

臺中秈 17 號稻穀於肉鵝飼糧之應用⁽¹⁾

王錦盟⁽²⁾⁽⁷⁾ 李孟儒⁽³⁾ 賴明信⁽⁴⁾ 吳錫家⁽⁵⁾ 莊斯涵⁽²⁾ 吳詩雯⁽²⁾
胡見龍⁽²⁾ 賈玉祥⁽²⁾ 李春芳⁽⁶⁾

收件日期：103 年 2 月 25 日；接受日期：103 年 9 月 5 日

摘 要

臺中秈 17 號稻穀是由行政院農業委員會臺中區農業改良場於 1978 年登記命名，有稻穀產量高的特性，具使用於飼料的優勢。本試驗目的在探討臺中秈 17 號使用於肉鵝飼糧，對肉鵝生長表現與屠體的影響。以 96 隻白羅曼鵝為試驗動物，試驗動物逢機分為四個處理組，試驗分為二期，肉鵝前期：第 0 – 4 週齡，以糙米取代飼糧中的玉米；肉鵝後期：第 5 – 12 週齡，則以稻穀粉碎後取代飼糧中的玉米。四個處理組分別為對照組 (A 組)，給飼以玉米—大豆粕為基礎飼糧的生長鵝料；飼料米試驗組—B、C 與 D 組，三組飼糧中分別以飼料糙米或粉碎稻穀取代對照組飼糧中玉米的 60、80 與 100%。試驗結果顯示：肉鵝前期，給飼含糙米飼糧組的肉鵝，其生長表現不亞於給飼玉米—大豆粕飼糧的肉鵝；肉鵝後期，給飼含粉碎稻穀的飼糧，雖然不會造成肉鵝體增重的下降，但造成飼料轉換率 (FCR) 較差的現象。顯示以飼料糙米完全取代玉米，作為飼糧中主要的能量飼料原料，對肉鵝前期的生長表現沒有不良影響，但以粉碎稻穀使用於肉鵝飼糧，則應考慮其高粗纖維含量對肉鵝生長表現的效應。屠體方面，給飼含稻米飼糧的肉鵝，其胸肉皮膚色澤有較淡的趨勢，其中以粉碎稻穀完全取代玉米組 (D 組) 的肉鵝屠體皮膚色澤顯著 ($P < 0.05$) 較對照組淡。綜合以上，顯示飼料糙米—大豆粕飼糧，可有效的使用在肉鵝，對肉鵝的生長表現無不良影響。粉碎稻穀使用於肉鵝飼糧，雖然對體增重沒有影響，但造成飼料效率較差的現象。在屠體方面，飼糧中大量使用糙米或稻穀，則造成肉鵝屠體皮膚色澤較淡的現象。

關鍵詞：肉鵝、稻穀、生長表現。

緒 言

近年來氣候變遷，造成全球穀物減產與供需不穩定，使畜禽飼料價格上升，臺灣的飼料原料以玉米及大豆粕為主，以 101 年為例，黃豆進口 235 萬公噸，幾乎全賴進口；玉米進口約 439 萬公噸，99% 仰賴國外進口，國內僅生產 7 萬公噸。整體而論，國內的穀類作物年需量約 1,000 萬公噸，其中國內生產約 144 萬公噸 (稻米 137 萬公噸及玉米 7 萬公噸)，佔總量的 14.4%，其餘 85.6% 都仰賴進口，國內生產比率嚴重偏低。開發國內生產的飼料原料項目，以增加飼料自給率，為穩定國內畜產業永續發展的重要手段。

臺灣具有栽種水稻的得天獨厚地理環境，悠久且有系統的稻作研究基礎，品種與栽培技術成績斐然，一直是國內栽種面積最大的單一作物，農民的生產技術熟悉，生產鏈完整，能否成為飼料原料的選項之一？而從國內外的研究報告指出，白米的蛋白質含量介於 6.12 – 8.5% (Houston *et al.*, 1969)，近似於玉米的 7.8%；糙米的粗脂肪含量 2.7%，較玉米的 4.3% 低；粗纖維、灰分及無氮抽出物含量與玉米相近 (李及楊, 1971a)；糙米的維生素 B 群含量較玉米高，但較缺乏葉黃素 (xanthophyll)，若是大量且長期使用於飼糧

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2155 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所彰化種畜繁殖場。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所加工組。

(4) 行政院農業委員會農業試驗所作物組。

(5) 行政院農業委員會農業試驗所農場管理組。

(6) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

(7) 通訊作者，E-mail：cmwang@mail.tlri.gov.tw。

中，會造成畜禽產品顏色較淡(徐，2007)。以糙米半量或全量取代玉米，可提高 2 及 4 週齡肉雞的體增重，但對 8 週齡肉雞的增重及屠體組成則沒有影響(李及楊，1971b)。以糙米半量或全量取代產蛋雞飼糧中之玉米，對雞隻體重、產蛋率及種蛋孵化率等，均無不良影響(李及楊，1973)。顯示以稻米取代飼糧中的玉米，是可行的選項。

臺中秈 17 號是由行政院農業委員會臺中區農業改良場，在 1978 年登記命名推廣的加工品種(林，1984)。賴(2013)指出臺中秈 17 號具有稻穀產量高，區域試驗每公頃的乾稻穀產量超過 7 公噸，糙米率 82%，白米之粗蛋白質含量 10% 營養價值高等特色，在原料的生產上具有競爭力。其株高約 103 公分，對國內的主要病害，葉、穗稻熱病及白葉枯病都呈中抗反應，對主要蟲害褐飛蝨亦具有抗性反應，在栽種生產上具有省工管理的條件(臺灣稻作品種圖誌，1987)。其雖然是秈型稻，但粒型長而圓胖型，不同於一般秈型稻的瘦長粒型，很容易分辨，而且穀粒的直鏈性澱粉含量達 27.5%，較不適合國人對食用米飯的要求，不容易被市場流用(賴，2013)。在國內尚未有飼料稻米專用品種可供推廣栽種之前，極適合作為飼料原料生產的水稻品種。本試驗以臺中秈 17 號作為肉鵝飼料的原料，取代飼料中的玉米，探討對肉鵝生長性能表現的影響。

材料與方法

I. 試驗方法

以 96 隻白羅曼雛鵝為試驗動物，試驗動物逢機分至 4 處理組。飼養階段分為二期，肉鵝前期：為第 0 – 4 週齡，以糙米(brown rice，臺中秈 17 號)取代對照組飼糧中的玉米，飼料配方如表 1；肉鵝後期：為第 5 – 12 週齡，則以粉碎稻穀(crushed rice grain，臺中秈 17 號)，取代對照組飼糧中的玉米，飼料配方如表 2。試驗處理分為 4 組，分別為對照組(A 組)，給飼以玉米—大豆粕為基礎飼糧的生長鵝料(肉鵝前期：CP / pME = 19.2% / 2,929 kcal/kg；肉鵝後期：CP / pME = 17.5% / 2,759 kcal/kg)；添加飼料米的試驗組—B、C 與 D 組，三組飼糧中分別以飼料糙米(前期)或粉碎稻穀(後期)取代對照組飼糧中的玉米 60、80 與 100%。試驗期間每 2 週測定各組的飼料消耗量與鵝隻活體重。本次試驗使用的臺中秈 17 號糙米，其一般的成分：水分 13.37%，粗蛋白質 7.34%，粗脂肪 2.14%，粗纖維 0.93%，鈣 0.04%，磷 0.26%。其稻穀的一般成分：水分 8.97%，粗蛋白質 7.15%，粗脂肪 1.32%，粗纖維 9.44%，鈣 0.03%，磷 0.28%。本試驗業經行政院農業委員會畜產試驗所彰化種畜繁殖場實驗動物照護及使用小組審核通過(編號畜試彰動字第 10213 號)。

II. 屠體胸肉及皮膚的色澤測定

試驗結束後，各組依平均體重取 2 隻肉鵝，送至屠宰廠屠宰後，以 0℃ 冰水降溫，並運送至實驗室。經 4℃ 隔夜預冷之鵝肉屠體，取其胸肉於室溫環境下回溫至 26℃，以色差計(Super color SP - 80, Tokyo Denshoku Co., Japan)測定屠體胸部皮膚與肌肉的 L、a 與 b 值，三者分別代表亮度(brightness)，紅色程度(degree of red color)和黃色程度(degree of yellow color)。

III. 統計分析

試驗所得之生長與肉質測定數據，依統計分析系統(SAS® 套裝軟體，SAS Institute，1996)，使用一般線性模式程序(General linear model procedure, GLM)進行變方分析，並以 Tukey's studentized range test 比較處理組間之差異顯著性。

結果與討論

肉鵝前期(第 0 – 4 週齡)的處理組(B、C 與 D 組)鵝隻給飼含不同量糙米之試驗飼糧(表 1)，而對照組(A 組)則給飼玉米—大豆粕之基礎飼糧。肉鵝前期的生長表現如表 3，其中除 D 組鵝隻的體增重(2.28 ± 0.10 kg/鵝，mean \pm SD)顯著高於對照組(2.10 ± 0.09 kg/鵝)外($P < 0.05$)，各組間的初體重、4 週齡體重、採食量與飼料轉換率均無顯著差異，惟對照組的 4 週齡體重有較輕的趨勢($P = 0.069$)。顯示肉鵝前期給飼糙米—大豆粕飼糧的生長表現，不亞於給飼玉米—大豆粕飼糧的肉鵝。

表 1. 肉鵝前期 (0 至 4 週齡) 各組的飼料配方

Table 1. The compositions of diets for the geese from 0 to 4 weeks of age

Item	A	B	C	D
Corn / Brown rice	100/0	40/60	20/80	0/100
Ingredients				
Corn	639.5	255.8	127.9	0.0
Brown rice	0.0	364.8	486.4	608.0
Soybean meal	332.5	338.2	340.1	342.0
Soybean oil	0.0	13.2	17.6	22.0
Dicalcium phosphate	12.0	12.0	12.0	12.0
Limestone, pulverized	9.0	9.0	9.0	9.0
Salt	3.0	3.0	3.0	3.0
DL-Methionine	2.0	2.0	2.0	2.0
Premix-Vit/poult ^a	1.0	1.0	1.0	1.0
Premix-Min/poult ^b	1.0	1.0	1.0	1.0
Total	1,000	1,000	1,000	1,000
Calculated values				
CP, %	19.2	19.2	19.2	19.2
pME, kcal/kg	2,929	2,928	2,928	2,928
EE, %	2.6	2.0	1.8	1.6
Crude fiber, %	3.8	3.3	3.1	3.0
Ca, %	0.74	0.75	0.75	0.75
Available phosphorus, %	0.34	0.35	0.35	0.35

^a Provided per kilogram of diet: vitamin A (retinyl acetate), 10,000 IU; vitamin D 2,000 IU; vitamin E (DL- α -tocopheryl acetate), 20 IU; vitamin K₃, 3 mg; vitamin B₁, 2 mg; vitamin B₂, 5 mg; vitamin B₆, 3 mg; vitamin B₁₂, 0.03 mg; nicotinic acid, 30 mg; pantothenic acid, 10 mg; folic acid, 2 mg; and biotin, 0.2 mg.

^b Provided the following per kilogram of diet: Fe, 100 mg; Cu, 15 mg; Mn, 80 mg; Co, 0.258 mg; Zn, 50 mg; I, 0.9 mg; Se 0.15 mg.

肉鵝後期 (第 5 – 12 週齡) 的處理與肉鵝前期相似，處理組鵝隻給飼含不同量粉碎稻穀之試驗飼糧 (表 2)，對照組給飼玉米—大豆粕之基礎飼糧。結果顯示，雖然各組間的體增重與採食量均無顯著差異，但對照組的體增重最高為 2.86 ± 0.24 kg/鵝 (表 4)，而處理組的體增重則介於 $2.57 - 2.67$ kg/鵝之間。飼料轉換率則以對照組最好為 5.42 ± 0.22 ，且顯著優於處理組—B、C 及 D 組，分別為 5.81 ± 0.13 、 6.04 ± 0.12 及 5.95 ± 0.14 ($P < 0.05$)。顯示以粉碎稻穀—大豆粕飼糧給飼肉鵝，雖然不會造成體增重的下降，但造成飼料轉換率較差的結果。蘇等 (1996) 指出，提高飼糧中粗纖維含量，會降低 4 及 8 週齡鵝隻對飼糧中乾物質及總能的代謝率；高纖維飼糧顯著影響 4 週齡鵝隻之胺基酸利用率 (蘇等, 1995)。且含高纖維飼糧的食糜通過鵝隻消化道之速率，較含低纖維飼糧者為快 (陳等, 1991)。本試驗處理組的粗纖維含量介於 7.1 – 8.4% 之間，高於對照組的 5.1%，可能為造成處理組的飼料效率較差的原因。另一方面，肉鵝生長前期處理組的體增重有較重的趨勢，亦可能是造成肉鵝生長後期處理組飼料效率較差的原因。

屠體胸肉及皮膚的色澤測定

各組間屠體胸肉的 L、a 與 b 值均無顯著差異 (表 5)。惟 D 組以稻穀全量取代玉米者 (玉米 / 稻米 = 0 / 100)，其胸肉的皮膚 L 值為 73.1 ± 0.8 ，顯著高於 A 組 (玉米 / 稻米 = 100 / 0) 的 71.6 ± 0.6 與 B 組 (玉米 /

稻米 = 40 / 60) 的 71.7 ± 0.7 ($P < 0.05$)。顯示當處理組肉鵝給飼含高量糙米或粉碎稻穀的飼糧，其屠體皮膚的色澤有較淡的趨勢。

自然界發現的數百種類胡蘿蔔素 (carotenoids) 中，能在人體中發現的只有不到 20 種，僅包括 lutein 及其異構物 (isomer) 等，在人類的研究證實 lutein 與 zeaxanthin 會出現在皮膚。在動物試驗的證據顯示：lutein 與 zeaxanthin 能有效的對抗光線對皮膚所造成的傷害 (Roberts *et al.*, 2009)。玉米含有的類胡蘿蔔素，以葉黃素 (xanthophyll) 為主，其中包括 gluten、zeaxanthin 與 β -cryptoxanthin 等。馬齒型玉米 (yellow dent corn) 含有 xanthophyll 的總量為 $21.97 \mu\text{g/g}$ ，其中包括 lutein $15.7 \mu\text{g/g}$ ，zeaxanthin $5.7 \mu\text{g/g}$ 與 β -cryptoxanthin $0.57 \mu\text{g/g}$ (Moros, *et al.*, 2002)。糙米的維生素 B 群含量較玉米高，但較缺乏葉黃素，若是大量且長期使用於飼糧中，會造成畜禽產品顏色較淡 (徐, 2007)。推測肉鵝屠體皮膚的色澤較淡的原因，可能係由於稻米的類胡蘿蔔素含量較低所造成。相對的，玉米筋粉的葉黃素 ($145 \mu\text{g/g}$) 是玉米的 7 倍 (Moros, *et al.*, 2002)，因此推測，若在飼糧中添加玉米筋粉，應可改善肉鵝屠體皮膚較淡的現象。

表 2. 肉鵝後期 (5 – 12 週齡) 各組的飼料配方

Table 2. The compositions of diets for the geese from 5 to 12 weeks of age

Item	A	B	C	D
Corn / Crushed rice grain	100/0	40/60	20/80	0/100
Ingredients, %				
Corn	599.0	239.6	119.8	0.0
Crushed rice grain	0.0	402.0	536.0	670.0
Soybean meal	266.0	283.4	289.2	295.0
Wheat bran	90.0	36.0	18.0	0.0
Rice Hull	20.0	8.0	4.0	0.0
Soybean oil	0.0	6.0	8.0	10.0
Dicalcium phosphate	11.0	11.0	11.0	11.0
Limestone, pulverized	9.0	9.0	9.0	9.0
Salt	3.0	3.0	3.0	3.0
Premix-Vit ^a	1.0	1.0	1.0	1.0
Premix-Min ^b	1.0	1.0	1.0	1.0
Total	1,000	1,000	1,000	1,000
Calculated values				
CP, %	17.5	17.5	17.5	17.5
pME, kcal/kg	2,759	2,759	2,758	2,758
EE, %	2.6	1.7	1.4	1.1
Crude fiber, %	5.1	7.1	7.7	8.4
Ca, %	0.71	0.71	0.71	0.71
Available phosphorus, %	0.32	0.32	0.31	0.31

^a Provided per kilogram of diet: vitamin A (retinyl acetate), 10,000 IU; vitamin D 2,000 IU; vitamin E (DL- α -tocopheryl acetate), 20 IU; vitamin K₃, 3 mg; vitamin B₁, 2 mg; vitamin B₂, 5 mg; vitamin B₆, 3 mg; vitamin B₁₂, 0.03 mg; nicotinic acid, 30 mg; pantothenic acid, 10 mg; folic acid, 2 mg; and biotin, 0.2 mg.

^b Provided the following per kilogram of diet: Fe, 100 mg; Cu, 15 mg; Mn, 80 mg; Co, 0.258 mg; Zn, 50 mg; I, 0.9 mg; Se 0.15 mg.

表 3. 0—4 週齡肉鵝的生長性能

Table 3. The growth performances of geese fed different amount of rice during 0–4 weeks of age

Group	Corn / Rice	Body weight at 0 wk (kg/goose)	Body weight at 4 wk (kg/goose)	Body weight gain (kg/goose)	Feed intake (g/day/goose)	Feed conversion ratio (feed/gain)
A	100/0	0.091 ± 0.008 [*]	2.187 ± 0.093	2.10 ± 0.09 ^b	158 ± 11	2.12 ± 0.22
B	40/60	0.090 ± 0.003	2.272 ± 0.090	2.18 ± 0.09 ^{ab}	169 ± 6	2.18 ± 0.14
C	20/80	0.087 ± 0.010	2.315 ± 0.061	2.23 ± 0.05 ^{ab}	161 ± 11	2.02 ± 0.10
D	0/100	0.090 ± 0.009	2.373 ± 0.106	2.28 ± 0.10 ^a	164 ± 8	2.01 ± 0.06

^{*} mean ± SD.^{a, b} Means within the same column without the same superscripts are significantly different (P < 0.05).

表 4. 5—12 週齡肉鵝的生長性能

Table 4. The growth performance of geese fed different amount of crushed rice grain from 5-12 weeks of age

Group	Corn / Rice	Body weight at 4 wk (kg/goose)	Body weight at 12 wk (kg/goose)	Body weight gain (kg/goose)	Feed intake (g/day/goose)	Feed conversion ratio (feed/gain)
A	100/0	2.187 ± 0.093 [*]	5.051 ± 0.186	2.86 ± 0.24	277 ± 24	5.42 ± 0.22 ^b
B	40/60	2.272 ± 0.090	4.888 ± 0.246	2.62 ± 0.20	271 ± 20	5.81 ± 0.13 ^a
C	20/80	2.315 ± 0.061	4.884 ± 0.224	2.57 ± 0.21	277 ± 25	6.04 ± 0.12 ^a
D	0/100	2.373 ± 0.106	5.042 ± 0.266	2.67 ± 0.17	283 ± 20	5.95 ± 0.14 ^a

^{*} mean ± SD.^{a, b} Means within the same column without the same superscripts are significantly different (P < 0.05).

表 5. 皮膚與胸肉的色澤測定 (L. a. b. 值)

Table 5. The color (L. a. b. value) of skin color and breast meat of goose

Corn/Rice		Color value of skin			Color value of breast meat		
Group		L	a	b	L	a	b
A	100/0	71.6 ± 0.6 ^b	5.8 ± 1.0	8.3 ± 0.7	34.7 ± 1.6	16.4 ± 1.1	4.9 ± 0.8
B	40/60	71.7 ± 0.7 ^b	7.7 ± 1.5	8.2 ± 1.0	32.5 ± 2.7	15.8 ± 1.5	4.5 ± 0.7
C	20/80	72.9 ± 0.2 ^{ab}	6.9 ± 0.3	7.5 ± 0.3	33.7 ± 0.8	17.1 ± 1.1	4.8 ± 1.1
D	0/100	73.1 ± 0.8 ^a	6.5 ± 0.6	7.6 ± 0.4	36.2 ± 2.3	16.5 ± 1.4	4.8 ± 1.5

^{*} mean ± SD.^{a, b} Means within the same column without the same superscripts are significantly different (P < 0.05).

誌 謝

本研究承蒙行政院農委員會畜產試驗所營養組及彰化種畜繁殖場同仁之協助，謹此誌謝。

參考文獻

- 臺灣稻作品種圖誌。1987。行政院農業委員會、臺灣省政府農林廳、亞太糧食肥料技術中心編印，pp. 276。
- 李邦淦、楊榮芳。1971a。糙米餵飼肉雞營養價值測定試驗報告。畜產研究 6(3)：54-62。
- 李邦淦、楊榮芳。1971b。糙米代替玉米餵飼肉雞對發育、飼料利用率及屠體性狀影響之研究。臺灣農業 7(3)：59-67。
- 李邦淦、楊榮芳。1973。糙米代替玉米餵飼來亨雞對發育、性成熟、產卵及孵化率影響之研究報告。臺灣農業 9(4)：121-132。
- 林再發。1984。水稻高產品種之選育特別論及臺中秈 17 號。臺中區農業改良場研究彙報 8：29-40。
- 徐阿里。2007。飼料價格高漲因應措施。行政院農業委員會畜產試驗所 pp.20，臺南。
- 陳盈豪、許振忠、劉琳琳。1991。高低日糧纖維含量對鵝食糜通過消化道速率之影響。東海學報 32：765-774。
- 賴明信。2013。飼料稻米專案試辦計畫的推動與初步結果。畜產報導 151(1)：14-18。
- 蘇瓊珍、許振忠、余碧。1995。飼糧纖維含量對生長鵝飼料中營養成分利用率之影響 I. 胺基酸之利用率。中畜會誌 24(1)：19-29。
- 蘇瓊珍、許振忠、余碧。1996。飼糧纖維含量對生長鵝飼料中營養成分利用率之影響 II. 乾物質、粗脂肪、能量、中洗纖維及酸洗纖維之利用率。中畜會誌 25(2)：129-138。
- Houston, D. F., M. E. Allis and G. O. Kohler. 1969. Amino acid composition of rice and rice by-products. Cereal Chem. 46: 527-537.
- Moros, E. E., D. Darnoko, M. Cheryan, E. G. Perkins and J. Jerrell. 2002. Analysis of xanthophylls in corn by HPLC. J. Agric. Food Chem. 50 (21): 5787-5790.
- Roberts, R. L., J. Green and B. Lewis. 2009. Lutein and zeaxanthin in eye and skin health. Clin. Dermatol. 27(2): 195-201.

Evaluation of using Taichung Sen 17 rice grain on the diet for growing geese⁽¹⁾

Chin-Meng Wang⁽²⁾⁽⁷⁾ Meng-Ru Lee⁽³⁾ Ming-Hsin Lai⁽⁴⁾ Hsi-Chia Wu⁽⁵⁾
Si-Han Zhuang⁽²⁾ Shih-Wen Wu⁽²⁾ Chien-Lung Hu⁽²⁾
Yu-Shine Jea⁽²⁾ and Churng-Faung Lee⁽⁶⁾

Received: Feb. 25, 2014; Accepted: Sep. 5, 2014

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effects of rice-soybean meal diet on the growth performances of White Roman geese. The experimental period was divided into 2 phases. From 0 to 4 weeks of age, the brown rice (Taichung Sen 17) was used in diet. During 5 and 12 weeks of age, the crushed rice grain was used. A total of 96 White Roman geese were divided into 4 groups, i.e. control group (A group) giving corn-SBM diet. For the other 3 groups-B, C and D, brown rice-SBM or crushed rice grain-SBM diet, 60, 80 and 100% of corn in control group diets were substituted by rice, respectively. The results indicated that at starter phase, the growth performances of the geese using brown rice-SBM diets were not poor than control group using corn-SBM diet. At grower phase, the growth performances of the geese using rice grain were also not poor than the control group, but had poor feed conversion ratio (FCR). It means that growth performances of geese using the rice-SBM diets were not poor than using corn-SBM diet. But we need to consider the effect of higher fiber content of rice grain on geese growth performances, if we try to use grain rice in geese diet. The skin color of the carcass from the geese using rice-SBM diets was paler than which using corn-SBM diet. The skin color of the D group using rice-SBM diet was significantly paler than control group of using corn-SBM diet ($P < 0.05$). It indicated that the skin color of geese was affected by using rice-SBM diet. In conclusion, rice-SBM diet could be used for growing geese. Nevertheless, the high fiber content of rice grain can affect the feed conversion ratio and growth performance of geese.

Key words: Geese, Rice grain, Growth performance.

(1) Contribution No. 2155 from Livestock Research Institute. Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Changhua Animal Propagation Station, COA-LRI, Changhua 52149, Taiwan, R.O.C.

(3) Animal Products Processing Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 71246, Taiwan, R.O.C.

(4) Crop Science Division, TARI-COA, Taichung City 41362, Taiwan, R.O.C.

(5) Farm Management Division, TARI-COA, Taichung City 41362, Taiwan, R.O.C.

(6) Animal Nutrition Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 71246, Taiwan, R.O.C.

(7) Corresponding author, E-mail: cmwang@mail.tlri.gov.tw.

