

# 液態與凝膠化仔豬人工乳對哺乳仔豬之生長性狀、 免疫球蛋白含量及糞便微生物數量之影響<sup>(1)</sup>

劉芳爵<sup>(2)(5)</sup> 鍾承訓<sup>(3)</sup> 林幼君<sup>(4)</sup>

收件日期：105 年 9 月 4 日；接受日期：106 年 3 月 27 日

## 摘 要

試驗目的評估液態與凝膠化人工乳對提升哺乳期仔豬生長性狀、免疫球蛋白含量、下痢的發生率與糞便微生物數量之影響。採用每胎 8 – 10 頭之新生仔豬，依性別與體重分為 3 組，每處理組有 1 公 1 母的仔豬，重複 6 胎次。飼糧有液態與凝膠化人工乳以及僅有母豬乳汁作為營養源（對照組），飼驗期間自分娩後第 2 至 7 日齡，每頭仔豬每日以人工方式餵飼含 5 g 液態或凝膠化人工乳（分上下午 2 次餵飼），第二週以後仔豬不另外餵飼液態或凝膠化人工乳。試驗結果，由初生第 2 至 7 日齡期間，額外提供液態或凝膠化人工乳等營養源，雖然對哺乳仔豬的體重、日增重、免疫球蛋白含量與糞便微生物數量沒有顯著差異，但是在提升第 2 週仔豬的日增重、降低糞便大腸桿菌數量與仔豬下痢，則以餵飼凝膠化人工乳比對照組有較佳的趨勢。因此由前述結果顯示，哺乳期仔豬可以凝膠化人工乳的餵飼方式，改善其增重與腸道微生物菌相以及降低下痢的發生率。

關鍵詞：凝膠化、生長性狀、下痢指數。

## 緒 言

分娩仔豬中常以出生體重較重之仔豬，在離乳時體重亦會有較重之現象 (Wolter and Ellis, 2001)，且初生體重較輕的仔豬常因吮乳不易及抵抗力較弱，存活力有較低的現象，主要的原因與哺乳期間母豬的採食量有正相關性 (Lewis *et al.*, 1978)。為增加仔豬的初生體重可以於母豬懷孕第 80 天以後提高飼料餵飼料至 3.0 kg，可以達到減少仔豬出生體重低於 1.0 kg 比率，並且可改善仔豬存活率約 12.9% (鄭等, 1997)。另外為增加仔豬的離乳體重，最直接處理方法就是在哺乳期間提供仔豬液態人工乳，藉以達到提升仔豬離乳體重之目的 (Azain *et al.*, 1996; King *et al.*, 1998)，但是 Royeaerd *et al.* (1989) 與 Wolter *et al.* (2002) 等作者研究結論認為，哺乳期間提供仔豬液態人工乳，並沒有顯著改善出生體重較輕仔豬組 (較輕 vs. 較重 = 1.32 vs. 1.83 kg) 之日增重，或是離乳後 28 至 56 日齡期間仔豬之生長性狀。此種現象，可能由於液態人工乳乾物量較低，提供哺乳仔豬之營養分十分有限，無法滿足哺乳期仔豬生長所需之營養。凝膠化飼糧餵飼仔豬比固態飼糧，具有增加離乳仔豬增重與改善飼料效率的作用，主要因飼糧型態較軟，可以刺激仔豬的採食量 (de Rodas, 2005; 2010)。另外，在哺乳期仔豬的免疫保護作用，主要是攝取自母豬初乳與正常乳中的 3 種免疫球蛋白 IgG、IgM 與 IgA 的作用，這 3 種免疫球蛋白約佔初乳總蛋白質 60% – 70%，其中 IgG 約佔 83% (65% – 90%)、次之為 IgA 約佔 13%，而 IgM 僅佔有 4%。分子量比較大 IgM 與 IgA 上必須於分娩後最初 48 小時內攝食初乳，否則就不能有效的被仔豬吸收，正常乳汁中的 IgA 仍可以停留於腸道，提供仔豬暫時性的免疫保護抵抗腸道微生物的侵襲 (Wilson, 1974)。因此，必須讓哺乳仔豬充分攝取初乳，藉以獲取足夠之免疫球蛋白，避免病原菌的感染。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2555 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所經營組。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所加工組。

(5) 通信作者，E-mail：fcliu@mail.tlri.gov.tw。

## 材料與方法

本試驗所使用之動物均通過行政院農業委員會畜產試驗所實驗動物照護與使用小組之審核。

### I. 試驗動物

哺乳期液態 (乳粉與溫水比率為 1:4, 乾物量約 20%) 與凝膠化人工乳 (乾物量 30% – 35%) 餵飼仔豬, 評估液態與凝膠化飼糧對哺乳期仔豬的生長性狀、免疫能力與下痢發生率之影響。凝膠化人工乳採用洋菜 (agar) 亦稱為瓊脂, 由海藻中提製出來, 屬植物性膠質富含多醣, 外貌呈黃色透明的粉末, 主要成分 100 g 的洋菜就含有 74 g 以上的膳食纖維, 可吸收 20 倍的水, 需加熱後溶解, 當溫度降至 40°C 以下後開始凝結膠體 (陳武雄, 1970; 江永棉及陳武雄, 1972); 人工乳則購自商業型飼料廠, 含粗蛋白質 20.5%、離胺酸 1.4% 與粗脂肪 8%。試驗哺乳仔豬採用每胎 8 – 10 頭之新生仔豬, 依性別與體重分為 3 組, 每組 2 頭仔豬, 重複 6 胎次。飼糧有液態與凝膠化人工乳以及沒有額外提供營養源 (僅有母豬乳汁作為對照組)。剛分娩仔豬於出生後 24 小時內, 儘量協助仔豬攝取初乳, 飼驗期間由出生後 24 小時至 7 日齡 (實施餵飼試驗共 6 日), 每日每頭仔豬以人工方式餵飼 5 g 液態或凝膠化人工乳 (分上下午 2 次餵飼), 第二週以後仔豬不額外提供液態或凝膠化人工乳, 並於試驗開始日與結束日以人工固定方法, 由頸靜脈採集血液樣品分析免疫球蛋白含量等性狀, 並於試驗開始每日上午與下午記錄糞便評分指數, 評估飼糧對哺乳期仔豬生長性能、免疫能力與下痢的發生率。

### II. 血液免疫球蛋白含量、下痢指數與腸道菌相分析

#### (i) 血液免疫球蛋白含量分析

血清免疫球蛋白 IgA、IgG 及 IgM 含量測定, 皆採用酵素鍵結免疫吸附法 (enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA), 依照製造廠商生產之 Pig ELISA IgA、IgM 與 IgG 分析套組 (Leinco Technologies, Inc, USA) 建議之步驟, 並以波長 450 nm 進行含量分析。

#### (ii) 下痢指數分析

下痢發生率分析方法, 主要參考 Hart and Dobb (1988), 於試驗開始後每日上午與下午記錄糞便評分指數, 糞便評分標準分成 4 級分, 分別為指數「0」表正常成型糞便 (水分含量 < 70%)、「1」表輕微軟便 (水分含量 70% – 75%)、「2」表中度軟便 (水分含量 75% – 80%) 與「3」表嚴重軟便 (水分含量 > 80%), 供評估仔豬下痢的嚴重程度。

#### (iii) 糞便微生物數量分析

分別於試驗第 2 與 3 週採集試驗仔豬糞便, 每次採樣後儘速秤取 1 g 糞便先放入 10 mL 0.85% NaCl 混合均勻, 接續用 0.85% NaCl 連續稀釋 (1 mL + 9 mL 0.85% NaCl) 至 1/10000000, 總共需要稀釋 8 次。大腸桿菌數與其它革蘭氏陰性菌數分析, 依照 Chromagar (CHROMagar company, French) 建議方法調配培養基; 乳酸菌數分析, 則依照 MRS agar (Becton Dickinson and Company, French) 建議方法配製培養基。樣品接種方法, 分別取 1 mL 之 1/1000、1/1000000 與 1/100000000 稀釋糞便樣品, 再分別注入 3 個 9 cm 培養皿, 接續注入適量 Chromagar 與 MRS agar (約 9mL), 搖放均勻靜置至凝固後, 放置於 37°C 培養箱經 24 小時後, 計算菌落之數量。MRS agar 需放置於厭氣缸中, 並放入厭氣包後, 置於 37°C 培養箱經 24 小時後, 計算乳酸菌落之數量。

### III. 統計分析

試驗數據以 SAS (2005) 的統計軟體進行分析, 依一般線性模式程序 (general linear model procedure, GLM) 進行變方分析, 並以鄧肯氏多變域測定法 (Duncan's multiple range test) 進行處理組平均值間之差異顯著性分析, 當  $P < 0.05$  表差異顯著。

## 結果與討論

### I. 液態與凝膠化人工乳對哺乳仔豬體重與日增重之影響

在哺乳期試驗期間, 仔豬體重在 7 日齡、14 日齡、21 日齡以及 28 日齡處理組間均沒有顯著差異 (如表 1), 不過在第 3 與 4 週時, 餵飼凝膠化人工乳組仔豬的體重有略高於對照組之趨勢。在日增重方面, 第 1 至 4 週與全期均沒有顯著差異 (如表 2)。但是於第 2 週期間, 仔豬日增重以餵飼凝膠化人工乳組比對照組有較佳之趨勢。前述結果顯示, 仔豬在分娩後第 2 – 6 天期間, 以凝膠化人工乳額外提供哺乳仔豬營養源, 具有提高第 3 與 4 週仔豬體重與第 2 週日增重的效果。此與以凝膠化飼糧改善早期離乳仔豬生長性狀 (Layman *et al.*, 2008) 的結果

相似，而現象可能是因凝膠化飼糧含有較高量的膳食纖維與多醣成份的作用，具有改善仔豬生長性狀的效果。

表 1. 餵飼液態或凝膠化人工乳或未額外餵飼飼糧對哺乳仔豬體重之影響

Table 1. The effect of feeding liquid-type or gelation of milk replacer or without feeding any diet on the bodyweight of sucking pigs

Body weight	Control group <sup>A</sup>	Liquid-type of milk replacer	Gelation of milk replacer	P-value
Birthday, kg	1.20 ± 0.18*	1.21 ± 0.24	1.28 ± 0.26*	NS
7 <sup>th</sup> week, kg	2.10 ± 0.33	2.38 ± 0.36	2.61 ± 0.37	NS
14 <sup>th</sup> week, kg	3.51 ± 0.34	3.99 ± 0.45	4.41 ± 0.49	NS
21 <sup>th</sup> week, kg	4.98 ± 0.52	5.53 ± 0.58	6.09 ± 0.53	P = 0.09
28 <sup>th</sup> week, kg	6.66 ± 0.67	7.14 ± 0.71	7.84 ± 0.68	P = 0.07

<sup>A</sup> Only source of nutrition from sow's milk. NS: No significane.

\* Mean ± SD.

表 2. 餵飼液態或凝膠化人工乳或未額外餵飼飼糧對哺乳仔豬日增重之影響

Table 2. The effect of feeding liquid-type or gelation of milk replacer or without feeding any diet on the average daily gain of sucking pigs

ADG	Control group <sup>A</sup>	Liquid-type of milk replacer	Gelation of milk replacer	P-value
1-7 day, kg	0.16 ± 0.07*	0.17 ± 0.05	0.19 ± 0.07*	NS
8-14 day, kg	0.20 ± 0.10	0.23 ± 0.05	0.26 ± 0.07	P = 0.09
15-21 day, kg	0.21 ± 0.04	0.22 ± 0.08	0.24 ± 0.04	NS
22-28 day, kg	0.24 ± 0.08	0.23 ± 0.08	0.25 ± 0.07	NS
1-28 day, kg	0.20 ± 0.07	0.21 ± 0.05	0.23 ± 0.05	NS

<sup>A</sup> Only source of nutrition from sow's milk. NS: No significane.

\* Mean ± SD.

## II. 液態與凝膠化人工乳對哺乳仔豬糞便微生物數量之影響

在哺乳仔豬糞便的微生物數量分析結果，餵飼凝膠化人工乳仔豬糞便大腸桿菌比對照組有較低的趨勢，但是與其他格蘭氏陰性菌數量或乳酸桿菌數量 3 組間則沒有顯著差異，不過餵飼凝膠化人工乳仔豬糞便中乳酸菌數量，分別為對照組的 24.7 倍與液態人工乳組的 67.5 倍 (如表 3)。此結果可能因凝膠化人工乳中，含有藻類多醣與膳食纖維具有影響腸道微生物數量的作用，增加腸道內乳酸菌的數量，並且降低大腸桿菌的數量 (陳武雄，1970; Hillman *et al.*, 1994; Cherbut, 2002; Biagi *et al.*, 2006)。

表 3. 餵飼液態或凝膠化人工乳或未額外餵飼飼糧對哺乳仔豬糞便微生物數量之影響

Table 3. The effect of feeding liquid-type or gelation of milk replacer or without feeding any diet on the number of fecal microflora of sucking pigs

Microflora	Control group <sup>A</sup>	Liquid-type of milk replacer	Gelation of milk replacer	P-value
<i>E.coli</i> , cfu/g <sup>1</sup>	9.10 × 10 <sup>7</sup> ± 3.4 × 10 <sup>3</sup> *	3.25 × 10 <sup>7</sup> ± 2.8 × 10 <sup>3</sup>	1.65 × 10 <sup>5</sup> ± 1.2 × 10 <sup>2</sup>	P = 0.08
Other <i>coliform</i> bacteria, cfu/g <sup>2</sup>	1.28 × 10 <sup>5</sup> ± 4.5 × 10 <sup>3</sup>	2.25 × 10 <sup>5</sup> ± 6.2 × 10 <sup>3</sup>	8.50 × 10 <sup>5</sup> ± 3.4 × 10 <sup>2</sup>	NS
<i>Lactobacillus</i> , cfu/g	3.52 × 10 <sup>8</sup> ± 5.2 × 10 <sup>6</sup>	1.29 × 10 <sup>8</sup> ± 5.9 × 10 <sup>5</sup>	8.71 × 10 <sup>9</sup> ± 4.7 × 10 <sup>6</sup>	NS

<sup>1</sup> *E.coli*: Morphology showed blue color. <sup>2</sup> Other *coliform* bacteria: Morphology showed mauvecolor.

NS: No significance.

<sup>A</sup> Only source of nutrition from sow's milk.

\* Mean ± SD.

### III. 液態與凝膠化人工乳對哺乳仔豬下痢指數之影響

仔豬下痢指數「0」與「1」，餵飼凝膠化人工乳組分別占 96.5% 與 3.5%；對照組分別占 91.1% 與 8.9%；餵飼液態人工乳組分別占 80.4% 與 10.7%，且其下痢指數「2」占 8.9% (如表 4)。前述結果顯示，以餵飼凝膠化人工乳下痢指數為「0」屬於正常糞便百分比高於其他兩組。此現象可能因凝膠化人工乳含有膳食纖維吸水性較高與含藻類多醣具有促進腸道益生菌的數量，減少仔豬發生下痢的現象 (陳，1970；江與陳，1972; Hillman *et al.*, 1994; Biagi *et al.*, 2006)。

表 4. 餵飼液態或凝膠化人工乳或未額外餵飼飼糧對哺乳仔豬下痢指數之影響

Table 4. The effect of feeding liquid-type or gelation of milk replacer or without feeding any diet on index diarrhea of sucking pigs

Diarrhea index*	Control group <sup>A</sup>	Liquid-type of milk replacer	Gelation of milk replacer
	-----%-----		
0	91.1 <sup>B</sup>	80.4	96.5
1	8.9 <sup>C</sup>	10.7	3.5
2	0 <sup>D</sup>	8.9	0
3	0 <sup>E</sup>	0	0

\* Diarrhea index 0 represented normal feces. Index 1 represented light soft feces. Index 2 represented intermediate soft feces. Index 3 represented heavy soft feces.

<sup>A</sup> Only source of nutrition from sow's milk.

<sup>B, C, D, E</sup> The percentage of index 0, 1, 2 and 3, respectively.

### IV. 液態與凝膠化人工乳對哺乳仔豬免疫球蛋白之影響

哺乳仔豬血液中之免疫球蛋白來源，主要是由母豬初乳與正常乳所提供。乳汁中的 IgG 分子量最小，可以完全被吸收進入血液中對抗全身性的感染症，而 IgA 與 IgM 的分子量較大，於分娩後 48 小時以後仔豬吸收力急劇下降，但是其仍可留在腸道內抵抗腸道微生物的侵襲 (Wilson, 1974)。在試驗仔豬血液 IgA、IgM 與 IgG 含量分析結果，在 3 處理組間 IgA、IgM 與 IgG 含量相似 (如表 5)。此現象顯示，無論液態或凝膠化人工乳，均不會影響哺乳仔豬攝取乳汁中的免疫球蛋白。此現象可能因採用之試驗豬為分娩後第 2 - 7 天的哺乳仔豬，並於分娩當天 (24 小時內) 儘量協助仔豬吮取充足之初乳，讓哺乳仔豬獲得足夠之免疫球蛋白。由於哺乳階段，仔豬的免疫系統尚未發育完成，母豬乳之所提供之免疫球蛋白含量對仔豬免疫保護十分重要，必須讓仔豬自母豬乳汁中獲取足夠的免疫球蛋白，讓哺乳仔豬免於受到病原菌的感染 (Curtis and Bourne, 1973; Wilson, 1974)。

表 5. 餵飼液態或凝膠化人工乳或未額外餵飼飼糧對哺乳仔豬免疫球蛋白之影響

Table 5. The effect of feeding liquid-type or gelation of milk replacer or without feeding any diet on the immunoglobulin contents of sucking pigs

Immunoglobulin	Control group <sup>A</sup>	Liquid-type of milk replacer	Gelation of milk replacer
IgA × 10 <sup>6</sup> , ng/mL	0.47 ± 0.04*	0.42 ± 0.01	0.45 ± 0.02*
IgM × 10 <sup>6</sup> , ng/mL	4.14 ± 1.36	3.84 ± 1.05	4.14 ± 1.38
IgG × 10 <sup>6</sup> , ng/mL	3.59 ± 1.33	3.34 ± 0.55	3.60 ± 1.18

<sup>A</sup> Only source of nutrition from sow's milk.

\* Mean ± SD.

## 結 論

在仔豬初生第 2 日至 7 日齡，額外提供液態與凝膠化人工乳等營養源，雖然對哺乳仔豬的體重、日增重、糞便微生物數量以及血液免疫球蛋白含量沒有達到顯著差異。但是在改善哺乳仔豬的日增重、降低糞便大腸桿菌的數量與仔豬下痢的發生率，餵飼凝膠化人工乳組比沒有額外餵飼組有較佳之趨勢。因此，凝膠化人工乳餵飼哺乳仔豬的飼養模式，應可於改善哺乳仔豬的增重、腸道微生物的菌相與降低下痢的發生率。

## 參考文獻

- 江永棉、陳武雄。1972。從兩種紅藻抽出洋菜成份之研究。Journal of the Fisheries Society of Taiwan 1(1)：62-64。
- 陳武雄。1970。龍鬚菜之洋菜成份抽出試驗。中國水產 (214)：4-8。
- 鄭清森、顏宏達、吳繼芳。1997。經產母豬懷孕增加飼料餵量對出生仔豬的影響。中國畜牧學會會誌 26(4)：387-394。
- Azain, M. J., T. Tomkins, J. S. Sowinski, R. A. Artentson and D. E. Jewell. 1996. Effect of supplemental pig milk replacer on litter performance: Seasonal variation in response. J. Anim. Sci. 74: 2195-2202.
- Biagi, G., A. Piva, M. Moschini, V. E. ezzali and F. X. Roth. 2006. Effect of gluconic acid on piglet growth performance, intestinal microflora, and intestinal wall morphology. J. Anim. Sci. 84(2): 370-378.
- Cherbut, C. 2002. Inulin and oligofructose in the dietary fibre concept. Br. J. Nutr. Suppl. 2: S159-S162.
- Curtis, J. and F. J. Bourne. 1973. Half-lives of immunoglobulins IgG, IgA and IgM in the serum of new-born pigs. Immunology 24: 147-155.
- de Rodas, B. Z. 2005. Gel-based feed improves performance of nursery pigs. American Association of Swine Veterinarians, 36th Annual Meeting, Toronto, Canada. pp. 125-128.
- de Rodas, B. Z. 2010. Effect of a gel-based nutritional supplement on growth performance of weaned pigs. Livest. Sci. 134: 162-165.
- Hart, G. K. and G. J. Dobb. 1988. Effect of a fecal bulking agent on diarrhea during enteral feeding in the critically ill. J. Parenter. Enteral. Nutr. 12: 465-468.
- Hillman, K., T. A. Murdoch, S. R. Jpencer and C. S. Stewart. 1994. Inhibition of enterotoxigenic *Escherichia coli* by the microflora of the porcine ileum, in an *in vitro* semicontinuous culture system. Appl. Bacteriol. 76(3): 294-300.
- King, R. H., J. M. Boyce and F. R. Dunshea. 1998. Effect of supplemental nutrients on the growth performance of sucking pigs. Aust. J. Agric. Res. 49: 883-887.
- Lewis, A. J., V. C. Speer and D. G. Haught. 1978. Relationship between yield and composition of sow's milk and weight gains of nursing pigs. J. Anim. Sci. 47: 634-638.
- Layman, L., W. Holt, L. Karriker, K. Stalder, B. de Rodas, D. Brown and A. Johnson. 2008. The impacts of vaccination and feeding a gel nutritional supplement on nursery pig performance. J. Anim. Sci. 86 (Suppl. 2): 343.
- Royeaerd, H., H. Van Der Heyde, J. P. Mets and H. K. Henderickx. 1989. The use of milk replacers and the effect on subsequent performance of newborn piglets. In: J. M. Forbes, M. A. Varley, and T. L. J. Lawrence (Ed.) The Voluntary Food Intake of Pigs. Occasional Publication No. 13. British Society of Animal Production. pp. 97-100.
- SAS. 2005. User's Guide: Statistic, Version 9.1 Edition. SAS Inc., Cary, NC.
- Schnabel, E., G. Bolduan and A. Guldenpenning. 1983. Effect of a bran diet on the total passage rate and tract measurements in weanling swine. Arch. Tierernahr. 33(4-5): 371-377.
- Wilson, M. R. 1974. Immunologic development of the neonatal pig. J. Anim. Sci. 38: 1018-1021.
- Wolter, B. F. and M. Ellis. 2001. The effect of weaning weight and rate of growth immediately after weaning on subsequent pig growth performance and carcass characteristics. Can. J. Anim. Sci. 81: 363-369.
- Wolter, B. F., M. Ellis, B. P. Corrigan and J. M. DeDecker. 2002. The effect of birth weight and feeding of supplemental milk replacer to piglets during lactation on preweaning and postweaning growth performance and carcass characteristics. J. Anim. Sci. 80: 301-308.

# Assessment of liquid-type and gelation of milk replacer on the growth performance, immunoglobulin contents, diarrhea occurrence and fecal microflora of sucking pigs <sup>(1)</sup>

Fang-Chueh Liu <sup>(2)(5)</sup> Cheng-Hsun Chung <sup>(3)</sup> and Yu-Chun Lin <sup>(4)</sup>

Received: Sep. 4, 2016; Accepted: Mar. 27, 2017

## Abstract

The objectives of this plan were to assess liquid-type and gelation of piglet milk replacer to sucking pigs' growth performance, immunoglobulin contents, diarrhea incidence and fecal microflora. Experimental animals adopted 6 litters and litter size up to 8-10 hd of newborn piglets, and each litter was divided into three groups (1 male and 1 female per each trial). Diets provided containing liquid-type or gelation of milk replacer or only supported sow milk as control group. In the trial groups respectively fed with 5 g/hd of liquid-type or gelation of milk replacer in the morning and afternoon every day by handmade feeding, and in the control group without feeding any diet from 2 to 7 days of age. The results showed that from 2-7 days of age of sucking piglets supplied extra liquid-type or gelation of milk replacer, although on piglets' body weight and weight gain, immunoglobulin contents, and fecal microfloras were not significant difference, but fed gelation of milk replacer of sucking piglets on the third and fourth week of body weight, on the second week of average daily gain, the number of fecal *coliforms*, diarrhea incidence showed a improvement trend compared to control group. Therefore, with gelation of milk replacer to feed sucking pig might have an effective improvement on their bodyweight, weight gain, intestinal flora and reduce diarrhea incidence.

Key words: Gelation, Growth performance, Index diarrhea.

---

(1) Contribution No. 2555 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Nutrition Division, COA-LRI, Hsinhua 712, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(3) Livestock Management Division, COA-LRI, Hsinhua 712, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(4) Animal Products Processing Division, COA-LRI, Hsinhua 712, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(5) Corresponding author, E-mail: foliu@mail.tlri.gov.tw.