

# EFFETTI DI FOTOPERIODI DI DIVERSA DURATA SU PARAMETRI PRODUTTIVI, COMPORTAMENTO, QUALITÀ DI CARNI E PROSCIUTTI DI SUINI PESANTI ITALIANI

## *GROWTH PARAMETERS, BEHAVIOUR, MEAT AND HAM QUALITY OF HEAVY PIGS SUBJECTED TO PHOTOPERIODS OF DIFFERENT DURATION*

MARTELLI G., NANNONI E., GRANDI M., BONALDO A., ZAGHINI G.,  
VITALI M., BIAGI G., SARDI L.

*Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie – Università di Bologna*

**Parole Chiave:** benessere animale, qualità dei prosciutti, suino pesante, fotoperiodo, qualità della carne

**Key Words:** animal welfare, ham quality, heavy pig, light duration, meat quality

### **Riassunto**

La presente prova ha coinvolto 40 suini, maschi castrati, ibridi commerciali destinati alla produzione del Prosciutto di Parma. Gli animali sono stati suddivisi in due gruppi omogenei di 20 suini ciascuno e allevati fino al peso medio di macellazione di 160kg. Per tutto il ciclo produttivo, il gruppo di controllo (C) ha ricevuto il fotoperiodo minimo richiesto dalla normativa comunitaria (8 ore di luce al giorno), mentre il gruppo L ha ricevuto 16 ore di luce al giorno. I suini L hanno mostrato un maggiore peso vivo e peso della carcassa rispetto ai C ( $P=0.005$  e  $0.007$ , rispettivamente). Inoltre, le cosce ottenute dal gruppo L erano significativamente più pesanti e il loro calo di peso durante la stagionatura era ridotto ( $P<0.01$ ) rispetto al gruppo C. Nessuna differenza significativa è stata rilevata per quanto riguarda la qualità delle carni e dei prosciutti. I suini L hanno passato una porzione maggiore della fotofase stesi in posizione di riposo e hanno ridotto la sovra-esplorazione del box ( $P<0.01$ ). I nostri risultati indicano che, garantendo un adeguato periodo di buio per il riposo degli animali, il prolungamento del fotoperiodo può avere effetti benefici sui parametri produttivi senza influire negativamente sul comportamento animale, sulle caratteristiche della carcassa o sulla qualità delle carni e dei prosciutti. Pertanto allevare suini in condizioni di semi-oscurità è da considerarsi una pratica priva di fondamento e contraria al benessere animale.

### **Abstract**

Forty crossbred (Large White × Landrace) castrated males pigs (initial average BW: 26 kg) intended for Parma Ham production were used in this trial. Animals were raised up to the weight of 160kg. Pigs were homogeneously allotted to two experimental groups, each comprising 20 pigs. During the whole production cycle, the Control group (C) received the minimum mandatory number of hours of light per day (8 hours), whereas the Long photoperiod group (L) was subjected to 16 hours of light per day. Pigs in the L group showed a greater live weight and carcass weight if compared to C group ( $P=0.005$  and  $0.007$ , respectively). Similarly, hams obtained from the L group were significantly heavier and their weight losses during the dry-curing period was reduced ( $P<0.01$ ) when compared to the C group. No significant differences were detected between the groups as concerns meat and ham quality. Pigs in the L group spent a greater portion of the photophase resting and less time pseudo-rooting ( $P<0.01$ ). Our results indicate that, given an appropriate dark period for animal rest, an increased duration of the

photoperiod can favourably affect growth parameters of heavy pigs without any negative effect on animal behaviour, carcass traits, meat or long-cured ham quality. Therefore rearing pigs in semi-darkness should be considered as a baseless practice, contrary to animal welfare. [The original full paper is published in *Journal of Animal Science*]

## INTRODUZIONE

Al fine di garantire un adeguato livello di benessere animale, e di contrastare l'eventualità che i suini vengano allevati in condizioni di semi-oscurità, la legislazione comunitaria (EC, 2008) stabilisce un livello minimo di illuminazione ambientale: un'intensità di almeno 40 lux per un periodo minimo di 8 ore al giorno. Questa misura riflette l'esistenza di un fabbisogno da parte dei suini in termini sia di intensità che di durata della luce, fabbisogno che deve essere soddisfatto al fine di permettere le attività esplorative e le interazioni sociali, e quindi favorire il raggiungimento di adeguati standard di benessere animale (EFSA, 2007). Se gli effetti di diversi regimi di illuminazione sul benessere e sul comportamento dei suini sono già stati indagati (Van Putten e Elshof, 1984; Baldwin e Start, 1985; Taylor et al., 2006), lo stesso non si può dire per gli effetti della luce sui parametri produttivi e sulla qualità di carni e prodotti derivati.

Secondo le nostre ricerche bibliografiche, gli unici studi sul legame tra il fotoperiodo e la qualità delle carni sono stati condotti da Virgili e Schivazappa (2002) e Virgili et al. (2002), che hanno individuato variazioni circannuali dell'attività della catepsina B nei prosciutti, loro volta legate allo sviluppo di eccessiva tenerezza e difetti sensoriali nei prosciutti durante la stagionatura (Parolari et al., 1994; Virgili et al., 1998).

Precedenti studi condotti dal nostro gruppo di ricerca hanno evidenziato che il prolungamento della fotofase (14 vs. 8 ore di luce al giorno) può avere effetti positivi sugli accrescimenti e sui tratti comportamentali (Martelli et al., 2005), e che un aumento dell'intensità luminosa (80 vs. 40 lux) riduce i comportamenti aggressivi nei suini pesanti (Martelli et al., 2010). Inoltre, né l'aumento dell'intensità (80 vs. 40 lux) né della durata della fotofase (14 vs. 8 ore) ha effetti negativi su parametri produttivi o sulla qualità delle carni e dei prosciutti (Sardi et al., 2012). Lo scopo della presente prova è stato quello di investigare gli effetti di un ulteriore aumento nella durata delle fotofase (16 vs. 8 ore), applicata all'intensità luminosa minima di legge (40 lux), su comportamento, parametri produttivi, qualità di carcasse, cosce fresche e prosciutti stagionati.

## MATERIALI E METODI

La prova è stata condotta presso gli stabulari del Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie dell'Università di Bologna, in osservanza della normative vigente (Direttiva EC 2008/120) sulla protezione dei suini. Il comitato etico dell'istituzione ha approvato il protocollo sperimentale.

### *Animali, allevamento e alimentazione*

La prova ha coinvolto 40 suini, ibridi commerciali (Large White × Landrace) maschi castrati. Il peso vivo (PV) medio all'inizio della prova era di  $(26 \pm 2.65)$  kg. Gli animali sono stati allevati fino al raggiungimento di un PV di circa 160 kg ad un'età di almeno 9 mesi, in accordo con le regole dettate dal Disciplina produttivo del Prosciutto di Parma (Consorzio del Prosciutto di Parma, 1992).

I suini sono stati allevati in box collettivi (5 capi/box) su pavimento grigliato, con uno spazio pro capite di 1.20 m<sup>2</sup>, in sale dotate di controllo del microclima. Ogni box era dotato di abbeveratoio a succhiotto, mangiatoia collettiva a truogolo e arricchimento ambientale (catena metallica appesa). L'alimento veniva fornito due volte al giorno sotto forma di broda (rapporto acqua:sfarinato = 3:1), razione sulla base del peso vivo metabolico fino ad un massimo di 2.8 kg S.S. per capo al giorno. L'illuminazione, interamente artificiale, era fornita tramite tubi al neon. L'intensità luminosa, misurata all'altezza dell'occhio degli animali con un luxmetro, era

di 40 lux durante la fotofase e di 1.5 lux durante la scotofase in tutti i box. Gli animali sono stati suddivisi in due gruppi sperimentali, sottoposti ai seguenti regimi luminosi:

- Gruppo di controllo (C): i suini ricevevano 8 ore di luce al giorno, dalle 08:00 alle 16:00, seguite da 16 ore di buio;
- Gruppo a fotoperiodo prolungato (L): i suini ricevevano 16 ore di luce al giorno, dalle 06:00 alle 22:00, seguite da 8 ore di buio.

### ***Parametri produttivi***

Gli animali sono stati pesati individualmente all'inizio, circa a metà (d 155) e al termine della prova (d 251) per calcolare gli incrementi ponderali giornalieri (IPG). I consumi alimentari di tutti i box sono stati registrati giornalmente per calcolare gli indici di conversione alimentare (ICA). I parametri di accrescimento sono stati raccolti fino al 251° giorno, quando metà degli animali hanno raggiunto il peso di 160 kg e sono stati macellati. Gli altri suini sono rimasti nelle condizioni sperimentali fino al raggiungimento dello stesso peso, quando sono stati a loro volta macellati.

### ***Tratti comportamentali***

Fra 100 e 160 kg PV, il comportamento dei suini è stato videoregistrato durante le ore di luce (8 ore nel gruppo C, 16 ore nel gruppo L) grazie a telecamere a circuito chiuso montate al di sopra dei box. Le videoriprese sono state eseguite con cadenza mensile (4 sessioni per ogni box). I video sono poi stati esaminati da un operatore addestrato e i comportamenti sono stati valutati utilizzando la tecnica dello scan sampling a intervalli di 10 minuti, secondo un etogramma predefinito (Martelli et al., 2014).

### ***Qualità della carcassa, della carne e delle cosce fresche***

Alla macellazione sono stati raccolti i seguenti dati: peso della carcassa (PC), resa a caldo, percentuale di tagli magri (misurata tramite Fat-o-Meater – F-o-M) e peso dei principali tagli commerciali. A 45 min. *post mortem*, è stato misurato il pH del muscolo *Semimembranosus* (SM) utilizzando un pH-metro portatile. A 24 ore dalla macellazione, la misura del pH nel muscolo SM è stata ripetuta e il colore del muscolo *Biceps femoris* (BF) è stato valutato con l'ausilio di un colorimetro portatile (Minolta CR-200). Lo spessore del grasso sottocutaneo è stato misurato verticalmente sulla parte esterna della coscia fresca in corrispondenza della testa del femore (“sottonoce”), secondo le indicazioni del Disciplinare del Prosciutto di Parma.

Il calo di gocciolamento (drip loss) e il calo di cottura (cooking loss) della carne fresca sono stati misurati in campioni prelevati dal muscolo *Longissimus dorsi* (LD) in accordo al metodo descritto da Honikel (1998).

Campioni di grasso sottocutaneo sono stati prelevati dal grasso di copertura delle cosce di 14 suini per ogni gruppo sperimentale, al fine di determinarne la composizione acidica mediante gascromatografia. I lipidi totali sono stati estratti da ogni campione con il metodo di Folch (1957) e pesati. Successivamente, gli acidi grassi sono stati esterificati e inviati all'analisi gascromatografica. I risultati sono espressi in percentuale degli acidi grassi totali. Il numero di iodio è stato determinato secondo il metodo AOAC (2006).

### ***Cali di stagionatura e qualità dei prosciutti***

Tutte le cosce fresche sono state inviate alla stagionatura, che è stata condotta secondo le indicazioni del Disciplinare per un periodo di 18 mesi. Le cosce sono state pesate prima e dopo la rifilatura, al termine della salagione e a fine stagionatura per calcolare i cali di peso per ognuna delle fasi produttive. Dalle cosce stagionate sono stati prelevati 28 campioni di BF (14 per gruppo sperimentale), sui quali sono stati determinati analiticamente l'umidità, le proteine

gregge, il contenuto in sodio cloruro (AOAC, 2006) e l'indice di proteolisi (Careri et al., 1993). Il colore dei prosciutti è stato misurato a livello del muscolo SM e del grasso stagionato. Campioni di grasso sottocutaneo stagionato sono stati prelevati e la composizione acidica è stata determinata mediante gascromatografia. Sul grasso sottocutaneo sono stati determinati il valore di perossidi (AOAC, 2006) e i TBARS (Tiobarbituric Acid Reactive Substances, espresse come mg di malondialdeide(MDA)/kg secondo il metodo proposto da Wang et al., 2002).

Infine, i prosciutti stagionati sono stati valutati visivamente da un panel di cinque esperti, che hanno espresso una valutazione sensoriale soggettiva secondo una checklist predeterminata, esprimendo un valore su di una scala da 1 a 10 (dove 1 corrispondeva all'assenza del tratto considerato, e 10 alla sua massima espressione) per ognuna delle seguenti caratteristiche: consistenza, omogeneità del colore e bitonalità della parte magra; marezzatura, adiposità del prosciutto, consistenza del grasso. La scheda prevedeva anche l'espressione di una valutazione complessiva sui prosciutti (da 1 = pessima qualità, a 10 = ottima qualità) (Mordenti et al., 2012).

### **Analisi Statistica**

I dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza utilizzando la durata del fotoperiodo come effetto principale. Il box (5 suini) è stato usato come unità sperimentale per ICA e osservazioni comportamentali, mentre i dati individuali sono stati utilizzati come unità sperimentale per IPG, parametri di macellazione, qualità delle carni e dei prosciutti. I dati nonparametrici (comportamento e valutazione sensoriale) sono stati analizzati utilizzando il test di Mann-Whitney. Il livello di significatività è stato fissato a  $P < 0.05$  per tutti i test.

### **RISULTATI**

I parametri di accrescimento sono riportati in tabella 1. Gli animali del gruppo L hanno raggiunto un PV significativamente più elevato rispetto al gruppo C sia a metà ( $P=0.007$ ) che al termine della prova ( $P=0.044$ ). Anche l'IPG del gruppo L è stato maggiore rispetto al gruppo C, sia durante la prima fase ( $P=0.010$ ) sia nel complesso della prova ( $P=0.048$ ). Di conseguenza, gli ICA sono risultati più favorevoli nel gruppo L, con differenze significative ( $P=0.044$ ) durante il primo periodo.

**Tabella 1:** Parametri produttivi di suini pesanti soggetti a diversi fotoperiodi

**Table 1:** Productive parameters of heavy pigs subjected to different photoperiods

	Fotoperiodo		SEM
	C (8h di luce/die)	L (16h di luce/die)	
Animali (box), n.	20(4)	20(4)	-
<i>Peso Vivo (PV), kg</i>			
PV iniziale	26.1	26.3	0.45
PV intermedio (155d)	96.3 <sup>B</sup>	106.4 <sup>A</sup>	8.22
PV finale (251d)	155.4 <sup>b</sup>	166.8 <sup>a</sup>	15.77
<i>Incremento Ponderale Giornaliero (IPG), g/d</i>			
IPG 1-155d	452 <sup>B</sup>	518 <sup>A</sup>	13.3
IPG 156-251d	616	630	14.9
IPG 1-251d	515 <sup>b</sup>	561 <sup>a</sup>	11.8
<i>Indice di Conversione Alimentare (ICA)</i>			
ICA 1-155d	3.82 <sup>a</sup>	3.36 <sup>b</sup>	0.16
ICA 155-251d	4.18	4.02	0.14
ICA 1-251d	3.97	3.63	0.13

Lettere diverse sulla stessa riga indicano differenze statisticamente significative (<sup>A,B</sup>  $P < 0.01$ ; <sup>a,b</sup>  $P < 0.05$ )

Means within a row with different superscripts differ (<sup>A,B</sup>  $P < 0.01$ ; <sup>a,b</sup>  $P < 0.05$ )

I parametri di macellazione e le caratteristiche delle carcasse sono illustrati in tabella 2. I suini del gruppo L hanno mostrato un maggiore peso vivo alla macellazione, e di conseguenza un maggiore peso della carcassa, rispetto al gruppo C ( $P=0.005$  e  $0.007$ , rispettivamente). Nessuna differenza significativa è stata rilevata nell'adiposità della carcassa o nelle rese in tagli magri.

**Tabella 2:** Parametri di macellazione e qualità delle carcasse di suini pesanti soggetti a diversi fotoperiodi

*Table 2: Slaughtering parameters and carcass traits of heavy pigs subjected to different photoperiods*

	Fotoperiodo		SEM
	C (8h di luce/die)	L (16h di luce/die)	
Animali, n.	20	20	-
Peso Vivo, kg	162.8 <sup>B</sup>	175.0 <sup>A</sup>	2.27
Peso Carcassa a Freddo (PC), kg	132.1 <sup>B</sup>	142.5 <sup>A</sup>	2.00
Resa di macellazione, %	81.4	81.1	0.28
F-o-M F (spessore LD), mm	59.8	63.7	
F-o-M SR (spessore lardo dorsale), mm	22.7	27.0	
Carne magra (F-o-M), %	50.15	50.16	0.55
Lombo, %PC	23.53	23.24	0.17
Cosce, %PC	23.82	24.05	0.17
Tagli magri, %PC	60.8	60.7	0.32
Tagli grassi, %PC	31.7	31.7	0.33
Tagli magri/Tagli grassi	1.92	1.91	0.04

Lettere diverse sulla stessa riga indicano differenze statisticamente significative (<sup>A,B</sup>  $P < 0.01$ )  
*Means within a row with different superscripts differ (<sup>A,B</sup>  $P < 0.01$ )*

La tabella 3 riassume i parametri rilevati sulle cosce fresche. Per quanto riguarda la porzione magra, pH e colore non hanno mostrato differenze significative. Anche la capacità di ritenzione idrica (drip loss e cooking loss) era simile fra i gruppi sperimentali (dati non riportati). Alcune differenze sono state invece rilevate a carico del grasso sottocutaneo delle cosce fresche: lo spessore del grasso sottocutaneo era significativamente più elevato nel gruppo L ( $P=0.038$ ). Nessuna differenza significativa è stata evidenziata nel contenuto in singoli acidi grassi (dati non riportati), sebbene il gruppo L abbia mostrato rispetto al gruppo C un contenuto tendenzialmente più elevato di acido oleico (44.04 vs. 42.65%,  $P=0.10$ ) e ridotto di acido linoleico (12.42 vs. 13.86%,  $P=0.066$ ). Di conseguenza, il gruppo L ha fatto registrare un contenuto in PUFA significativamente inferiore ( $P=0.047$ ), e un rapporto MUFA/PUFA tendenzialmente più elevato ( $P=0.064$ ) rispetto al gruppo di controllo. Infine, sebbene la differenza fra i gruppi non fosse significativa, il numero di iodio è risultato più basso nel gruppo L.

**Tabella 3:** Qualità della cosce (porzione magra e grasso) di suini pesanti soggetti a diversi fotoperiodi

**Table 3:** *Quality of thighs (lean and fat portion) from heavy pigs subjected to different photoperiods*

	Fotoperiodo		SEM
	C (8h di luce/die)	L (16h di luce/die)	
Animali, n.	20	20	-
<i>pH (SM)</i>			
pH 45 min.	6.16	6.20	0.04
pH 24 h	5.62	5.60	0.01
<i>Colore (BF)</i>			
L	50.72	50.54	0.40
Tinta	0.78	0.77	0.02
Croma	9.19	8.99	0.25
Campioni, n.	14	14	-
Spessore del grasso sottosnoce, cm	2.47 <sup>b</sup>	2.89 <sup>a</sup>	0.42
<i>Composizione acidica del grasso sottocutaneo fresco</i>			
Saturi (SFA), %	37.52	37.45	0.25
Monoinsaturi (MUFA), %	45.46	47.13	0.62
Polinsaturi (PUFA), %	15.19 <sup>b</sup>	13.61 <sup>a</sup>	0.57
MUFA/PUFA	3.04	3.49	0.13
Numero di iodio	67.70	65.74	0.71

Lettere diverse sulla stessa riga indicano differenze statisticamente significative (<sup>a,b</sup> P < 0.05)  
*Means within a row with different superscripts differ (<sup>a,b</sup> P < 0.05)*

I pesi delle cosce e i cali di peso durante la stagionatura sono mostrati in tabella 4. Il peso iniziale delle cosce era significativamente più elevato nel gruppo L (P=0.001). Tale differenza è rimasta significativa durante tutte le fasi successive della stagionatura. Il calo di peso complessivo è risultato più contenuto nei prosciutti appartenenti al gruppo L rispetto al gruppo di controllo (P=0.01).

Per quanto riguarda i prosciutti stagionati (tabella 5), l'unica differenza significativa è stata rilevata nel contenuto in sodio cloruro, che è risultato più basso nei prosciutti del gruppo L (P=0.033). Anche se non statisticamente significativo, il grasso stagionato del gruppo L ha mostrato un andamento favorevole per quanto riguarda l'ossidazione lipidica, infatti i perossidi erano più bassi rispetto al gruppo C. Questa osservazione è in accordo col fatto che la perdita di PUFA durante la stagionatura è stata meno importante nel gruppo L rispetto al gruppo C (da 13.61 a 12.26% vs. da 15.19 a 11.71%, rispettivamente).

**Tabella 4:** Pesì e cali di peso durante la stagionatura delle cosce provenienti da suini pesanti soggetti a diversi fotoperiodi

**Table 4:** *Weights and weight losses of hams from heavy pigs subjected to different photoperiods*

	Fotoperiodo		SEM
	C (8h di luce/die)	L (16h di luce/die)	
Cosce, n.	20	20	-
Peso pre-rifilatura, kg	16.26 <sup>B</sup>	17.95 <sup>A</sup>	0.28
Peso rifilato (PR), kg	13.33 <sup>B</sup>	14.51 <sup>A</sup>	0.18
Peso dopo salagione, kg	13.01 <sup>B</sup>	14.19 <sup>A</sup>	0.18
Peso finale (dopo 18 mesi), kg	9.16 <sup>B</sup>	10.39 <sup>A</sup>	0.18
Calo di rifilatura, %	17.85	19.09	0.46
Calo di salagione, %PR	2.35	2.24	0.18
Calo di peso totale, %PR	30.57 <sup>A</sup>	28.43 <sup>B</sup>	0.47

Lettere diverse sulla stessa riga indicano differenze statisticamente significative (<sup>A,B</sup> P < 0.01)  
*Means within a row with different superscripts differ (<sup>A,B</sup> P < 0.01)*

**Tabella 5:** Analisi chimica, stato ossidativo, composizione acidica e colore dei prosciutti stagionati provenienti da suini pesanti soggetti a diversi fotoperiodi

**Table 5:** *Chemical analysis, oxidation state, acidic composition and colour of cured hams from heavy pigs subjected to different photoperiods*

	Fotoperiodo		SEM
	C (8h di luce/die)	L (16h di luce/die)	
Campioni, n.	14	14	-
<i>Qualità della carne</i>			
Umidità, %	60.64	61.01	0.41
Proteina Greggia, % (sul tal quale)	27.36	27.61	0.18
Sodio cloruro, % (sul tal quale)	6.89 <sup>a</sup>	6.32 <sup>b</sup>	0.24
Indice di proteolisi	25.06	26.56	0.47
<i>Ossidazione del grasso sottocutaneo</i>			
Perossidi	10.0	8.48	0.82
TBARS, MDA mg/kg <sup>1</sup>	1.39	1.32	0.13
<i>Composizione acidica del grasso sottocutaneo stagionato</i>			
Saturi (SFA), %	34.03	34.20	0.21
Monoinsaturi (MUFA), %	52.56	52.60	0.51
Polinsaturi (PUFA), %	11.71	12.26	0.49
<i>Colore del grasso sottocutaneo</i>			
L	70.32	71.35	0.27
Tinta	-1.38	-1.32	0.03
Croma	6.99	6.62	0.13
<i>Colore della porzione magra (muscolo Semimembranosus)</i>			
L	34.58	35.08	0.67
Tinta	0.36	0.31	0.02
Croma	8.37	8.80	0.47

Lettere diverse sulla stessa riga indicano differenze statisticamente significative (<sup>a,b</sup> P < 0.05)  
*Means within a row with different superscripts differ (<sup>a,b</sup> P < 0.05)*

L'analisi sensoriale dei prosciutti stagionati non ha mostrato alcuna differenza significativa fra i gruppi sperimentali (dati non riportati), sebbene i prosciutti provenienti dal gruppo L abbiano ottenuto un punteggio più elevato nella valutazione complessiva rispetto al gruppo C (7.25 vs. 6.63 punti).

Le osservazioni comportamentali (tabella 6) indicano che durante la fotofase prolungata a cui erano soggetti, gli animali del gruppo L hanno passato più tempo in decubito laterale rispetto al gruppo C ( $P < 0.01$ ), hanno aumentato il tempo totale passato in decubito (laterale + sternale,  $P < 0.001$ ) e mostrato una riduzione nel tempo passato ad esplorare il pavimento del box ( $P < 0.001$ ).

**Tabella 6:** Osservazioni comportamentali di suini pesanti soggetti a diversi fotoperiodi. I dati sono espressi come percentuale sul totale dei comportamenti osservati.

**Table 6:** Behavioural patterns of heavy pigs subjected to different photoperiods. Data are expressed as percentage of total observed behaviours.

	Fotoperiodo		SEM
	C (8h di luce/die)	L (16h di luce/die)	
Replicazioni, n.	4	4	-
In piedi inattivi	0.06	0.13	0.04
Seduti inattivi	1.41	1.59	0.19
Decubito laterale	41.40 <sup>B</sup>	52.78 <sup>A</sup>	2.27
Decubito sternale	34.87	31.91	1.60
Totale decubito	76.26 <sup>B</sup>	84.68 <sup>A</sup>	1.35
Mangiano	9.13	6.62	0.75
Bevono	0.04	0.12	0.04
Camminano	0.02	0.02	0.01
Mordono le sbarre	0.08	0.15	0.07
Esplorano il pavimento	12.20 <sup>A</sup>	6.17 <sup>B</sup>	0.87
Altro	0.88	0.67	0.23

Lettere diverse sulla stessa riga indicano differenze statisticamente significative (<sup>A,B</sup>  $P < 0.01$ )  
*Means within a row with different superscripts differ (<sup>A,B</sup>  $P < 0.01$ )*

## DISCUSSIONE

Poiché secondo la letteratura scientifica i suini non amano le intensità di illuminazione troppo elevate, e sembrano preferire l'oscurità per dormire (Baldwin & Start, 1985; Taylor et al., 2006), nella nostra prova le intensità luminose sono state volutamente mantenute a livelli bassi (40 lux, corrispondente al minimo di legge) e il fotoperiodo ha sempre concesso una fase di buio di almeno 8 ore per garantire agli animali la possibilità di riposare.

Il gruppo L ha mostrato migliori accrescimenti (peso finale e IPG complessivo) rispetto al gruppo C. Questa differenza è più evidente nella prima fase della prova, come confermato da IPG e ICA, che differiscono significativamente in questo periodo. I parametri produttivi nel complesso sono risultati in linea con le medie nazionali.

Nonostante il loro peso medio di macellazione più elevato, i suini del gruppo L non hanno mostrato un aumento nell'adiposità della carcassa. Questo risultato è in accordo con precedenti prove nelle quali l'aumento della durata della fotofase era meno pronunciato (Martelli et al., 2005; Sardi et al., 2012) ed indica come gli animali del gruppo L abbiano avuto un maggiore

sviluppo corporeo, che comunque non ha alterato la composizione della carcassa. Poiché gli animali ricevevano un'alimentazione razionata, tale differenza nei parametri produttivi (il 13% per l'IPG nel primo periodo) non è attribuibile a differenze di ingestione, bensì ad altri fenomeni metabolici. Nel nostro caso non si può escludere un aumento della secrezione di GH (Growth Hormone), anche se non è stata condotta alcuna analisi specifica. In letteratura è stato ipotizzato che un aumento delle ore di luce possa stimolare la secrezione di GH nei suini (Claus e Weiler, 1994), e un effetto simile è stato osservato nelle capre (Jin et al., 2012). Dubreuil et al. (1988) hanno dimostrato che l'oscurità riduce i valori basali di GH in suini di entrambi i sessi, e che negli agnelli la secrezione di GH è aumentata durante il riposo (Laurentie et al., 1989). Nel nostro caso, l'effetto congiunto di una fase di buio più breve e di un maggiore tempo dedicato al riposo durante le ore di luce potrebbe aver aumentato la secrezione del GH, e quindi favorito lo sviluppo corporeo complessivo, ipotesi che spiegherebbe il più elevato peso di macellazione a fronte di una identica composizione della carcassa (cioè il fatto che gli animali fossero di dimensioni maggiori, ma non più grassi). Inoltre, l'elevato livello di calma osservato fra i 100 e i 160 kg (il gruppo L ha dedicato una parte maggiore del periodo di luce al riposo) potrebbe aver ridotto la quantità di energia consumata (e sprecata) dagli animali nell'espressione di altri comportamenti, come la sovra-esplorazione del box (che in genere si osserva in condizioni di stress o frustrazione). Ciononostante, è bene evidenziare come, a fronte dei migliori parametri produttivi del gruppo L, le differenze in IPG e ICA fossero significative solo nella prima fase della prova, quando non sono state effettuate videoregistrazioni.

Per quanto riguarda il comportamento degli animali, le nostre osservazioni mostrano che il prolungamento della fotofase ha determinato una redistribuzione delle attività dei suini durante la fase di luce. Come indicato, il prolungamento della fotofase non ha impedito al gruppo L di riposare anche durante le ore di luce, e la percentuale ridotta di tempo che gli animali hanno dedicato all'esplorazione durante la fotofase indica come, di fatto, il loro comportamento esplorativo non sia aumentato, ma sia stato redistribuito durante le ore di luce.

Nelle nostre precedenti ricerche, un incremento da 8 a 14 ore di luce a 70 lux aveva determinato un significativo aumento dell'IPG e un tendenziale innalzamento del peso alla macellazione (Martelli et al., 2005; Sardi et al., 2012), mentre una variazione nelle intensità luminose (40 vs. 80 lux) non aveva determinato alterazioni nei parametri produttivi (Martelli et al., 2010). Si può pertanto concludere che l'ulteriore aumento nella durata del fotoperiodo oggetto della presente ricerca (8 vs. 16 ore di luce al giorno), sebbene applicato alla minima intensità luminosa prevista per legge, abbia avuto un effetto ancora più evidente sull'accrescimento corporeo, confermando inoltre l'osservazione che la durata della luce determini effetti maggiori rispetto alla sua intensità.

E' necessario comunque evidenziare come questo effetto positivo sui parametri produttivi non abbia avuto ricadute negative in termini di qualità delle carni o del grasso. L'aumento nella durata del fotoperiodo, infatti, ha determinato un aumento nello spessore del grasso sottocutaneo nel gruppo L (probabilmente dovuto al maggiore sviluppo corporeo, come spiegato in precedenza), a sua volta associato ad un aumento del contenuto in MUFA e riduzione dei PUFA, con aumento del rapporto MUFA/PUFA. Questi risultati possono essere interpretati come una conseguenza dei diversi pesi di macellazione: infatti, un aumentato peso di macellazione è associato ad una riduzione nel grado di insaturazione degli acidi grassi. L'aumento di spessore del lardo dorsale è stato associato ad un più elevato contenuto in SFA e MUFA e a una notevole riduzione nel contenuto in PUFA (Virgili et al., 2003; Lo Fiego et al., 2005), con conseguente calo del rapporto PUFA/SFA (Raj et al., 2010). Questa variazione

nella composizione acidica è da considerarsi positivamente, poiché rende possibile ottenere un grasso le cui caratteristiche sono più adatte per il processo di stagionatura, in quanto meno soggetto a fenomeni di ossidazione lipidica. Nella presente prova, sebbene la differenza fra i gruppi sperimentali non fosse significativa, ridotti valori di TBARS e perossidi sono stati osservati nel grasso sottocutaneo proveniente dai prosciutti del gruppo L, indice una maggiore resistenza all'ossidazione durante la stagionatura.

Nel complesso, i risultati di questa prova sono in linea con quanto riportato da altri Autori italiani riguardo alla composizione acidica delle cosce fresche (Scipioni and Martelli, 2001; Virgili et al., 2003; Lo Fiego et al., 2005; Pugliese et al., 2006; Mordenti et al., 2012; Nannoni et al. 2013a; 2013b). Il numero di iodio, al di sotto di 70 per tutte le cosce, è in accordo con le indicazioni del Disciplinare di produzione del Prosciutto di Parma. La resa in prosciutto e i cali di peso durante la stagionatura riflettono i diversi pesi iniziali delle cosce e nel complesso i cali di peso sono stati più contenuti nel gruppo L, il che ha consentito una resa produttiva più elevata.

Per quanto riguarda la qualità dei prosciutti stagionati, l'unica differenza significativa è stata osservata a carico del contenuto in sodio cloruro, che è risultato più basso nei prosciutti del gruppo L. Ancora una volta, questa differenza è verosimilmente dovuta al peso più elevato delle cosce del gruppo L, che potrebbe aver rallentato la penetrazione del sale. Il ridotto contenuto di sale è da considerarsi favorevolmente in termini di nutrizione umana (Ruusunen and Puolanne, 2005). Infine, l'analisi sensoriale dei prosciutti stagionati non ha rivelato alcuna differenza significativa fra i gruppi sperimentali in termini di colore e consistenza della porzione magra e del grasso, sebbene i prosciutti del gruppo L abbiano ricevuto una valutazione complessiva più favorevole, probabilmente a causa della loro migliore omogeneità di colore nella porzione magra e della loro adiposità leggermente superiore.

## CONCLUSIONI

I fabbisogni specifici dei suini in termini di illuminazione sono legati alle loro necessità di ricevere un appropriato input sensoriale e di esprimere il loro repertorio comportamentale. Le nostre prove precedenti hanno dimostrato come un moderato aumento nell'intensità della luce e/o nella sua durata possano influenzare positivamente il benessere e/o i parametri produttivi dei suini pesanti (Martelli et al. 2005, 2010) senza provocare effetti negativi sui prosciutti stagionati (Sardi et al., 2012). I risultati della presente prova mostrano come, purché sia garantita un'adeguata fase di buio per il riposo, un ulteriore aumento nella durata del fotoperiodo (fino a 16 ore di luce al giorno) possa, anche alla minima intensità luminosa raccomandata dalla legge, migliorare da un lato i parametri di accrescimento e dall'altro le qualità nutrizionali e tecnologiche dei prosciutti, senza avere effetti negativi sul comportamento animale.

Allevare suini in condizioni di semioscurità al fine di evitare i comportamenti aggressivi è da considerarsi pertanto come una pratica priva di fondamento; al contrario, aumentare le ore di luce non altera la capacità dei suini di riposare né li rende più irrequieti. Pertanto i problemi comportamentali, quali le aggressioni o le morsicature, provocate da inadeguate condizioni di allevamento, dovrebbero essere risolti agendo sulle cause alla loro origine (scarso spazio pro capite, inadeguatezza dell'alimento, ambiente povero di stimoli) piuttosto che riducendo l'illuminazione ambientale come viene ancora fatto in maniera impropria da alcuni allevatori.

*Questo contributo rappresenta una traduzione e un riadattamento dell'articolo "Growth parameters, behaviour, meat and ham quality of heavy pigs subjected to photoperiods of different duration", Martelli et al. (2015), Journal of Animal Science 93:758-766.*

## BIBLIOGRAFIA

- AOAC (2006) "Official Methods of Analysis". 18<sup>th</sup> ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Gaithersburg, MD.
- Baldwin B.A., Start I.B. (1985) "Illumination preferences of pigs". *App. Anim. Behav. Sci.* 14, 233–243.
- Claus R., Weiler U. (1994) "Endocrine regulation of growth and metabolism in the pig: a review". *Livest. Prod. Sci.* 37, 245-260.
- Careri M., Mangia A., Barbieri G., Bolzoni L., Virgili R., Parolari G. (1993) "Sensory Property Relationships to Chemical Data of Italian type Dry-cured Ham". *J. Food Sci.* 58, 968–972.
- Consorzio del Prosciutto di Parma (1992). "Prosciutto di Parma, Denominazione di Origine Protetta. Disciplina generale e dossier". [http://www.prosciuttodiparma.com/pdf/it\\_IT/disciplinare.28.11.2013.it.pdf](http://www.prosciuttodiparma.com/pdf/it_IT/disciplinare.28.11.2013.it.pdf).
- Dubreuil P., Lapierre H., Pelletier G., Petitclerc D., Couture Y., Gaudreau P., Morisset J., Brazeau P. (1988) "Serum growth hormone release during a 60-hour period in growing pigs". *Dom. Anim. End.* 5, 157–164.
- EFSA - European Food Safety Authority (2007) "Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission on Animal health and welfare in fattening pigs in relation to housing and husbandry". *EFSA Journal* 564, 1–14.
- European Council (2008) "Council Directive 2008/120/EC of 18 December 2008 laying down minimum standards for the protection of pigs (codified version)". *OJEU L* 47, 5–13.
- Folch J., Lees M., Sloane Stanley G.H. (1957) "A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues". *J. Biol. Chem.* 226, 497–509.
- Honikel K.O. (1998) "Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat". *Meat Sci.* 49, 447–457.
- Jin J., Yaegashi T., Sawai K., Hashizume T. (2012). "Effects of photoperiod on the secretion of growth hormone in female goats". *Anim. Sci. J.* 83, 610-616.
- Laurentie M.P., Barenton B., Charrier J., Garcia-Villar R., Marnet P.G., Blanchard M., Toutain P.L. (1989) "Instantaneous secretion rate of growth hormone in lambs: relationships with sleep, food intake and posture". *Endocrinology* 125, 642–651.
- Lo Fiego D.P., Santoro P., Macchioni P., De Leonibus E. (2005) "Influence of genetic type, live weight at slaughter and carcass fatness on fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue of raw ham in the heavy pig". *Meat Sci.* 69,107–114.
- Martelli G., Boccuzzi R., Grandi M., Mazzone G., Zaghini G., Sardi L. (2010) "The effects of two different light intensities on the production and behavioural traits of Italian Heavy pigs". *Berl. Munch. Tierarztl.* 123, 10–15.
- Martelli G., Sardi L., Stancampiano L., Govoni N., Zannoni A., Nannoni E., Forni M., Bacci M.L. (2014). "A study on some welfare-related parameters of hDAF transgenic pigs when compared to their conventional close relatives". *Animal* 8, 810-816.
- Martelli G., Scalabrin M., Scipioni R., Sardi L. (2005) "The effects of the duration of the artificial photoperiod on the growth parameters and behaviour of heavy pigs". *Vet. Res. Comm.* 29(Suppl. 2), 367–369.
- Mordenti A.L., Martelli G., Brogna N., Nannoni E., Vignola G., Zaghini G., Sardi L. (2012) "Effects of a soybean-free diet supplied to Italian heavy pigs on fattening performance, and meat and dry-cured ham quality". *It. J. Anim. Sci.* 11, 459–465.
- Nannoni E., Martelli G., Cecchini M., Vignola G., Giammarco M., Zaghini G., Sardi L. (2013a) "Water requirements of liquid-fed heavy pigs: Effect of water restriction on growth traits, animal welfare and meat and ham quality." *Livest. Sci.* 151, 21-28.

- Nannoni E., Martelli G., Parazza P., Zaghini G. Sardi L. (2013b) "The effects of soybean press cake on productive traits and meat quality of Italian heavy pigs intended for Parma ham production". *Acta Agriculturae Slovenica Suppl.*4, 81-84.
- Parolari G., Virgili R., Schivazappa C. (1994) "Relationship between cathepsin B activity and compositional parameters in dry-cured hams of normal and defective texture". *Meat Sci.* 38, 117-122.
- Pugliese C., Franci O., Acciaioli A., Bozzi R., Campodoni G., Sirtori F., Gandini G. (2006) "Physical, chemical and technological traits of dry cured ham of Cinta Senese pigs reared outdoors and indoors". *It. J. Anim. Sci.* 5, 265-276.
- Raj S., Skiba G., Weremko D., Fandrejewski H., Migdal W., Borowiec F., Polawska E. (2010) "The relationship between the chemical composition of the carcass and the fatty acid composition of intramuscular fat and backfat of several pig breeds slaughtered at different weights". *Meat Sci.* 86, 324-330.
- Ruusunen M., Puolanne E. (2005). "Reducing sodium intake from meat products". *Meat Sci.* 70, 531-541.
- Sardi L., Nannoni E., Grandi M., Vignola G., Zaghini G., Martelli G. (2012) "Meat and ham quality of Italian heavy pigs subjected to different illumination regimes". *Berl. Munch. Tierarztl.* 125.11/12, 463-468.
- Scipioni R., Martelli G. (2001) "Consequences of the use of ensiled sugar beet-pulp in the diet of heavy pigs on performances, carcass characteristics and nitrogen balance: a review". *Anim. Feed Sci. Technol.* 90, 81-91.
- Taylor N., Prescott N., Perry G., Potter M., Le Sueur C., Wathes C. (2006) Preference of growing pigs for illuminance. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 96, 19-31.
- Van Putten G., Elshof W.J. (1984) "The influence of three light levels on the behaviour of fattening pigs". *KTBL Schrift.* 199, 197-216.
- Virgili R., Degni M., Schivazappa C., Faeti V., Poletti E., Marchetto G., Pacchioli M.T., Mordenti A. (2003) "Effect of age at slaughter on carcass traits and meat quality of Italian heavy pigs". *J. Anim. Sci.* 81, 2448-2456.
- Virgili R., Parolari G., Schivazappa C., Soresi Boldrini C., Volta R. (1998) "Proteases in fresh pork muscle and their influence on bitter taste formation in dry-cured ham". *J. Food Biochem.* 22, 53-63.
- Virgili R., Schivazappa C. (2002) "Muscle traits for long matured dried meats". *Meat Sci.* 62, 331-343.
- Virgili R., Toscani T., Schivazappa C., Mazzotta L., Manfredini R., Portaluppi F. (2002) "Effect of seasonal changes on muscle cathepsin B activity and pH 24h of Italian heavy pig". In: *Proc. 48th Int. Congr. Meat Sci. Technol., Rome, Italy.* 25-30 August 2002, p. 600-601.
- Wang B., Pace R.D., Dessai A.P., Bovell-Benjamin A., Phillips B. (2002) "Modified extraction method for determining 2-Thiobarbituric acid values in meat with increased specificity and simplicity". *J. Food Sci.* 67, 2833-2836.