabella 2.** Cortisolemia media nelle diverse tipologie di gabbia parto. a, b: P≤0,05.

**Table 1.** Medium cortisolemia in the different types of farrowing cage. a, b: P≤0.05

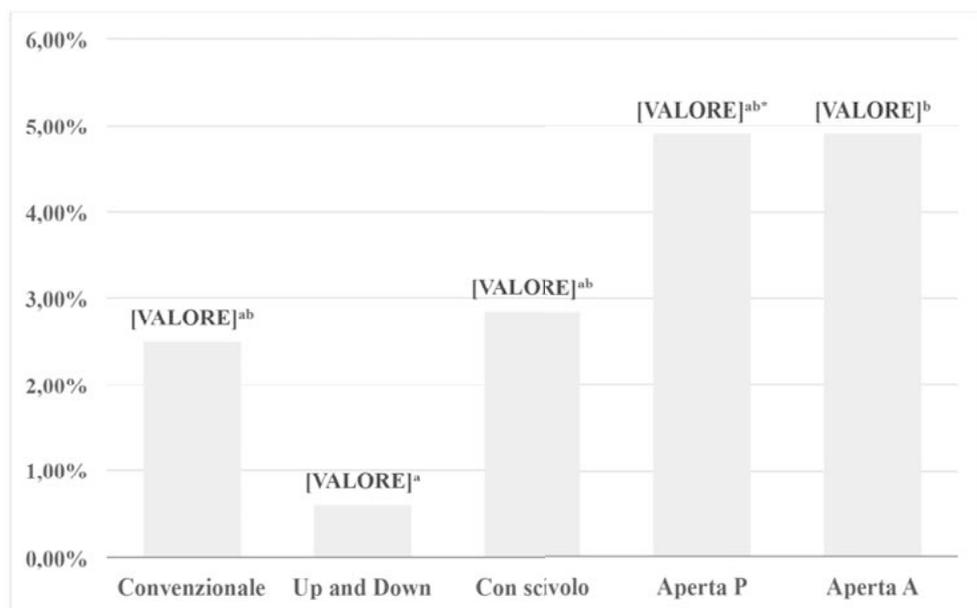
Per quanto riguarda la stagionalità (banda) è stata invece riscontrata una forte differenza significativa (P<0,001) sia per quanto riguarda il cortisolo che il cortisolo/DHEA, ma l'analisi di questi dati merita un ulteriore approfondimento, che verrà effettuato in un momento futuro. Nella tabella 3 sono invece riportati i dati relativi alla mortalità totale, avuta nell'intero periodo di lattazione, in relazione alla tipologia di gabbia parto, riportando anche la suddivisione in mortalità per schiacciamento e mortalità per altra causa (sottopeso, scarto, diarrea, streptococco, castrazioni o ernie con esito negativo).

Parametro	Convenzionale	Up and Down	Con scivolo	Aperta P	Aperta A
Morti totali/scrofa (%)	1,1 (6,9%) <sup>ab</sup>	0,7 (4,5%) <sup>a</sup>	0,8 (5,7%) <sup>a</sup>	1,9 (11,6%) <sup>b</sup>	1,2 (7,4%) <sup>ab</sup>
- Schiacciati (%)	0,4 (2,5%) <sup>ab</sup>	0,1 (0,6%) <sup>a</sup>	0,4 (2,85%) <sup>ab</sup>	0,8 (4,9%) <sup>ab*</sup>	0,8 (4,9%) <sup>b</sup>
- Altra causa (%)	0,7 (4,4%)	0,6 (3,9%)	0,4 (2,85%)	1,1 (6,7%)	0,4 (2,5%)

**Tabella 3.** Valore medio e percentuale dei dati relativi alla mortalità totale, alla mortalità per schiacciamento e alla mortalità per altra causa, in relazione alla tipologia di gabbia parto. a, b:  $P \leq 0,05$ . \*: elevato Standard Error (ES=0,22), indice di un'elevata variabilità di popolazione all'interno della gabbia aperta P.

**Table 3.** Mean and percentage value of data on total mortality, crushing mortality and mortality due to other causes, depending on the type of farrowing cage. a, b:  $P \leq 0.05$ . \*: high Standard Error (ES=0,22), indicative of high population variability within the open cage P.

Dalla tabella 3 si può evincere che la gabbia con meccanismo “up and down” e la gabbia con scivolo hanno registrato una minore percentuale di mortalità totale in lattazione, differendo in maniera significativa dalla gabbia aperta P (rispettivamente,  $P=0,008$  e  $P=0,035$ ), che invece ha riportato la percentuale più elevata. Analizzando nello specifico le cause di mortalità, è possibile notare che i suinetti morti per altra causa non hanno rilevato importanti differenze significative, a dispetto invece dei suinetti morti per schiacciamento ( $P=0.003$ ), come illustrato nel grafico 1.



**Grafico 1.** Percentuali relative alla mortalità per schiacciamento in relazione alla diversa tipologia di gabbia parto. a, b:  $P \leq 0,05$ . \*: elevato Standard Error (ES=0,22), indice di un'elevata variabilità di popolazione all'interno della gabbia aperta P.

**Graphic 1.** Percentages related to crushing mortality in relation to the different type of farrowing cage. a, b:  $P \leq 0.05$ . \*: high Standard Error (ES=0,22), indicative of high population variability within the open cage P.

Il grafico 1 mostra con chiarezza come la gabbia con meccanismo “up and down” si è rivelata essere la migliore nel ridurre il tasso di mortalità causato dallo schiacciamento, differendo in maniera statisticamente significativa dalla gabbia aperta A ( $P=0.003$ ). Nonostante la gabbia aperta P presenti la stessa percentuale di schiacciamento della gabbia aperta A, dalle analisi effettuate questa non si è rivelata essere statisticamente significativa a causa della presenza di un elevato Standard Error, che denota un’elevata variabilità della popolazione al suo interno, riportando invece solo una tendenza verso la gabbia con meccanismo “up and down” ( $P=0,053$ ).

## DISCUSSIONE

Oggi, il benessere animale è un argomento di crescente interesse nella nostra società, soprattutto se si parla di allevamenti intensivi suinicoli, ed è per questo motivo che da un po’ di anni si sta cercando di individuare nuovi parametri in grado di valutare il benessere animale in maniera sempre più meticolosa. Il DHEA, per esempio, rientra tra questi, ed esso, insieme al cortisolo, viene considerato come un indicatore di allostasi (McEwen, 2003; Charney, 2004) e di resilienza (Russo et al., 2012; Peric et al., 2017), mentre il loro rapporto viene considerato un indice di equilibrio anabolico/catabolico (Qiao et al., 2017). Come già precedentemente illustrato, la resilienza rappresenta la capacità di un sistema di adattarsi al cambiamento (Wieland e Wallenburg, 2013), mentre l’allostasi la capacità di mantenere la stabilità dei sistemi fisiologici per mezzo del cambiamento<sup>2</sup>. Sia il cortisolo che il DHEA sono degli ormoni steroidei prodotti a livello di corteccia surrenale ed entrambi giocano un ruolo importante nel controllo e nella regolazione del metabolismo, nello specifico glucidico il primo (Skarlandtová et al., 2012) e lipidico il secondo (Hansen et al., 1997). È stato dimostrato (Parker et al., 1985) che i suini sottoposti a stress mostrano un aumento del livello di cortisolo, per stimolare il metabolismo e la produzione di energia, e una diminuzione del DHEA. Il rapporto cortisolo/DHEA potrebbe quindi essere un fattore importante nel determinare il funzionamento dell’asse ipotalamo-ipofisi-surrene (Saczawa et al., 2013), che si attiva in presenza di fattori stressogeni. Trevisan et al. (2017) hanno osservato in suini stressati un aumento del rapporto cortisolo/DHEA e hanno ipotizzato che, per reagire positivamente ai cambiamenti di tipo ambientale (es: trasferimento in un altro luogo, cambio di alimentazione, raggruppamento) sia necessario attuare un elevato sforzo metabolico. Diversi studi (Lawrence et al., 1997; Damm e Pedersen, 2000), inoltre, hanno evidenziato un aumento del cortisolo plasmatico nelle scrofe in lattazione, causato da una soppressione del loro naturale comportamento peri-parto, come la costruzione del nido, e direttamente correlato alla restrizione spaziale e di mobilità della scrofa stessa.

Lo scopo di questo studio è stato quindi di valutare come diverse tipologie di gabbie parto possano influenzare lo stato allostatico e di resilienza delle scrofe in lattazione, con l’obiettivo ultimo di garantire loro un maggior benessere animale. Le analisi effettuate sul sangue non hanno riportato alcuna differenza statisticamente significativa tra il primo e il secondo prelievo nelle diverse tipologie di gabbie parto per nessuno dei tre parametri presi in considerazione (cortisolo, DHEA, cortisolo/DHEA), il che fa ipotizzare che tra l’inizio e la fine della lattazione le scrofe non abbiano subito modifiche al loro stato allostatico e di resilienza, indipendentemente dal tipo di gabbia parto in cui erano alloggiate. Tuttavia, diversi studi (Cronin et al., 1991; Jarvis et al., 2006; Guoan et al., 2016) hanno evidenziato un aumento dei livelli plasmatici di cortisolo nelle scrofe in lattazione a partire dal 28°-29° giorno di lattazione, identificando la gabbia parto come un fattore di stress cronico, con conseguente impatto negativo sul benessere delle scrofe stesse. All’interno del presente studio non è stato riscontrato un aumento di cortisolo plasmatico probabilmente perché le

2 <https://it.wikipedia.org/wiki/Allostasi>

scrofe sono state svezzate dopo circa 24 giorni di lattazione, e non 28 o 29 come negli studi precedenti, quindi è possibile teorizzare che le scrofe abbiano mantenuto invariato il loro stato allostatico e di resilienza durante il loro periodo di permanenza all'interno di ciascuna gabbia parto.

Per quanto riguarda invece i valori medi dei tre parametri nelle diverse tipologie di gabbia parto, la gabbia aperta con la pavimentazione in plastica (aperta P) ha riportato i valori di cortisolemia migliori, differendo in maniera statisticamente significativa con i valori di cortisolemia della gabbia con meccanismo "up and down" e della gabbia con scivolo. Il minor carico allostatico della gabbia parto aperta in plastica permette quindi di ipotizzare che questa gabbia abbia permesso alla scrofa una maggiore possibilità di esprimere i suoi comportamenti etologici. Questo risultato deriva da una analisi in matrice puntuale, quale è il sangue, e dovrà comunque essere confermato da un piano sperimentale che ne permetta una analisi nel lungo periodo in modo da poter meglio valutare l'effetto dei molteplici stressors inerenti questo periodo. Anche le scrofe alloggiate nella gabbia aperta con pavimentazione in acciaio hanno rivelato bassi livelli di cortisolo plasmatico, rappresentando il secondo valore più basso dopo la gabbia aperta P, pur non differendo in maniera statisticamente significativa dalle altre gabbie parto. Ciò rappresenta comunque una conferma che le gabbie parto chiuse per l'intero periodo di lattazione ostacolano l'espressione di comportamenti fortemente motivati, come l'esplorazione dell'ambiente circostante e l'interazione con la propria prole, conducendo ad un minor benessere della scrofa stessa. La mancanza di differenze nelle concentrazioni di DHEA e del rapporto cortisolo/DHEA nelle diverse tipologie di gabbie parto induce invece a presupporre che negli animali non vi sia stata una perdita significativa in resilienza.

È interessante notare come i risultati ottenuti in merito alla mortalità pre-svezzamento sono esattamente contrapposti a quelli ottenuti dall'analisi della cortisolemia, essendo la gabbia con meccanismo "up and down" e la gabbia con scivolo le due tipologie di gabbie parto che hanno registrato una minore mortalità totale in lattazione, in particolare se paragonate alla gabbia aperta con pavimentazione in plastica. Negli ultimi anni sono state infatti ideate delle gabbie parto innovative volte a ridurre il numero dei suinetti morti per schiacciamento (Mazzoni et al., 2018), essendo questa una tra le maggiori cause di mortalità pre-svezzamento (Jarvis et al., 2005). Inoltre, uno studio effettuato da Weber et al. (2007) evidenzia una maggiore percentuale di schiacciamento nelle scrofe alloggiate all'interno di ambienti aperti piuttosto che all'interno di gabbie parto chiuse. Il nostro studio conferma quanto evidenziato da Weber et al. (2007), avendo registrato una maggiore percentuale di schiacciamento nelle gabbie aperte rispetto alle altre tre tipologie di gabbie parto. In particolare, la gabbia parto con meccanismo "up and down" si è dimostrata essere la migliore nel proteggere i suinetti dai movimenti della madre, poiché con il suo meccanismo di innalzamento e abbassamento dell'area della scrofa contestualmente al suo cambio di posizione, i suinetti evitano con più facilità di rimanere schiacciati accidentalmente.

Sebbene nell'allevamento oggetto dello studio le gabbie aperte siano state chiuse nei primi 3 giorni dopo il parto e aperte a partire dal 4° giorno di lattazione, la mortalità per schiacciamento non è stata equivalente alle altre tipologie di gabbia parto, come invece dimostrato dallo studio effettuato da Moustsen et al. (2012). Studi precedenti (Condous et al., 2016) avevano già dimostrato che l'utilizzo di gabbie parto che consentono alla scrofa la libertà di esprimere il proprio comportamento etologico migliora il benessere dell'animale, riducendone lo stress, ma aumenta il numero di suinetti schiacciati rispetto alle gabbie parto che ne limitano i movimenti. Tuttavia, secondo Gu et al. (2011) le perdite in lattazione dovute allo schiacciamento sono indifferenti tra le gabbie parto aperte e quelle chiuse, a patto che le prime siano dotate di apposite barre anti-schiacciamento.

## CONCLUSIONI

Dal presente studio è risultato che le diverse tipologie di gabbie parto hanno ciascuna un'utilità diversa in base ai parametri considerati. In particolare, le gabbie aperte, soprattutto quella con pavimentazione in plastica, hanno rilevato una minore concentrazione plasmatica di cortisolo, quindi un minor carico allostatico nelle scrofe, che probabilmente hanno vissuto con meno stress il periodo di lattazione rispetto alle altre postazioni. La gabbia parto con meccanismo "up and down", invece, si è dimostrata importante nella riduzione della mortalità per schiacciamento pre-svezzamento, soprattutto se paragonata con le gabbie di tipo aperto. La gabbia ideale, che possa quindi tenere conto sia dei bisogni della scrofa in merito al benessere animale sia alla produttività dell'allevatore in merito a un maggior numero di suinetti svezzati, risiede in una via di mezzo tra le gabbie utilizzate nel presente studio. In particolare, la presenza di una gabbia parto con meccanismo "up and down" e in più la possibilità di aprire le sbarre laterali dal 4° giorno post-partum, per farla diventare una gabbia aperta, potrebbe risolvere sia il problema legato alla mortalità in lattazione per schiacciamento che la questione correlata al benessere animale.

## RINGRAZIAMENTI

Corre graditissimo l'obbligo di ringraziare il dott. Daniele Pedercini (Evotek srl di Manerbio-BS-) per aver reso possibile lo svolgimento di questa ricerca oltre che un sentito ringraziamento alla Famiglia Cremaschini tutta, per aver messo a disposizione, con grande generosità, la sua azienda affinché lo studio avesse luogo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Barnett J. L., Cronin G. M., McCallum T. H., Newman E. A., Hennesey D. P. (1996) "Effects of grouping of unfamiliar adult pigs after dark, after treatment with amperozide and by using pens with stalls, on aggression, skin lesions and plasma cortisol concentrations". *Appl Anim Behav Sci* 50: 121-33.
2. Barnett J. L., Hemsworth P. H., Cronin G. M., Jongman E. C., Hutson G. D. (2001) "A review of the welfare issues for sows and piglets in relation to housing". *Australian Journal of Agricultural Research* 52: 1-28.
3. Bergamin C., Comin A., Corazzin M., Faustini M., Peric T., Scollo A., Gottardo F., Montillo M., Prandi A. (2019) "Cortisol, DHEA, and Sexual Steroid Concentrations in Fattening Pigs' Hair". *Animals* 9: 345.
4. Charney D. S. (2004) "Psychobiological mechanisms of resilience and vulnerability: implications for successful adaptation to extreme stress". *Am J Psychiatry* 161(2): 195-216.
5. Cronin G. M., Barnett J. L., Hodge F. M., et al. (1991) "The welfare of pigs in two farrowing/lactation environments: cortisol responses of sows". *Applied Animal Behaviour Science* 32(2): 117-127.
6. Damm B. I., Pedersen L. J. (2000) "Eliminative behaviour in preparturient gilts previously kept in pens or stalls". *Acta Agric Scand, Sect A*. 50: 316-320.
7. Danholt L., Moustsen V. A., Nielsen M. B. F., Kristensen A. R. (2011) "Rolling behaviour of sows in relation to piglet crushing on sloped versus level floor pens". *Livest Sci*. 141: 59-68.
8. de Passellé A.M.B., Rushen J., Hartsock T.G. (1988) "Ontogeny of teat fidelity in pigs and its relation to competition at suckling", *Can. J. Anim. Sci.*, 68:325-338
9. Greenberg N., Carr J. A., Summers C. H. (2002) "Ethological cause and consequences of the stress response". *Integr Comp Biol* 42: 508-516.
10. Gu Z., Gao Y., Lin B., et al. (2011) "Impacts of a freedom farrowing pen design on sow behaviours and performance". *Preventive veterinary medicine* 102(4): 296-303.

11. Guoan Y., Honggui L., Xiang L., Dongsheng Q., Jun B. (2016) "Effect of Farrowing Environment on Behaviour and Physiology of Primiparous Sows with 35-day Lactation". *Intern J Appl Res Vet Med* 14 (2).
12. Hansen P. A., Han D. H., Nolte L. A., Chen M., Holloszy J. O. (1997) "DHEA protects against visceral obesity and muscle insulin resistance in rats fed a high-fat diet". *Am. J. Physiol.* 273: 1704-1708.
13. Jarvis S., D'Eath R. B., Fujita K. (2005) "Consistency of piglet crushing by sows". *Anim Welfare* 14: 43-51.
14. Jarvis S., D'Eath R. B., Robson S. K., et al. (2006) "The effect of confinement during lactation on the hypothalamic pituitary-adrenal axis and behaviour of primiparous sows". *Physiology & behavior* 87(2): 345-352.
15. Lawrence A. B., McLean K. A., Jarvis S., et al. (1997) "Review. Stress and parturition in the pig". *Reproduction in domestic animals* 32: 231-236.
16. Logan J. G., Barksdale D. J. (2008) "Allostasis and allostatic load: Expanding the discourse on stress and cardiovascular disease". *J. Clin. Nurs.* 17: 201-208.
17. Mazzoni C., Scollo A., Righi F., Bigliardi B., Di Ianni F., Bertocchi M., Parmigiani E., Bresciani C. (2018) "Effects of three different designed farrowing crates on neonatal piglets crushing: preliminary study". *Italian Journal of Animal Science* 17 (2): 505-510.
18. McEwen B. S. (2003) "Interacting mediators of allostasis and allostatic load: Towards an understanding of resilience in aging". *Metabolism* 52: 10-16.
19. Möstl E., Palme R. (2002) "Hormones as indicators of stress". *Domest Anim Endocrinol* 23: 67-74.
20. Moustsen V. A., Hales J., Lahrmann H. P., Weber P. M., Hansen C. F. (2013) "Confinement of lactating sows in crates for 4 days after farrowing reduces piglet mortality". *Animal* 7 (4): 648-654.
21. Ostovic M., Pavicic Z., Tofant A., Kabalin A. E., Mencik S., Potocnjak D., Antunovic B. (2012) "Sow parity, body length, postural changes and piglet crushing". *Veterinarski Archiv.* 82: 319-326.
22. Parker L. N., Levin E. R., Lifrak E. T. (1985) "Evidence for Adrenocortical Adaptation to Severe Illness". *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 60: 947-952.
23. Peric T., Corazzin M., Romanzin A., Bovolenta S., Prandi A., Montillo M., Comin A. (2017) "Cortisol and DHEA concentrations in the hair of dairy cows managed indoor or on pasture". *Livest. Sci.* 202: 39-43.
24. Qiao S., Li X., Zilioli S., Chen Z., Deng H., Pan J., Guo W. (2017) "Hair measurements of cortisol, DHEA, and DHEA to cortisol ratio as biomarkers of chronic stress among people living with HIV in China: Known-group validation". *PLoS ONE* 12: e0169827.
25. Rantzer D., Svendsen J. (2001) "Slatted versus solid floors in the dung area of farrowing pens: effects on hygiene and pig performance, birth to weaning". *Acta Agriculturae Scandinavica: Section A, Animal Science* 51: 167-174.
26. Ringgenberg N., Bergeron R., Meunier-Salaün M. C., et al. (2012) "Impact of social stress during gestation and environmental enrichment during lactation on the maternal behavior of sows". *Applied Animal Behaviour Science* 136(2): 126-135.
27. Roelofs S., Goddinga L., de Haana J. R., van der Staaya F. J., Nordquist R. E. (2019). "Effects of parity and litter size on cortisol measures in commercially housed sows and their offspring". *Physiology & Behavior* 201: 83-90.
28. Russo S. J., Murrough J. W., Han M. H., Charney D. S., Nestler E. J. (2012) "Neurobiology of resilience". *Nat Neurosci* 15(11): 1475-1484.
29. Saczawa M. E., Graber J. A., Brooks-Gunn J., Warren M. P. (2013) "Methodological considerations in use of the cortisol/DHEA(S) ratio in adolescent populations". *Psychoneuroendocrinology* 38: 2815-2819.

30. Scollo A., Bresciani C., Romano G., Tagliaferri L., Righi F., Parmigiani E., Mazzoni C. (2019) "A novel blood sampling technique in lactating sows: The mammary vein route". *The Veterinary Journal* 254: 105397.
31. Selye H. (1963) "A syndrome produced by diverse nocuous agents". *Nature* 138: 32.
32. Skarlandtová H., Bičíková M., Neužil P., Mlček M., Hrachovina V., Svoboda T., Medová E, Kudlička J, Dohnalová A., Havránek S., Kazihnítková H., Máčová L., Vařejková E., Kittnar O. (2012) "Might Cardiac Catheterization Influence Diurnal Rhythm of the Steroid Stress Hormones Secretion?" *Physiol. Res.* 61: 25-34.
33. Snyder C. R. (1999) "Coping: the psychology of what works", Oxford University Press.
34. Trevisan C., Montillo M., Prandi A., Mkupasi E. M., Ngowi H. A., Johansen M. V. (2017) "Hair cortisol and dehydroepiandrosterone concentrations in naturally *Taenia solium* infected pigs in Tanzania". *Gen. Comp. Endocrinol* 246: 23–28.
35. Tummaruk P., Nuntapaitoon M., Muns R. (2017) "Management strategies to reduce piglet pre-weaning mortality". *Thai J Vet Med Suppl.* 47: S17-S20.
36. Weber R., Keil N. M., Fehr M., Horat R. (2007) "Piglet mortality on farms using farrowing systems with or without crates". *Animal Welfare* 16: 277–279.
37. Weber R., Keil N. M., Fehr M., Horat R. (2009) "Factors affecting piglet mortality in loose farrowing systems on commercial farms". *Livestock Science* 124: 216–222.
38. Wieland A., Wallenburg C.M. (2013) "The Influence of Relational Competencies on Supply Chain Resilience: A Relational View". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 43 (4): 300-320.