

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

即時超音波掃描儀估測豬隻體組成與屠體性能的研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2313-B-034-013-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：中國文化大學畜產學系

計畫主持人：羅玲玲

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 10 月 27 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

即時超音波掃描儀估測豬隻體組成與 屠體性能的研究

計畫類別： ˘ 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 91-2313-B-034-013

執行期間：91年8月1日至92年7月31日

計畫主持人：羅玲玲

共同主持人：

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：中國文化大學

中 華 民 國 九 十 二 年 十 月 二 十 一 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

即時超音波掃描儀估測豬隻體組成與屠體性能的研究

Serial real-time ultrasonography of pigs to predict body composition
and carcass characteristics

計劃編號：NSC 91-2313-B-034-004

執行期限：91 年 8 月 1 日至 92 年 7 月 31 日

主持人：羅玲玲 中國文化大學畜產學系

一、摘要

應用 A 模式(A mode)超音波掃描儀測定背脂厚度，已為國內豬隻中央性能檢定與場內檢定之標準作業程序，但在可即時測定背脂厚度與腰眼面積的二維式 B 模式(B mode) 超音波儀器的研究與應用，則相當有限，由於未來對高品質瘦肉生產效率的需求日益增加，超音波掃描儀對豬隻產肉能力估測的研究實有其必要性。目前新發展之 B 模式即時超音波掃描儀 ALOKA SSD 900，可於測定時立即讀出腰眼面積與背脂厚度，實用性大為增加。本研究目的即在應用此儀器建立我國純種豬隻脂肪與肌肉組織的生長曲線；並探討操作者對即時超音波測定豬隻體組成的效應。此外，採用 B 模式掃描儀測定豬隻體組成的適當部位亦加以探討。

採用 102 頭藍瑞斯、約克夏與杜洛克的公豬與女豬在體重 55, 65, 75, 85, 95, 及 105 kg 時，由一位有經驗的超音波技術師應用 ALOKA SSD 900 測定第 10 與最後肋骨部位之背脂厚度與腰眼面積，並加以紀錄。另一方面，包括藍瑞斯、約克夏與杜洛克的 306 頭次的公豬與女豬在相同體重時，應用超音波儀器，由三位操作者與一位有經驗的技術師同時應用即時超音波儀器 ALOKA SSD 900，測定第 10 與最後

肋部位之背脂厚度與腰眼面積。所有資料以 SAS MIXED 程序進行分析，統計模式中包括品種、性別、操作者、品種與性別之交感效應，並以迴歸修正測定體重，其中動物為逢機效應。結果顯示藍瑞斯公豬的生長最快 ($P < 0.05$)、杜洛克次之；而女豬在此二品種無顯著差異 ($P > 0.10$)。背脂厚度與腰眼面積在體重 61~70 kg 前尚無顯著變化，但在 71~80 kg 時品種與性別間之差異變大，顯示現代豬隻肥育後期(體重 70 kg)的體組成，在品種與性別間有顯著的差異。第 10 肋之背脂厚度的重複勢高於最後肋部位(0.68 vs. 0.44)，但最後肋之腰眼面積較易重複(0.65 vs. 0.77)，動物腰眼圖像的品質影響解讀準確性；三位操作者與技術師測定的相關係數，範圍由 0.42 至 0.84，不同操作者測定第 10 肋背脂厚度與技術師測定背脂厚度與腰眼面積的相關接近；最後肋背脂厚度則有較大變異，與腰眼面積測定的相關較低，顯示單點測定時，第 10 肋可能是較準確的部位，但應用 ALOKA SSD 900 儀器，操作者與測定部位是決定測定準確性的重要因子。操作者使用此儀器時，需有熟練的掃描與解讀技術，而發展技術人員訓練評鑑的標準作業程序有其必要。

關鍵詞：超音波、體組成、重複勢。

Abstract

Use of A mode ultrasound to estimate backfat thickness is the standard procedure on central and on farm performance testing programs for pigs in Taiwan. The application and research of B-mode or “real-time” machine, which can measure backfat thickness (BF) and longissimus muscle area (LMA), however, are rather limited. The demand of quality lean pork from consumers and producers is increasing and thus, requires the knowledge of using ultrasonic scanners to estimate lean production. Proposes of this study were to develop the growth curves on body composition for Taiwanese pig populations, and to examine the operator effects for ultrasonic determination of BF LMA.

A total of 102 Landrace (L), Yorkshire (Y), and Duroc (D) boars and gilts at six different growing stages (55, 65, 75, 85, 95, 105 kg of body weight), were scanned using ALOKA SSD 900 B mode ultrasound on BF and LMA at the tenth and last rib by an experienced technician. Body weight, age, and ultrasonic measurements were recorded. In addition, 3 persons and one experienced technician scanned BF and LMA at the tenth and last rib on 306 of L, Y, and D boars and gilts at the same body weight as the previous study. The mixed model procedure of SAS was used. The linear model included the fixed effects of breed, sex, operator, interaction between breed and sex, and body weight as a covariable; and random effect of animal.

Among three breeds, Landrace boars grew fastest ($P < 0.05$), followed by Duroc.

No differences were found in gilts between these two breeds ($P > 0.10$). BF and LMA were not differ among breeds and sexes when body weight is less than 70 kg, showing that the body composition of modern genotypes pigs was significant different in the late finishing phase (i.e., greater than 70 kg.). The repeatability of ultrasound tenth rib backfat (BFTN) was higher those corresponding to the last rib (0.68 vs. 0.44). Ultrasound last rib longissimus muscle area (LMALR) measurement was more repeatable than those of the tenth rib (0.65 vs. 0.77). The qualities of ultrasound images were affecting the accuracy of interpretation. The coefficients of correlation between three operators and the technician ranged from 0.42 to 0.84, with ultrasonic measures of BF and LMA at the tenth had higher values than those of at the last rib. Correlations between the measures of the BFTN and corresponding BF and LMA were similar between the technician and three operators. Coefficients of correlations were more varied in the last rib (BLR), with lower correlations between BFLR and LMA. The tenth rib site could be served as the probing site for body composition. Results of this study showing that the importance of scan and image interpretation in determining operator effects when using the Aloka SSD 900 scanner. Technical training standard must therefore, be established for operators of such equipment.

Keywords: Ultrasound, Body composition, Repeatability.

二、緣由與目的

即時超音波掃描儀已被廣泛的應用到豬隻屠體性能的育種改良。從早期只能測定背脂厚

度與腰眼深度的 A 模式(A mode), 一直到最近發展應用的較為複雜的, 可即時測定背脂厚度與腰眼面積的二度空間圖相的 B 模式(B mode)儀器。超音波掃描儀的發展, 已能由活體準確的估計豬隻的體組成, 並在改進豬隻屠體性能有很大的貢獻(Houghton, 1992; Lo et al., 1992; Herring, 1998; 羅, 2003)。國內豬隻採用 A 模式掃描儀測定背脂厚度, 已為中央性能檢定與場內檢定之標準作業程序, 但在 B 模式儀器的研究與應用, 則相當有限, 由於高品質瘦肉生產效率的需求將持續增加, 超音波掃描儀對豬隻產肉能力的估測的研究, 實有其必要性(Gresham et al., 1994; Moeller, 2002; Newcom et al., 2002)。在農委會補助下, 本省曾進口 Aloka SSD 500 B 模式超音波掃描儀, 並有相關報告發表(黃等, 1996; 張等, 1998), 但並未實際應用於中央性能檢定做為選拔的目標性狀; 目前新發展之 B 模式即時超音波掃描儀 Aloka SSD 900, 具有可攜帶的特性, 適合於現場的應用, 並可於測定時立即讀出腰眼面積與背脂厚度, 實用性大為增加。目前先進國家採用 B 模式掃描儀改善豬隻屠體性能, 已經非常普遍(Newcom and Baas, 2001; 羅, 2003), 展望未來, 對於高品質瘦肉生產效率的需求將持續增加, 超音波掃描儀對豬隻產肉能力的估測的研究, 實有其必要。

採用 B 模式掃描儀測定豬隻背脂厚度的位置, 一般為第 10 肋骨與最後肋骨部位, 而英國豬隻育種改良多年來採用 P₂(最後肋骨距背中線 6.5 cm)位置; 另一方面, 第 10 肋部位腰眼周圍肌肉的變異較最後肋的小, 因測定最後肋骨部位可由普通的觸診找到, 藍瑞斯由於於肋骨對數較杜洛克多 1~2 此準確性較高(Moller and Christian, 1998), 可做為豬隻整體肌肉生長的指標;

但亦有報告指出最後肋骨是預測瘦肉率較佳的部位(Youssao et al., 2002), 因此我國豬群測定之最適位置亦有了解的必要。

此外, 現代的豬隻在體重 40 kg 時的體組成相當穩定, 此時期只有極少量的脂肪蓄積, 但在到達 100 kg 以前, 脂肪厚度便有所變異, 必須根據脂肪蓄積來修正瘦肉生長速率(Courchaine et al., 1996; de Lange et al., 1998; Maltman, 2001), 為求提升種豬的品質, 實有必要應用超音波對我國現代豬群體組成的生長模式加以了解。

本研究目的即在應用 Aloka SSD 900 (AL-900), 建立我國純種豬隻脂肪與肌肉組織的生長曲線; 並探討操作者對即時超音波掃描儀測定豬隻背脂厚度與腰眼面積的效應。此外, 採用 B 模式掃描儀測定體組成的適當位置亦加以探討。

三、材料與方法

試驗豬群:

本試驗於 2002 年九月至 2003 年六月間, 於本省北部一家種豬場進行。所有豬隻約於 28 日齡離乳, 移入保育舍, 飼養至體重 20~25 kg 時, 移入每欄 10 頭之群檢豬舍, 以粗蛋白質 16% 的飼料飼養至體重約 50 kg, 之後則以粗蛋白質 14% 的飼料飼養檢定結束, 檢定期間飼料與水皆任食, 防疫與驅蟲計畫皆依現行飼養管理規定進行。

測定步驟:

試驗一: 逢機自其檢定豬群, 選用 102 頭包括藍瑞斯、約克夏與杜洛克的公豬與女豬進行試驗, 試驗豬於體重接近 50 kg 時, 每隔兩週秤重一次, 直到公豬體重接近 110 kg、女豬 90 kg 時結束, 秤重 5~6 次, 每次秤重時記錄日齡與體重, 並由一位有經驗的超音波技術師應用 B 模式即時超音波儀器 AL-900 測定第 10 與最後肋骨部位之背脂厚度與腰眼面積, 並加以解讀。

試驗二：包括藍瑞斯、約克夏與杜洛克的 306 頭次的公豬與女豬在與試驗一相同體重時，由三位操作者與一位有經驗的技術師同時應用 B 模式即時超音波儀器 AL-900，測定第 10 與最後肋骨部位之背脂厚度與腰眼面積。

AL-900 配置一 3.5 MHz 的傳導探頭、並與作為媒介之人工脂肪(superflav)與凝膠，固定於一長度約 17 cm 的框架，AL-900 測定時同時搭配的軟體可即時讀出腰眼面積與背脂厚度。

最後肋部位可由普通的觸診找到，藍瑞斯由於於肋骨對數較杜洛克多 1~2 對，因此第 10 肋骨部位較偏後。背脂厚度的測定是應用軌跡球(tracking ball)由背中線起腰眼長度 3/4 的部位，垂直於皮膚並且包括皮膚的厚度(圖 1)，腰眼面積，則應用軌跡球描繪腰眼週圍並計算出面積(圖 2)。



Fig. 1. Position of ultrasonic measure of backfat thickness



2. Position of ultrasonic measure of longissimus muscle area
統計方法：

所有資料以 SAS MIXED 程序進行分析。在剔除所有不重要的交感效應(P<0.10)

後，最後分析的統計模式中包括品種、性別、操作者、品種與性別之交感效應，並以迴歸修正測定體重，而動物則被視作逢機效應；不同體重之類別效應，在分析不同生長階段之體組成時亦列入模式中。此外，並應用組內相關(intraclass correlation)計算操作者測定第 10 肋與最後肋骨部位之背脂厚度與腰眼面積的重複勢(repeatability)，組內相關(t)計算公式如下：

$$t = \frac{Var(a)}{Var(a) + Var(e)}$$

式中

Var(a) = 動物間變方

Var(e) = 剩餘變方

組內相關之變方 Var(t) 則依 (Falconer and Mackay, 1996)：

$$Var(t) = \frac{2[1 + (n-1)t]^2(1-t)^2}{n(n-1)(N-1)}$$

式中

n = 重複測定次數

N = 動物頭數

四、結果與討論

生長曲線：

不同生長階段公豬與女豬的秤重日齡與體重依品種表現在圖 3 與圖 4。三個品種中，藍瑞斯公豬的生長最快(P<0.05)、杜洛克次之；而女豬在此二品種無顯著差異(P>0.10)，約克夏生長最慢。依據變方分析結果，在修正體重的差異之後，測定日齡在各體重階段，品種與性別皆有顯著差異(P<0.05)；在 Phase 1 (51~60 kg)時，只有第 10 肋背脂厚度顯示了品種的差異(P<0.05)；超音波測定背脂厚度(BF)與腰眼面積(LMA)在 Phase 4 (81~90 kg)與 Phase 5 (91~100 kg)時，品種與性別有顯著差異(P<0.05)。

應用最小平方平均值(Least Square Means)製作之不同品種豬隻體組成的生長曲線列在圖 5。背脂厚度與腰眼面積在體重 55 與 65 kg 時尚無顯著變化，但在 75 kg 時品種

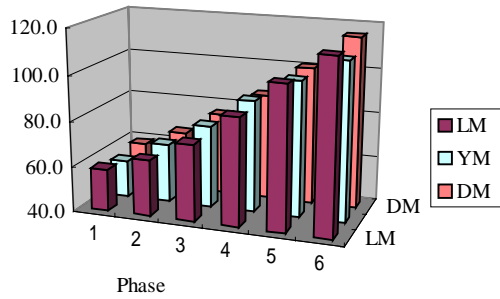


Fig. 3. Body weight of boars by breeds and growing phases. (Phase 1:51~60 kg ; Phase 2:61~70 kg; Phase 3: 71~80 kg; Phase 4: 81~90 kg; Phase 5:91~100 kg; Phase 6: 101~110 kg)

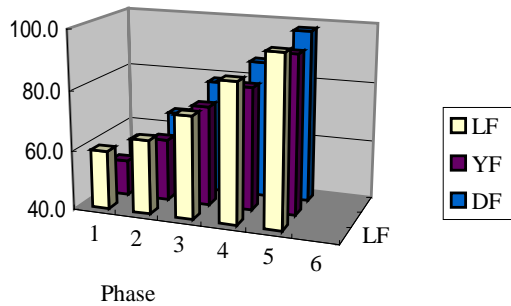


Fig. 4. Body weight of gilts by breeds and growing phase

與性別間之差異變大，體重 105 kg 時，藍瑞斯母豬有最薄的背脂，杜洛克母豬有最大的腰眼。一般認為早期階段的生長曲線在不同遺傳型與性別是相似的，45 kg 時不同性別的生長開始有差異，而不同遺傳型豬隻生長的差異發生在 60 kg (de Lange et al., 1998; Maltman, 2001), 本試驗顯示現代豬隻在肥育後期(體重 70 kg)品種與性別間有顯著的差異。

操作者效應：

分析第 10 肋與最後肋之背脂厚度，各項固定效應均顯著($P < 0.01$)，而腰眼面積除品種與性別之交感效應外，亦達顯著水準($P < 0.01$)。超音波測定體組成性狀的變方成分列在表 1(Table 1)，第 10 肋背脂厚度動物間變方高於最後肋骨部位，而腰

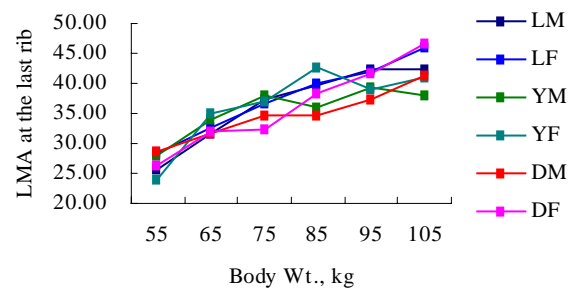
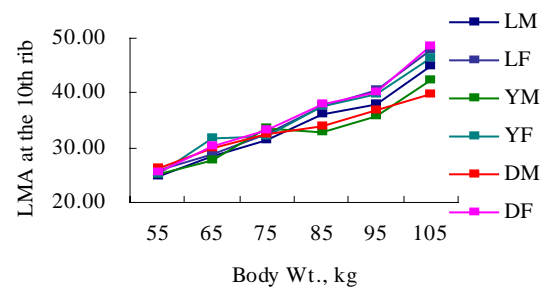
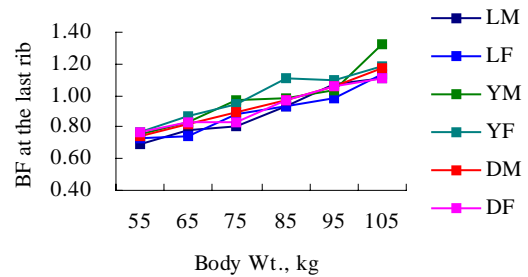
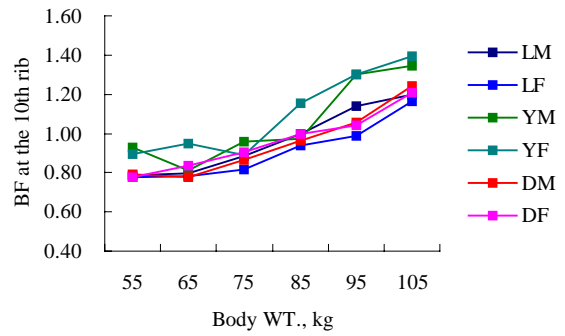


Fig. 5. Growth curve of body composition of pigs in different breeds

眼面積則低於最後肋部位。第 10 肋部位變異較大(Moller and Christian, 1998)，恐操作者不易做出正確的解讀；此外，以比利華豬為材料，應用 Pie Medical Scanner 200 的研究指出，超音波測定第 10 與最後肋背脂厚度的重

Table 1. Variance components on ultrasound measurements

Trait ^a	Between-animal	
Residual		
BFTN		0.1445
0.0670		
BFLR	0.0542	0.0699
LMATN		78.4800
42.8900		
LMALR	149.4500	44.7000

^a BFTN : BF at the 10 th rib; BFLR:BF at the lastrrib; LMATN: LMA at the 10 th rib; LMALR: LMA at the last rib.

Table 2. Repeatability ± standard error for operator on ultrasound measurements

Trait ^a	Repeatability ± standard error
BFTN	0.6832 ± 0.0031
BFLR	0.4367 ± 0.0055
LMATN	0.6466 ± 0.0035
LMALR	0.7698 ± 0.0019

^a Described as in Table 1.

複勢相似，但最後肋腰眼面積則較第 10 肋易於重複(Youssao et al., 2002)。藍瑞斯之背脂厚度的重複勢高於最後肋部位(0.68 vs. 0.44; Table 2)，但最後肋部位之腰眼面積較易重複(0.65 vs. 0.77)，本試驗最後肋部位背脂厚度之重複勢最低，但腰眼面積卻最高，AL-900 掃描脂肪厚度與腰眼面積時，可現場即時解讀，由於最後肋部位腰眼周圍肌肉的品質扮演解讀準確與否的重要角色，也指出了圖像解讀技術的重要性(McLaren et al., 1992)。

三位操作者與技術師測定的相關係數，範圍由 0.42 至 0.84 (Table 3)，其中不同操作者測定第 10 肋背脂厚度與技術師測定背脂厚度與腰眼面積的相關係數接

近；最後肋骨部位背脂厚度則有較大變異，與腰眼面積測定的相關較低，此點在腰眼面積測定也有相似的傾向；另一方面，第 10 肋腰眼面積測定不同操作者與技術師的相關一般較其他測定值高(Table 3)，顯示單點測定時，由於第 10 肋的穩定性，可能是較適合的測定部位，但應用 AL-900 儀器，操作者與測定部位是決定圖像品質，也是決定測定準確性的重要因子。AL-900 掃描脂肪厚度與腰眼面積時，可同時解讀腰眼圖像，操作者使用此儀器時，需有熟練的掃描與解讀技術，而發展技術人員訓練評鑑的標準作業程序有其必要。此外，本試驗由於未進行屠體性能的測定，因此實際操作者與測定部位及超音波與屠體測定值的準確性，仍待進一步的探討，以增加選拔準確性，提高豬隻屠體性能的遺傳改進量 (Falconer and Mackay, 1996)。

Table 3. Correlation between technician and operators on ultrasound measures

Variables ^a	TBFTN	TBFLR	TLMATN	TLMALR
BFTNO1	0.74	0.65	0.51	0.48
BFTNO2	0.77	0.67	0.54	0.47
BFTNO3	0.78	0.73	0.58	0.48
BFLRO1	0.66	0.61	0.56	0.46
BFLRO2	0.70	0.60	0.43	0.42
BFLRO3	0.73	0.63	0.53	0.53
LMATNO1	0.53	0.57	0.82	0.73
LMATNO2	0.54	0.55	0.78	0.66
LMATNO3	0.54	0.52	0.84	0.76
LMALRO1	0.52	0.58	0.69	0.73
LMALRO2	0.48	0.50	0.74	0.73
LMALRO3	0.48	0.50	0.72	0.77

^a TBFTN, BFTNO1, BFTNO2, BFTNO3: Tenth rib backfat measurement by the technician the operator 1, 2, and 3.

五、參考文獻

- 黃呈耀、羅玲玲、張錦山。1996。利用超音波掃描儀估測豬隻瘦肉量。臺糖畜產 2 : 1-11。
- 張秀鑾、嚴世俊、賴永裕、劉錦條、李世昌、黃鈺嘉、吳明哲。1998。中畜會誌 27(增刊) : 53。
- 羅玲玲。2003。豬隻育種改良方法。中國文化大學。
- Courchaine, J. K., M. J. Azain, R. D. Jones, and T. M. Glaze. 1996. Use of real-time ultrasound in the early finishing phase to predict carcass composition. Annu. Rep. University of Georgia, Athen, GA.
- de Lange, C. F. M., B. Szkotnicki, J. Murphy, and C. Dewey. 1998. Establishing feed intake and growth curves for individual growing-finishing pig units. Proc. 17th Annu Centralia Swine Res. Update. Kirkton-Woodham Community Centre.
- Falconer, D. S. and T. F. C. Mackay. 1996. Introduction to quantitative genetics. 4th Ed. Longman Group Limited.
- Gresham, J. D., S. R. McPeake, J. K. Bernard, M. J. Riemann, R. W. Wyatt, and H. H. Hen. 1994. Prediction of live and carcass characteristics of market hogs by use of a single longitudinal ultrasonic scan. J. Anim. Sci. 72: 1409-1416.
- Herring, W. 1998. Real-time ultrasound: Possible use in genetic prediction. Agri.Publ. G2001. Univ. of Missouri. MO.
- Houghton, P. L, and L. M. Turlington. 1992. Application of ultrasound for feeding and finishing animal: A review. J. Anim. Sci. 70:930-941.
- Lo, L. L., D. G. McLaren, F. K. McKieth, R. L. Fernando, and J. Novakofski. 1992. Genetic analyses of growth, real-time ultrasound, carcass and pork quality in Duroc and Landrace pigs. I. Breed effects. J. Anim. Sci. 73:2373-2386.
- Maltman, J. 2001. Tracking feeder pig performance. Manitoba Agri. and Food. May. Manitoba, Canada.
- McLaren, D. G., J. Novakofski, D. F. Parrett, L. L. Lo, S. D. Singh, K. R. Neumann, and F. K. McKeith. 1991. A study of operator effects on ultrasonic measures of fat depth and longissimus muscle area in cattle, sheep and pigs. Anim. Sci. 69:54-66.
- Moeller, S. J. 2002. Evolution and use of ultrasonic technology in the swine industry. J. Anim. Sci. 80(E. Suppl. 2):E19-E27.
- Moeller, S. J. and L. L. Christian. 1998. Evaluation of the accuracy of real-time ultrasonic measurements of backfat and loin muscle area in swine using multiple statistical analysis procedures. J. Anim. Sci. 76:2503-2514.
- Newcom, D. and T. J. Baas. 2001. Real-time ultrasound measurement procedures in the U.S. 豬隻超音波波掃描儀技師培訓研討會。東海大學。台中。
- Newcom, D., T. J. Baas, and J. F. Lampe. 2002. Prediction of intramuscular fat percentage in live swine using real-time ultrasound. J. Anim. Sci. 80:3046-3052.
- Youssao, I., V. Verleyen, C. Michaux, and P. L. Leroy. 2002. Choice of probing site for estimation of carcass lean percentage in Pietrain pig using the real-time ultrasound. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 6:195-200.

六、計劃成果自評

本計畫初步發展出以超音波測定為依據之體組成的生長曲線，可作為計算瘦肉生長率的參考。應用 Aloka SSD 900 儀器，操作者與測定部位是決定圖像品質，也是決定測定準確性的重要因子。操作者使用此儀器時，需有熟練的掃描與解讀技術，而發展技術人員訓練評鑑的標準作業程序有其必要。

本計畫針對新的即時超音波掃描儀測定豬隻背脂厚度與腰眼面積，在測定位置與操作者效應均加以探討，不同品種與性別豬隻體組成生長曲線的建立，可提供生產者依據性別與遺傳組成進行分級飼養的方式；此外，本試驗由於未進行屠體性能的測定，因此實際操作者與測定部位及超音波與屠體測定值的準確性，仍待進一步的探討，增加選拔準確性，提高豬隻屠體性能的遺傳改進量。