

多產豬種培育 II. 梅山與杜洛克雜交一代之生長性狀⁽¹⁾

黃憲榮⁽²⁾ 黃雅芬⁽³⁾ 涂海南⁽²⁾ 陳芳男⁽²⁾ 李世昌⁽⁴⁾ 林德育⁽⁴⁾
吳明哲⁽⁵⁾ 張秀鑾⁽⁴⁾

收件日期：91 年 1 月 21 日；接受日期：92 年 9 月 2 日

摘 要

本研究旨在評估梅山豬與杜洛克豬種正反雜交後裔豬隻生長性能，期供作培育具產品區隔新品系豬種之遺傳資源。試驗豬群包括梅山豬 (M) 公豬 60 頭與女豬 64 頭，杜洛克 (D) 公豬 27 頭與女豬 25 頭、D 公豬與配 M 母豬之後裔 (MD) 公豬 165 頭與女豬 197 頭，M 公豬與配 D 母豬之後裔 (DM) 公豬 97 頭與女豬 112 頭。計有公豬 349 頭與女豬 398 頭，進行固定日齡生長性能檢定，檢定期間自 70 至 210 日齡，測定性狀包括 70 (W70)、90 (W90)、120 (W120)、150 (W150)、180 (W180) 與 210 (W210) 日齡重，以及 150 (BF150)、180 (BF180) 與 210 (BF210) 日齡時第五肋、最後肋與最後腰椎離背中線 5 公分處之平均背脂厚度。公豬因採個檢方式進行，故亦測定檢定期間之飼料效率 (FE)；而女豬係以群檢方式進行。結果發現：不論公豬或女豬，各階段體重不僅具顯著的品種效應 ($P < 0.001$)，且 MD 與 DM 公豬與女豬均具顯著的雜交優勢，其雜交優勢估值範圍分別為 19.2%~30.0% ($P < 0.001$) 與 10.1%~19.6% ($P < 0.001$)。在公豬背脂厚度方面，正反交 (MD 與 DM) 豬隻之 BF150、BF180 與 BF210 估值分析，分別顯著地較純種 (M 與 D) 者之平均厚 8.8%、10.2% 與 15.3% ($P < 0.001$)；但在女豬方面，此種顯著性差異則僅見於 BF210 ($P < 0.001$)。此外，品種間差異亦見於公豬之 FE ($P < 0.001$)，但雜交優勢估值則不顯著。

關鍵詞：梅山豬、杜洛克豬、正反雜交、生長性狀。

緒 言

梅山豬種屬於“中國太湖豬”，原產於中國江蘇省，為現今最純之中國豬種之一。外觀特色為頭大額寬、額部皺褶多而深、耳特大、軟而下垂、耳尖齊或超過嘴角、形似大蒲扇。全身背毛黑色或青灰色，毛稀疏，毛髮密，毛髮間距離大，四肢末端為白色，俗稱“四白腳”（鄭，1986），因其保有原種性且具高繁殖性能之特色，故受到國際豬種改良研究者與產業界之重視。但鮮少研究關於中

(1) 行政院農委會畜產試驗所研究報告第 1209 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所高雄種畜繁殖場。

(3) 高雄縣政府農業局。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所遺傳育種組。

(5) 行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所。

(6) 通訊作者。

國豬種與西方豬品種雜交後對生長性能之影響報告 (Noblet *et al.*, 1992 ; White *et al.*, 1993)。

梅山豬性成熟較大白豬為早，且具較佳之繁殖相關性狀遺傳潛能，如乳頭數較多與在泌乳期有較低之飼料消耗量等 (Bidanel *et al.*, 1991)。歐洲學者指出梅山豬有較佳之繁殖性能，但生長速率較差 (Legault, 1985 ; Haley *et al.*, 1992)，惟應可發展為具本土特色與產品區隔之畜產品，進而提升我國加入世界貿易組織 (WTO) 後養豬產業之國際競爭力，遂進行台灣多產豬種之培育工作。梅山豬種雖有優良的繁殖力及較早之性成熟與發身年齡 (McLaren, 1990)，但卻有屠體脂肪率較高、增重緩慢與飼料效率較差等缺點 (Gianola *et al.*, 1982 ; Legault, 1985)。Bidanel *et al.* (1991) 指出相較於歐洲豬品種，中國豬種具較低之生產性狀價值，尤其是屠體性狀方面。梅山豬因具上述特性，故常被作為與西方豬種進行異種雜交 (crossbreeding) 改良價值之重要指標 (White *et al.*, 1995)。因此，如何利用產肉能力佳且屠體性狀良好之國際知名品種杜洛克融合梅山豬之多產性，進而培育出具中國豬血統之高繁殖杜洛克豬種是為本計畫之最終目標。本研究旨在評估梅山豬與杜洛克豬正反雜交後裔豬之生長性能，期供作培育具產品區隔新品系豬種之遺傳資源參考。

材料與方法

I. 試驗材料

試驗豬群包括梅山豬 (M) 公豬 60 頭與女豬 64 頭，杜洛克 (D) 公豬 27 頭與女豬 25 頭、D 公豬與配 M 母豬之後裔 (MD) 公豬 165 頭與女豬 197 頭，M 公豬與配 D 母豬之後裔 (DM) 公豬 97 頭與女豬 112 頭，合計有公豬 349 頭與女豬 398 頭進行固定日齡生長性狀檢定。

II. 試驗地點

行政院農業委員會畜產試驗所高雄種畜繁殖場 (屏東縣內埔鄉老埤村)。

III. 試驗方法

豬隻檢定期間自 70 至 210 日齡，測定性狀包括 70 (W70)、90 (W90)、120 (W120)、150 (W150)、180 (W180) 與 210 (W210) 日齡重，以及應用超音波掃描儀進行活體測定 150 (BF150)、180 (BF180) 與 210 (BF210) 日齡時第五肋、最後肋與最後腰椎離背中線 5 公分處之平均背脂厚度。公豬因採個檢方式進行，故亦測定檢定期間之飼料效率 (FE)；而女豬係以群檢方式進行。

IV. 統計分析

應用 SAS (1988) 套裝軟體之 GLM 程式進行性狀分析。檢定期間各階段之體重與測定之背脂厚度平均測量值，先矯正至前述各固定日齡後，以品種與其出生時之母豬產次為固定效應，殘差為隨機效應之統計模式評估。DM 與 MD 組各性狀之雜交優勢 (PRDM 與 PRMD)，則依 Mather (1941) PR 值公式估算如下：

$$PR^{DM} = \frac{DM - (D + M)/2}{|M(或D) - (D + M)/2|}, \quad PR^{MD} = \frac{MD - (D + M)/2}{|M(或D) - (D + M)/2|}$$

其中 D、M、DM 與 MD 分別為由上述統計模式分析各性狀之各組最小平方平均值。

結果與討論

梅山與杜洛克豬正反雜交一代公豬生長階段體重、背脂厚度與飼料效率性能，如表 1 所示。M 組公豬生長各階段體重均顯著地較其他三組為輕 ($P < 0.05$)，又 D 與 MD 組間之差異不顯著；惟 DM 組公豬之 70、90、120 與 150 日齡重均顯著地較其他組為重 ($P < 0.05$)，但此趨勢未見於 210 日齡。背脂厚度屬於中高遺傳率 (heritability) 性狀之一，Bidanel *et al.* (1991) 指出法國系列性研究梅山豬種十年結果顯示，梅山豬背脂厚度遺傳率估值為 0.37。本試驗比較 F1 公豬活體背脂厚度發現，M 與正反雜交 (MD 與 DM) 組 F1 公豬間 BF150 差異雖不顯著，但仍顯著地較 D 組者為厚。150、180 及 210 日齡活體背脂厚度平均值以 D 組為最薄，顯著地較 M、DM 組與 MD 組具競爭力 ($P < 0.05$)。M、DM 與 MD 組間，BF150 差異不顯著；但 M 與 MD 組之 BF180 則較 DM 組者為厚 ($P < 0.05$)，其中又以 MD 組稍厚於 M 組者 (1.93 vs. 1.83 cm)；相同的趨勢亦見於 BF210。綜合評估發現，正反交 (MD 與 DM 組) 公豬 BF150、BF180 與 BF210 估值分別顯著地較純種 (M 與 D 組) 者之平均厚 9%、10% 與 15% ($P < 0.001$)。此與 Bidanel *et al.* (1991) 試驗結果指出背脂厚度屬較高遺傳率之性狀，故含 1/4 梅山豬血統之大白豬與純大白豬之背脂厚度比較，仍有顯著 ($P < 0.05$) 較厚之結果一致。公豬檢定期間飼料效率以 D 及 MD 組顯著較其他二組佳 ($P < 0.05$)，而 D 組及 MD 組間則無顯著差異存在；但 DM 組則顯著地優於 M 組者 ($P < 0.05$)；此與文獻報告指出國際商業品種約克夏豬較同年齡之梅山豬種有較高飼料攝食量與較佳飼料效率之結果一致 (White *et al.*, 1995)。同時，Haley *et al.* (1992) 及 Young (1995) 研究亦指出，純種梅山豬、具 1/2 或 1/4 梅山血統之雜交豬，不論生長速率或飼料效率皆較西方豬種者為差 ($P < 0.05$)。

若不計母性效果，以雜交一代組 (MD+DM) 減去親代組 (D+M) 後除以 2，作為 F1 公豬雜交優勢估值發現，除 FE 外，所有評估性狀均顯著 ($P < 0.001$)。進一步應用 Mather (1941) PR 值 (Potence ratio) 公式，分別估算 DM 與 MD 組雜交優勢 (PRDM 與 PRMD)，如表 1。DM 組 F1 公豬，除 W210 外，各生長階段體重均具雜交優勢 (PR 值介於 +1.21 ~ +3.27 間)，但該雜交優勢隨著年齡的增加而遞減；然平均背脂厚度與飼料效率方面，甚至較親代品種為差，是為負面雜交優勢 (PR 值介於 +0.28 ~ +1.12 間與 +0.33)。MD 組方面，僅 W90、W120 與 W150 三生長階段體重具雜交優勢 (PR 值介於 +1.13 ~ +1.43 間)。同時，除 W70 外，雜交優勢隨年齡增加而遞減之趨勢與 DM 組同。MD 組公豬平均背脂厚度，與 DM 組者同，不僅未見正面雜交優勢 (PR 值介於 +0.89 ~ +2.45 間) 且負面雜交優勢隨年齡加劇。MD 組 F1 公豬雖有較佳的飼料效率，但仍未顯現雜交優勢 (PR 值為 -0.94)。

梅山與杜洛克豬正反雜交一代女豬生長階段體重與背脂厚度性能，如表 2 所示。體重方面，M 組女豬 (與公豬相同) 均顯著地較其他三組為輕 ($P < 0.05$)；且 D 與 MD 組間差異不顯著；惟 DM 組之 70 與 90 日齡重均顯著地較其他組為重 ($P < 0.05$)，但隨著年齡增加差異遞減。背脂厚度比較顯示，女豬與公豬具有相同的品種差異趨勢存在。M 組女豬具較厚 BF150、BF180 與 BF210 ($P < 0.05$)，其次依序為 MD、DM 與 D 組女豬。由女豬背脂厚度比較發現，以 D 為雌親者 (D 與 DM 組) 具較薄平均背脂。若不計母性效應，以雜交一代組 (MD+DM) 減去親代組 (D+M) 後除以 2，估計 F1 女豬雜交優勢發現，除 BF150 與 BF180 外，其餘評估性狀均顯著 ($P < 0.01$)。應用 Mather (1941) PR 值分別估算 DM 與 MD 組雜交優勢 (PRDM 與 PRMD) 發現，DM 組女豬早期生長性狀具雜交優勢，PR 值介於 +1.04 ~ +2.17 間；但此種雜交優勢隨著年齡增長而消失。平均背脂厚度雖有相同趨勢，但隨著年齡增加由正面雜交優勢轉為負面雜交優勢 (PR 值介於 -0.41 ~ +0.41 間)；

BF150 為有利雜交優勢，PR 值為 -0.41；而 BF210 則為負面雜交優勢，PR 值為 +0.41。MD 組女豬方面，除 W210 (PR 值為 +1.10) 外，其餘生長性狀均未見雜交優勢；平均背脂厚度則與 DM 組者具相同趨勢，PR 值由 BF150 之 -0.35 上升至 BF210 之 +0.74。

綜合比較公豬與女豬各生長階段體重發現，M 組女豬之 W70、W90、W120、W150 與 W180，以及 MD 組女豬 W70、W90 與 W120 均高於同組同階段公豬（如表 1 及 2）；此與張等（1999）報告指出梅山女豬於 12、14 與 16 週齡間，公仔豬各階段體重略輕於母仔豬者符合。但 210 日齡重則以公豬較女豬為重，此與 White *et al.*（1995）試驗指出公豬比母豬生長快速之結果一致。同時，不論公豬與女豬於各階段（自 70 至 210 日齡）體重均具顯著的品種效應（ $P < 0.001$ ），且雜交一代公豬與女豬均具顯著的雜交優勢，其分別佔 D 與 M 組平均性能表現值之 19.2%~30.0%（ $P < 0.001$ ）與 10.1%~19.6%（ $P < 0.001$ ）。但在女豬方面，此種顯著性差異則僅見於 BF210（ $P < 0.001$ ）。同時，Bidanel *et al.*（1991）研究亦指出梅山女豬與大白豬、藍瑞斯或杜洛克公豬雜交後代（F1）比純種梅山豬者具較大之窩仔重量，且飼料消耗與仔豬生長速率均具約 17% 之雜交優勢；此結果雖與本試驗發現公豬之 FE 具品種間差異（ $P < 0.001$ ）之結論一致，但與本研究發現雜交優勢估值不顯著之結果有差異。

比較雜交一代與親代間差異平均估值與 PR 估值發現，DM 與 MD 組公豬雜交優勢吻合度分別為 70% 與 60%，較相對應組之女豬者為高（分別為 56% 與 33%）。同時，不分性別，均以 DM 組之吻合度較 MD 組者為佳；此乃因顯著的母性效應所致。

表 1. 梅山與杜洛克豬正反雜交公豬體重、背脂厚度與飼料效率

Table 1. Body weight, backfat thickness and feed efficiency of Meishan (M) and Duroc (D) reciprocal crossed boar

Trait	Sow breed * Boar breed (Breed code)				$\frac{(DM + MD) - (D + M)}{2}$	Potence ratio (PR)	
	D * D (D)	D * M (DM)	M * D (MD)	M * M (M)		PR ^{DM}	PR ^{MD}
No. of pigs	27	97	165	60	—	—	—
W70 (kg)	15.0 ^b ± 0.6	18.4 ^a ± 0.4	14.8 ^b ± 0.3	12.0 ^c ± 0.4	3.1 ± 0.4 ^{***}	3.27	0.87
W90 (kg)	21.6 ^b ± 0.9	26.8 ^a ± 0.5	22.7 ^b ± 0.4	16.5 ^c ± 0.6	5.7 ± 0.7 ^{***}	3.04	1.43
W120 (kg)	36.1 ^b ± 1.4	42.6 ^a ± 0.8	37.2 ^b ± 0.6	26.9 ^c ± 0.9	8.4 ± 1.0 ^{***}	2.41	1.24
W150 (kg)	54.2 ^b ± 1.7	60.0 ^a ± 1.0	55.2 ^b ± 0.8	38.6 ^c ± 1.1	11.2 ± 1.2 ^{***}	1.74	1.13
W180 (kg)	75.2 ^{ab} ± 2.0	77.7 ^a ± 1.2	74.7 ^b ± 1.0	50.9 ^c ± 1.4	13.2 ± 1.4 ^{***}	1.21	0.96
W210 (kg)	99.2 ^a ± 2.4	97.0 ^a ± 1.4	95.8 ^a ± 1.2	62.6 ^b ± 1.6	15.5 ± 1.7 ^{***}	0.88	0.81
BF150 (cm)	1.24 ^b ± 0.06	1.51 ^a ± 0.03	1.59 ^a ± 0.03	1.61 ^a ± 0.04	0.13 ± 0.04 ^{**}	0.46	0.89
BF180 (cm)	1.47 ^c ± 0.07	1.70 ^b ± 0.04	1.93 ^a ± 0.03	1.83 ^a ± 0.04	0.17 ± 0.05 ^{***}	0.28	1.56
BF210 (cm)	1.75 ^c ± 0.08	2.10 ^b ± 0.04	2.32 ^a ± 0.04	2.08 ^b ± 0.05	0.29 ± 0.05 ^{***}	1.12	2.45
FE	2.57 ^c ± 0.06	2.81 ^b ± 0.04	2.58 ^c ± 0.03	2.93 ^a ± 0.04	-0.05 ± 0.04 ^{NS}	0.33	-0.94

^{a, b, c}Means in the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

W70, W90……BF210：Body weight and backfat at 70, 90……210 days of age.

NS : $P > 0.05$; ** : $P < 0.01$; *** : $P < 0.001$

表 2. 梅山與杜洛克豬正反雜交女豬體重與背脂厚度

Table 2. Body weight and backfat thickness of Meishan (M) and Duroc (D) reciprocal crossed gilt

Trait	Sow breed * Boar breed (Breed code)				$\frac{(DM + MD) - (D + M)}{2}$	Potence ratio (PR)	
	D * D (D)	D * M (DM)	M * D (MD)	M * M (M)		PR ^{DM}	PR ^{MD}
No. of pigs	25	112	197	64	—	—	—
W70 (kg)	16.5 ^b ± 0.7	18.6 ^a ± 0.4	15.9 ^b ± 0.3	12.9 ^c ± 0.4	2.6 ± 0.5 ^{***}	2.17	0.67
W90 (kg)	24.2 ^b ± 1.0	26.8 ^a ± 0.5	23.7 ^b ± 0.4	19.7 ^c ± 0.6	3.3 ± 0.7 ^{***}	2.16	0.78
W120 (kg)	40.1 ^{ab} ± 1.6	40.3 ^a ± 0.9	37.3 ^b ± 0.6	30.4 ^c ± 1.0	3.6 ± 1.1 ^{**}	1.04	0.42
W150 (kg)	57.0 ^a ± 2.0	56.1 ^a ± 1.0	54.8 ^a ± 0.8	41.7 ^b ± 1.2	6.1 ± 1.4 ^{***}	0.88	0.71
W180 (kg)	74.2 ^a ± 2.5	69.7 ^a ± 1.3	73.6 ^a ± 1.0	53.0 ^b ± 1.5	8.1 ± 1.7 ^{***}	0.58	0.94
W210 (kg)	90.6 ^a ± 2.8	89.3 ^a ± 1.4	92.1 ^a ± 1.1	61.2 ^b ± 1.8	14.8 ± 1.9 ^{***}	0.91	1.10
BF150 (cm)	1.36 ^b ± 0.07	1.47 ^b ± 0.04	1.48 ^b ± 0.03	1.73 ^a ± 0.04	-0.07 ± 0.05 ^{NS}	-0.41	-0.35
BF180 (cm)	1.50 ^c ± 0.09	1.77 ^b ± 0.05	1.85 ^b ± 0.04	2.11 ^a ± 0.05	0.004 ± 0.0061 ^{NS}	-0.11	0.15
BF210 (cm)	1.57 ^c ± 0.10	2.17 ^b ± 0.05	2.31 ^a ± 0.04	2.42 ^a ± 0.06	0.25 ± 0.07 ^{***}	0.41	0.74

^{a, b, c}Means in the same row with different superscripts differ (P < 0.05) .

W70, W90……BF210 : Body weight and backfat at 70, 90……210 days of age.

NS : P > 0.05 ; ** : P < 0.01 ; *** : P < 0.001

參考文獻

- 張秀鑾、吳明哲、池雙慶。1999。跨越西元二千年的台灣豬種。台灣省畜產試驗所專輯第 59 號，台南，pp. 13~17。
- 鄭丕留。1986。中國豬品種誌。上海科學技術出版社。pp. 131~136。
- Bidanel, J. P., J. C. Caritez and C. Legault. 1991. Ten years of experiments with Chinese pigs in French 2. Utilisation in crossbreeding. Pig News and Information 12 : 239~243.
- Gianola, D., C. Legault and J. C. Caritez. 1982. Evaluation of Chinese swine germplasm in France: Preliminary results. In: Proc. of the University of Illinois Pork Industry Conf. p. 39. Urbana-Champaign, IL.
- Haley, C. S., E. d'Agaro and M. Eills. 1992. Genetic component of growth and ultrasonic fat depth traits in Meishan and Large White pigs and their reciprocal crosses. Anim. Prod. 54 : 105~115.
- Legault, C. 1985. Selection of breeds, strains and individual pigs for prolificacy. J. Reprod. Fert. 33 (suppl.) : 151~161.
- Mather, K. 1941. Variation and selection of polygenic characters. J. Genet. 41:159~193.
- McLaren, D. G. 1990. Potential of Chinese pig breeds to improve pork production efficiency in the USA. Anim. Breed. Abstr. 58 : 347.
- Noblet, J., P. Herpin and S. Dubois. 1992. Effect of recombinant porcine somatotropin on energy and

protein utilization by growing pigs: Interaction with capacity for lean tissue growth. J. Anim. Sci. 70 : 2471~2481.

SAS. 1988. SAS/STAT User's Guide, Release 6.03 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

White, B. R., Y.H. Lan, F. K. McKeith, J. Novakofaski, M. B. Wheeler and D.G. McLaren. 1995. Growth and body composition of Meishan and Yorkshire barrows and gilts. J. Anim. Sci. 73 : 738~749.

White, B. R., Y. H. Lan, F. K. McKeith, J. Novakofaski, M. B. Wheeler and T. R. Kasser. 1993. Effects of porcine somatotropin on growth and carcass composition of Meishan and Yorkshire barrows. J. Anim. Sci. 71 : 266~3275.

Young, L. D. 1995. Survival, body weights, feed efficiency, and carcass traits of 3/4 white composite and 1/4 Duroc, 1/4 Meishan, 1/4 Fengjing, or 1/4 Minzhu gilts and sows. J. Anim. Sci. 76 : 1559~1567.

Development of prolific swine II. Growth traits of Meishan and Duroc reciprocal crosses⁽¹⁾

Hsien-Juang Huang⁽²⁾, Ya-Fen Huang⁽³⁾, Hai Nan Twu⁽²⁾,
Fang-Nan Chen⁽²⁾, Shyh-Chang Lee⁽⁴⁾, Der-Yuh Lin⁽⁴⁾,
Ming-Che Wu⁽⁵⁾ and Hsiu-Luan Chang⁽⁴⁾

Received : Jan. 21, 2002 ; Accepted : Sep. 2, 2003

Abstract

The objective of this study was to investigate the growth performances of Meishan (M), Duroc (D) and their reciprocal crosses as a potential new strain in Taiwan. The tested herd included growing M (60 boars and 64 gilts), D (27boars and 25 gilts), MD defined as the progeny of M sows sired by D boars (165 boars and 197 gilts), and DM defined as the progeny of D sows sired by M boars (97 boars and 112 gilts). A total of 349 boars and 398 gilts were evaluated during 70 and 210 days of age. The traits analyzed were body weights at 70 (W70), 90 (W90), 120 (W120), 150 (W150), 180 (W180), 210 (W210) days of age, and averaged backfat thickness at 150 (BF150), 180 (BF180), 210 (BF210) days of age, measured 5 cm from the dorsal line of the fifth and last ribs and the last lumbar. Boars were tested individually and the corresponding feed efficiency during the testing period was evaluated. Tested gilts were group housed without feed consumption information. The results indicated that the breeding effect was significant for the body weights considered in this study ($P < 0.001$). Both F1 hybrid boars and gilts showed significant heterosis with the corresponding estimate range 19.2%~30.0% and 10.1%~19.6% ($P < 0.001$), respectively. Furthermore, reciprocal crossed (DM and MD) boars had 8.8% ,10.2% and 15.3% thicker backfat at 150, 180 and 210days of age than the averages for M and D boars at corresponding ages, respectively ($P < 0.001$) . A similar result was observed only in BF210 for gilts ($P < 0.001$) but not in BF150 or BF180. The breed effect was also significant ($P < 0.001$) for FE in boars but the heterosis estimate was not significant ($P > 0.05$).

Key words : Meishan pigs, Duroc pigs, Reciprocal crosses, Growth performances.

-
- (1) Contribution No. 1209 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture (COA).
 - (2) Kaohsiung Animal Propagation Station, COA-LRI, Pingtung, Taiwan, R.O.C.
 - (3) The Agricultural Bureau of Kaohsiung County Government.
 - (4) Breeding and Genetics Division, COA-TLRI,Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.
 - (5) Hsinchu Branch, COA-LRI, Hsinchu 300, Taiwan, R.O.C.
 - (6) Corresponding author.