

# 各種趕豬方式對移動效率及屠肉品質之影響<sup>(1)</sup>

陳文賢<sup>(2)</sup> 陳義雄<sup>(2)</sup>

收件日期：89 年 8 月 7 日；接受日期：89 年 12 月 29 日

## 摘 要

本研究目的在探討豬隻於屠宰場之繫留欄內利用各種趕豬方式，包括手趕（A 組）、木棒（B 組）、木板（C 組）及電擊棒（D 組），將豬隻自繫留欄驅趕至電昏室加以電昏及屠宰，計算豬隻移動效率及分析屠體性狀。試驗結果顯示豬群使用電擊棒驅趕的移動效率顯著高於其他三組方式（ $P < 0.05$ ）。各處理組屠體於 0℃ 預冷室冷卻 24 小時後，發現電擊棒組的屠體中心溫度降低速度慢（ $P < 0.05$ ）且背最長肌的電導度值顯著高於其他三組方式（ $P < 0.05$ ）。分切肉質性狀表現以電擊棒組蒸煮失重率顯著高於木板組（ $P < 0.05$ ）。截切值則是電擊棒組低於木板組（ $P < 0.05$ ）。肉中游離水含量以電擊棒組顯著高於其他三組方式（ $P < 0.05$ ）。綜合各項試驗的結果顯示，豬隻屠宰前使用電擊棒電擊驅趕非僅為害屠肉品質且有虐待豬隻違反動物福利觀念的落實。

關鍵詞：驅趕方式、移動效率、電擊棒、屠肉品質。

## 緒 言

豬隻屠宰前處理條件如氣溫變異、電擊追趕、運輸流程等若操作不當容易產生緊迫導致肉質低劣，降低消費者購買意願。屠宰前遭受緊迫對屠後肌肉 pH 值、肉色及保水性（Lambooi, 1991；Warriss and Brown, 1985）與貯存期限（Tarrant, 1991）均有負面作用。消費者購買新鮮肉品的意願相當容易受到肉品展售外觀所影響，而豬隻屠宰前受到嚴重的緊迫時，常改變屠肉的品質與外觀，因而影響消費者的購買意願。

國內毛豬無論是銷往肉品市場或冷凍肉品工廠，均需經過運輸及繫留等操作程序，豬農、運輸司機及市場操作人員常利用電擊棒驅趕豬隻，以加速運輸及繫留作業。據調查目前國內毛豬運銷過程使用的趕豬工具以電擊棒最為普遍，其次依序是木棒、手趕等（周等，1995）。然而，驅趕作業過於劇烈容易使豬隻產生緊迫，繼而改變生理狀態平衡，最終影響屠肉品質。另 Smulders *et al.* (1992) 認為屠體處理會影響傳統品質觀念包括營養價值、衛生安全、功能性質及官能性質外，消費大眾亦逐漸認為肉質應包含動物福利（animal welfare）觀念之推展。歐洲許多國家相當注重動物福利觀念的推展與落實，部份國家已明文禁止使用非人道方式驅趕及處理牲畜。本試驗旨在利用

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第1027號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所畜產加工系。

不同趕豬方式（手趕、木棒、木板及電擊棒）於繫留欄內驅趕豬隻至屠宰室，測試各種趕豬方式的趕豬效率及屠宰後肉質變化。

## 材料與方法

### I. 試驗設計

肥育後三品種雜交肉豬（約克夏×藍瑞斯×杜洛克）於屠宰前一日下午運輸至冷凍肉品工廠繫留欄（長 9.6 m、寬 3.2 m、門寬 3.2 m）過夜，每欄關養 25 頭豬隻，豬隻於繫留欄內當晚禁食但供應清水，次日清晨進行驅趕緊迫試驗，試驗進行的方式為利用各種趕豬方式：(A)手趕；(B)木棒（長 100 cm，直徑 2 cm）；(C)木板（長 100 cm，寬 80 cm，高 0.5 cm）；(D)電擊棒（100 伏特）將豬隻自繫留欄驅趕各 25 頭至電昏室（繫留欄至電昏室距離為 25 公尺）進行電昏、放血及屠宰程序。為方便屠體的現場測定及實驗室分析，每日僅進行一種處理方式且不同處理間的豬隻關養繫留欄的位置均相同。其間除計算豬群自繫留欄趕至電昏室所需時間外；屠體經去除頭部、皮及去內藏後置於冷藏室中進行 24 小時的冷卻處理（冷卻溫度為 0℃），隔日進行屠體分切，每處理組各取二十頭背最長肌樣品供分析肉質性狀。本試驗總共進行三重複。

### II. 分析方法

- (i) 屠體溫度及 pH：利用金屬製鑽孔器於背最長肌預備測定點鑽探至近中心處，使用微電腦 pH 測定器（Hanna instruments, HI 8424, Italy）插入背最長肌中心處（近 11 肋處），待數據穩定後記錄溫度及 pH 數值。測定的時間為屠後 45 分鐘（Temperature 1 及 pH 1）及屠後 24 小時（Temperature 24 及 pH 24）。每個屠體測定三點求平均。
- (ii) 電導度值：使用電導度儀（LF 196, WTW, Weilheim, Germany）插入 10~11 肋骨間背最長肌中心處測定之（Sack, 1993）。每次測定前需將探測針殘留脂肪及血水等擦拭乾淨，以利數據的正確判讀。
- (iii) 肉色測定：以色差計（Model TC-1, Denshoku, Japan）測定背最長肌之 Hunter L 值，測三點求平均。試驗樣品取背最長肌中段處，切成 1.5 cm 厚的肉片進行測定。
- (iv) 蒸煮失重：背最長肌切塊稱重（每塊約 300 g）放入真空袋內，稍加真空包裝後置入 75℃ 恆溫槽內煮 1 小時，測其汁液損失量（Wal van der *et al.*, 1993）。
- (v) 剪切值：樣品經 75℃ 水煮 1 小時，冷卻至室溫後取樣品的中心部分，順著肌纖維的走向切成 3×1.2×1.2cm 之肉條置於 Warner-Bratzler Shear（G-R electric Mfg. Co., U.S.A.）測定之。截切值的數據取得是以機械將整條肌纖維截斷時為標準。
- (vi) 肉色評分：整條背最長肌依其垂直方向切成 1.5 cm 厚的肉片，置於白色紙板中，依據 National Pork Producers Council（1991）之標準色澤加以對照評估各肉片樣品的得分，其得分高低是以 1 表示蒼白，5 表示深暗。
- (vii) 肉品游離水：取樣品肉 100 g 經絞碎均質後，從中取樣 10 g 置入離心管，於 4℃，4000 rpm 離心 20 分鐘（Z320, Hermle, Germany），記錄分離液容量（Fleming *et al.*, 1974）。所求得的液體分離量用以表示肉品的游離水含量。

### III. 統計分析

試驗所得資料以統計分析系統（SAS, 1988）進行統計分析，利用一般線性模式（GLM）進行變方分析，再以鄧肯式新多變域測定法比較處理間差異顯著性。

## 結果與討論

豬隻於繫留欄內利用各種國內常用的豬隻驅趕方式將豬群驅趕至電昏室的移動效率而言，以電擊棒驅趕的移動速度最為快速，僅需要 70 秒的時間（表 1），顯著較其他組驅趕方式較能快速增加豬隻移動效率（ $P < 0.05$ ）。本試驗結果印證國內養豬業者或屠宰加工廠業為追求驅趕速度而經常利用電擊棒之原因。

表 1. 不同趕豬方式對移動效率之影響

Table 1. Effects of different driving methods on moving efficiency

Items	A	B	C	D
Moving time (sec.)	120 <sup>b</sup>	113 <sup>b</sup>	108 <sup>b</sup>	70 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Values labelled with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

A, Control (pigs driven by hand); B, Driven by wood stick; C, Driven by wood board; D, Driven by electric goad.

表 2. 不同趕豬方式對屠體溫度、酸鹼度及電導度之影響

Table 2. Effects of different driving methods on temperature, pH and electric conductivity of carcass

Items	A	B	C	D
Temperature 1, °C	31.9	33.6	32.3	32.6
Temperature 24, °C	6.1 <sup>b</sup>	4.4 <sup>c</sup>	5.5 <sup>b</sup>	9.0 <sup>a</sup>
pH <sub>1</sub>	6.33	6.21	6.20	6.31
pH <sub>24</sub>	5.88 <sup>b</sup>	6.02 <sup>a</sup>	5.98 <sup>a</sup>	6.11 <sup>a</sup>
Electric conductivity (mS/cm)	5.2 <sup>b</sup>	4.8 <sup>b</sup>	4.8 <sup>b</sup>	6.7 <sup>a</sup>

Temperature<sub>1</sub> 及 pH<sub>1</sub>：屠後 45 分鐘的溫度及 pH。

Temperature<sub>24</sub> 及 pH<sub>24</sub>：屠後 24 小時的溫度及 pH。

<sup>a,b,c</sup> Values labelled with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

A, Control (pigs driven by hand); B, Driven by wood stick; C, Driven by wood board; D, Driven by electric goad.

表 3. 不同趕豬方式對屠肉性狀之影響

Table 3. Effects of different driving methods on the carcass characteristics of pigs

Items	A	B	C	D
Hunter L value	37.4 <sup>c</sup>	39.5 <sup>b</sup>	37.6 <sup>c</sup>	41.5 <sup>a</sup>
Cooking loss, %	35.5 <sup>ab</sup>	35.9 <sup>ab</sup>	34.7 <sup>b</sup>	37.5 <sup>a</sup>
Shear value, kg	5.15 <sup>ab</sup>	4.62 <sup>ab</sup>	5.55 <sup>a</sup>	4.31 <sup>b</sup>
Meat color score**	3.52	3.12	3.38	3.15
Free water content, %	2.19 <sup>b</sup>	3.84 <sup>b</sup>	3.14 <sup>b</sup>	4.39 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> Values labelled with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

\*\* 1, Very pale; 5, very dark.

A, Control (pigs driven by hand); B, Driven by wood stick; C, Driven by wood board; D, Driven by electric goad.

豬隻屠宰後 45 分鐘的屠體溫度表現，各種驅趕方式間無顯著差異（表 2），然而對照組（手趕組）有屠體溫度降低較為快速的現象產生；豬隻屠體經 24 小時預冷的屠體溫度以木棒組最低，手趕及木板的屠體溫度次之，電擊棒組的屠體溫度最高（ $P < 0.05$ ），顯示使用電擊棒驅趕豬隻會延緩屠體溫度的降低速度。此結果同陳及陳（1997）指出豬隻屠前利用電擊棒電擊驅趕會延緩屠體於預冷室內溫度的降低相符合。豬隻遭遇強烈緊迫處理後屠宰，會加速屠體無氧醣解作用的快速進行，產生多量的熱蓄積於屠體中（Kinsman *et al.*, 1994），可能是造成電擊棒組屠後 24 小時屠體溫度顯著高於其他處理組的原因。

各種驅趕方式進行驅趕後的豬隻屠體 45 分鐘 pH ( $pH_1$ ) 顯示各處理間並無顯著差異；屠體屠後 24 小時的 pH ( $pH_{24}$ ) 則以對照組顯著低於其他各種趕豬方式（ $P < 0.05$ ）。此結果亦同陳及陳（1997）發現豬隻屠前利用 100 伏特的電擊棒電擊驅趕時，其屠後 24 小時的 pH 較未受電擊豬屠體高。豬隻屠後肌肉內儲存的肝醣會因為缺乏氧氣的供應，迅速地進行醣解作用（無氧發酵）轉變為乳酸鹽，堆積於體內引發肌肉 pH 值快速降低（Herring *et al.*, 1971；Smith *et al.*, 1976），屠後 45 分鐘的肌肉 pH ( $pH_1$ ) 常用於預測 PSE 肉的形成，通常  $pH_1$  若低於 5.8 時，極可能於 24 小時後成為 PSE 肉（Kempster and Cuthbertson, 1975；Smith and Wilson, 1978）。本試驗各種驅趕方式處理的屠體  $pH_1$  均在 6.04 以上，故形成 PSE 肉的機率並不高。然而有研究認為使用  $pH_{24}$  來評估豬肉品質較為客觀，但可利用  $pH_1$  作為肉質評估的輔助方法（Wal, 1983）。本試驗表 2 中的電擊棒組  $pH_{24}$  最高，但是表 3 卻顯示出電擊棒組的亮度值及游離水含量最高，似有自相矛盾的情形產生。由於試驗豬隻是在屠宰場逢機選取三品種雜交豬進行試驗，對於雜交豬的遺傳組成並未加以考量，因為 Lundstrom *et al.*（1989）指出豬隻遺傳組成差異，如帶緊迫敏感基因（nn）豬隻的醣解作用速率較非緊迫敏感基因豬（Nn, NN）還要快，故其乳酸鹽含量高，肌肉 pH 較低。是否因為三品種雜交豬遺傳組成混雜，導致電擊棒組  $pH_{24}$  及亮度值與游離水含量間的矛盾，則有待進一步的試驗加以探討。

肌肉電導度是明瞭動物細胞膜完整與否的指標（Kleibel *et al.*, 1983），肌肉細胞膜通透性改變可干擾到體液內離子的運輸。因此電導度值高低可間接用以評估肌肉滴水性或肉質蒼白程度。各種驅趕方式中以電擊棒組的屠體電導度值達 6.77 mS/cm，較其他三組方式為高（ $P < 0.05$ ）。Garrido and Honikel（1996）認為正常豬肉電導度範圍應在 5 以下，若電導度達 7 以上即可判定為 PSE 肉。而本試驗中各處理組的電導度值均在 7 以下，雖未達到 PSE 肉的程度，但從電擊棒組的電導度值而論，使用電擊棒驅趕豬隻已經提高豬肉產生 PSE 肉的風險。

不同趕豬方式驅趕豬隻後對於屠肉性狀影響情形列於表 3。Hunter L 值（亮度值）可作為鮮肉或煮熟肉製品的客觀色澤測定之用，因為亮度值容易測定，但需留意樣品處理方式及測定的表面情況的標準化。本試驗的亮度值結果顯示，豬隻利用電擊棒驅趕的亮度值最高，木棒驅趕的屠肉亮度值次高，對照組及木棒驅趕豬屠體最低（ $P < 0.05$ ）。肉色亮度值與豬肉品質關係相當密切，通常 PSE 的亮度值高且其保水能力低，亦即加工過程中水分損失量高；而 DFD 肉的亮度值低但其保水能力強。Smith *et al.*（1979）與 Savell *et al.*（1978b）發現牛隻經電擊刺激後會提高肌肉亮度值，而本試驗結果與 Bendall（1980）指出電擊刺激會使屠肉產生類似水樣肉而增加亮度值的趨勢相符合。

蒸煮失重率以電擊組顯著高於其餘三組（ $P < 0.05$ ），顯示利用電擊棒驅趕豬隻除不符合動物福利要求外，亦對肉質造成傷害及產生經濟上的損失。Savell *et al.*（1978a）認為屠後牛肉經過電擊刺激會提高蒸煮失重率，因為電擊刺激會促使屠肉產生類似水樣肉（PSE-like）的狀況，致蒸煮失重率提高（Bendall, 1980）。

為測定全肌肉製品的嫩度，美國肉品科學學會（AMSA, 1978）建議使用 Warner-Bratzler shear force 進行截切值試驗，以截切值數據來代表肉製品的嫩度。試驗結果顯示經各種趕豬方式

驅趕後豬隻的肌肉截切值間並無顯著差異，顯示屠前緊迫對豬肉剪切值影響較為輕微。此趨勢同 Dutson *et al.* (1982) 指出電擊刺激牛隻對肌肉剪切值影響輕微的結果相符合。通常截切值的高低與全肉製品的嫩度相關係數約為 $-0.01$ 至 $-0.94$ 的負相關。

利用肉色評分方式判斷各種趕豬方式使用對豬肉品質影響結果顯示，各處理間的肉色評分並無顯著差異，但其中以對照組及木板組有較優的肉色評分，而木棒及電擊組的肉色評分有較低的趨勢存在。

肉品游離水多寡對消費者或加工業者，均是相當重要的肉質形狀，游離水多表示保水性差，反之則保水性佳。試驗中電擊組的肉品游離水含量顯著高於其餘三組趕豬方式 ( $P < 0.05$ )，顯示電擊有害屠肉保水性。

## 結 論

綜合各項試驗的結果顯示，豬隻屠宰前使用電擊棒電擊驅趕非僅為害屠肉品質且有虐待豬隻違反動物福利觀念的落實。然而，若同時考慮豬群移動的效率及維持屠肉的良好品質，使用木板驅趕豬隻似乎是可行的方向，但如何將規格及材質加以標準化，則賴進一步的試驗加以探討。

## 誌 謝

本試驗承蒙行政院農業委員會八十六年度農業綜合調整方案試驗(86 科技-1.13-牧-05 (5))經費補助，特此誌謝。

## 參考文獻

- 周仲光、李謀監、劉耀中。1995。毛豬在冬季運輸過程中造成事故死亡之調查研究。臺灣農業 31(2)：55~72。
- 陳文賢、陳義雄。1997。豬隻屠前以電擊棒電擊驅趕對屠肉品質之影響。畜產研究 30(2)：189~196。
- AMAS, 1978. Guidelines of Cookery and Sensory Evaluation of Meat. American Meat Science Association, National Live Stock and Meat Board, Chicago, IL.
- Bendall, J. R. 1980. In: Developments in Meat Science-1, R. A. Lawrie, ed., Applied Science Publishers, London. pp. 37.
- Dutson, T. R., J. W. Savell and G. C. Smith. 1982. Electrical stimulation of ante-mortem stressed beef. Meat Sci. 6 : 159~162.
- Faustman, C. 1994. Postmortem changes in muscle foods. In: *Muscle Foods: Meat, Poultry and Seafood Technology*, D. M. Kinsman, A. W. Kotula, and B. C. Breidenstein, eds. pp. 63~78. Chapman and Hall, Inc. New York.
- Fleming, S. E., R. W. Sosulski, A. Kilara and E. S. Humbert. 1974. Viscosity and water absorption characteristics of isolates. J. Food Sci. 39 : 188~191.

- Garrido, M. D. and K. O. Honikel. 1996. Relationship between pork quality characteristics early postmortem and after chilling. *Fleischwirtschaft Intl.* 1 : 5~8.
- Herring, H. K., J. H. Hanggard and L. J. Hansen. 1971. Studies on chemical and physical properties of pork in relation to quality. *J. Anim. Sci.* 33 : 568~578.
- Kempster, A. J. and A. Cuthbertson. 1975. A national survey of muscle pH values in commercial pig carcasses. *J. Food Technol.* 10 : 73~80.
- Kleibel, A., H. Pfutzner und E. Krause. 1983. Messung des dielektrischen verlustfaktors-Eine im Routinebetrieb anwendbare methode zur Erkennung von PSE-Muskeln. *Fleischwirtsch.* 63 : 322~328.
- Lambooi, E. 1991. Transport of slaughter pigs causes stress and affects meat quality. *Misset-Pigs* 7 : 36~37.
- Lundstrom, K., B. Essen-Gustavsson, M. Rundgren, I. Edfors-Lijia and G. Malmfors. 1989. Effect of halothane genotype on muscle metabolism at slaughter and its relationship with meat quality: A within-litter comparison. *Meat Sci.* 25 : 251~263.
- National Pork Producers Council. 1991. Procedures to evaluate market hogs. 3rd ed. Des Moines, Iowa. U. S. A.
- Sack, E. 1993. Zur Messung der Fleischbeschaffenheit von Schweinhalften am Schlachtband. Bundesanstalt fuer Fleischforschung. *Mitteilungsblatt*, 101 : 8037~8044.
- SAS. 1988. Users Guide: Statistics SAS Inst., Inc., Carry, N. Carolina, USA.
- Savell, J. W., G. C. Smith and Z. L. Carpenter. 1978a. Effect of electrical stimulation on quality and palatability on light-weight beef carcasses. *J. Anim. Sci.* 46 : 1221~1228.
- Savell, J. W., T. R. Dutson., G. C. Smith and Z. L. Carpenter. 1978b. Structural changes in electrically stimulated beef muscle. *J. Food Sci.* 43 : 1606~1618.
- Smith, W. C., A. Wilson, A. C. Burr and J. B. K. Clark. 1976. A note on muscle pH 1 values in commercial pig carcasses. *Anim. Prod.* 22 : 283~286.
- Smith, W. C. and the late A. Wilson. 1978. A note on some factors influencing muscle pH 1 values in commercial pig carcasses. *Anim. Prod.* 26 : 229~232.
- Smith, G. C., T. R. Dutson, H. R. Cross and Z. L. Carpenter. 1979. Electrical stimulation of hide-on and hide-off calf carcasses. *J. Food Sci.* 44 : 335~338.
- Smulders, F. J. M. and Riette L. J. M. Van Laack. 1992. Meat quality preslaughter animal handling and fresh meat processing. *Fleischwirtsch.* 72 : 1411~1413.
- Tarrant, V. 1991. The last feed before slaughter. *Pig International* November : 39~41.
- Wal, P. G., G. van der Eikelenboom and E. Lambooi. 1983. The effect of electrical stunning on pork quality. In "*Stunning of Animal for Slaughter*", Martinus Nijhoff Publishers. pp. 82~89.
- Wal, P. G., G. van der Vries, A. W. de Smulders and F. J. M. Engel. 1993. "Scharrel" (Free range) pigs: carcass composition, meat quality and test-panel studies. *Meat Sci.* 34 : 27~37.
- Warriss, P. D. and S. N. Brown. 1985. The physiological responses to fighting in pigs and the consequences for meat quality. *J. Sci. Food Agric.* 36 : 87~98.

## Effects of Different Driving Methods on Moving Efficiency and Carcass Quality of Pigs<sup>(1)</sup>

Wen-Shyan Chen<sup>(2)</sup> and Yie-Shiung Chen<sup>(2)</sup>

Received Aug. 7, 2000 ; Accepted Dec. 29, 2000

### Abstract

The experiment was conducted to investigate the effects of applying different driving methods (including driving pigs by hand, by wood stick, by wood board and by electric goad) on moving efficiency and carcass quality in hybrid pigs. Each pen held 25 pigs. Before slaughter, pigs were driven by different driving methods from the holding pen to stunning room. The distance between the holding pen and stunning room was 25 meters. After slaughter, the carcasses were held in chilling room (0 °C ) for 24 hours and then were sampled for measuring the carcass characteristics. The results showed that moving efficiency by using electric goad was the best among the treatments ( $P < 0.01$ ). And the driving with electric goad resulted in significantly higher electrical conductivity, L value, cooking loss and free water content on the pig carcass than those using wood stick ( $P < 0.05$ ). In conclusion, pigs driven by electric goad not only harmed the carcass quality, but also violated the animal welfare concept.

Key words : Driving methods, Moving efficiency, Electric goad, Carcass quality.

---

(1) Contribution No. 1027 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Dept. of Animal Products Processing, COA-TLRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan, R.O.C.