

# 蘭嶼豬、畜試迷彩豬與 LYD 商用豬肉質特性之探討<sup>(1)</sup>

陳坤照<sup>(2)</sup> 李坤城<sup>(3)</sup> 林亮全<sup>(3)</sup> 詹德芳<sup>(3)</sup> 朱賢斌<sup>(2)</sup> 張俊達<sup>(2)(4)</sup>

收件日期：99 年 4 月 21 日；接受日期：99 年 10 月 29 日

## 摘要

探討蘭嶼豬、畜試迷彩豬及商用豬加工特性之差異，以供品牌化之用。試驗分為三組：蘭嶼豬、畜試迷彩豬及 LYD 商用豬，其中蘭嶼豬與畜試迷彩豬飼養 30 週（開始體重：蘭嶼豬 20 kg，約 18 ~ 20 週齡、畜試迷彩 15 kg，約 16 ~ 18 週齡）後屠宰，商用豬約 25 週齡屠宰。屠宰後取得里脊肉、腹脇肉與後腿肉三種部位測定一般肌肉化學組成、蒸煮失重、屠後 24 小時保水性、截切值、咀嚼性、ATP 關聯化合物、與感官品評等項目。結果顯示，蘭嶼豬在各部位之水分含量顯著高於畜試迷彩豬與 LYD 商用豬（ $P < 0.05$ ），而在各部位之粗脂肪含量以畜試迷彩豬含量最低（ $P < 0.05$ ）。蘭嶼豬烹煮失重顯著低於商用豬及畜試迷彩豬（ $P < 0.05$ ）。蘭嶼豬有較高保水性之趨勢（ $P < 0.10$ ）。蘭嶼豬截切值、咀嚼性均較 LYD 商用豬低。ATP 關聯化合物方面，蘭嶼豬 IMP 含量顯著較高（ $P < 0.05$ ），HX 含量較低；里脊肉及後腿肉之 HXR 各組間無顯著差異。在感官品評方面：蘭嶼豬香氣顯著高於商用豬（ $P < 0.05$ ），氣味以 LYD 商用豬有較低之趨勢。LYD 商用豬之里脊肉嫩度較蘭嶼豬低，但腹脇肉部位較蘭嶼豬高（ $P < 0.05$ ）。總接受度以蘭嶼豬和畜試迷彩豬高於 LYD 商用豬。

關鍵詞：蘭嶼豬、LYD 商用豬、畜試迷彩豬。

## 緒言

近年來，由於經濟成長、國人生活水準提升，對「食」的要求已不像早年一般只求溫飽，而是日漸

---

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1602 號

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所台東種畜繁殖場。

(3) 國立中興大學動物科學系。

(4) 通訊作者，E-mail: ctchang@mail.tlri.gov.tw

著重在食物的精緻性與可口性上。本試驗擬利用蘭嶼豬具抗病及耐粗食之特性，發展出具有本土特性及產品區隔之品牌豬肉，進而與洋種豬肉品競爭。Lee *et al.* (1994) 以人工授精方式將蘭嶼豬與杜洛克公豬進行雜交試驗育成畜試迷彩豬 (Lanyu 50)，已於 2003 年 6 月完成種原登記，成為我國新之家畜品種，增進國家畜產種原之多樣性 (朱, 2005)。肉中的水分可分為固有水、游離水與結合水三大類 (林, 1991)；肉之保水性為加工處理後所能帶有固有水與游離水之比例多寡，此為肌原纖維內的空間變化，使其含水量增減所致 (Lawrie, 1988)。Van Oeckel *et al.* (1999) 指出當生肉保水性較高時，則經加熱後其蒸煮失重會較低。因此豬隻烹煮失重愈低，表示有較佳保水性之能力 (Toscas *et al.*, 1999)。Dannert and Pearson (1967) 指出肉之 ATP 關連化合物其中 IMP 及其降解產物為牛肉、豬肉及雞肉風味物質的重要前驅物之成分。Dety *et al.* (1961) 亦指出 IMP 為最重要之旨味或鮮味 (palatable taste; umami) 物質。本試驗之目的為探討我國之特有原生豬種蘭嶼豬及其與杜洛克之雜交品系畜試迷彩豬之加工特性，並與 LYD 商用豬進行比較，預期將蘭嶼豬與畜試迷彩豬品牌化以提高國內養豬產業的競爭性。

表 1. 試驗飼料之組成

Table 1. Composition of experimental diet

Item	
Ingredients, kg/ton	
Yellow corn	746.7
Soybean meal, 44%	221.0
Limestone, pulverized	14.0
Dicalcium phosphate	13.1
Salt, iodized	4.0
Choline chloride, 50%	0.9
Mineral premix <sup>a</sup>	1.5
Vitamin premix <sup>b</sup>	1.0
Total	1000.0
Calculated value	
Crude protein, %	15.5
Digestible energy, kcal/kg	3160.0
Calcium, %	0.86
Phosphorus, %	0.62

<sup>a</sup> Provided per kilogram of diet: Fe, 140 mg ; Cu, 7 mg ; Mn, 20 mg ; I, 0.45 mg.

<sup>b</sup> Provided per kilogram of diet: Vitamin A, 6,000 IU ; Riboflavin, 4 mg ; Pyridoxine, 1 mg ; Vitamin B<sub>12</sub>, 0.02 mg ; Vitamin D<sub>3</sub>, 800 IU ; Vitamin E, 20 IU ; Vitamin K<sub>3</sub>, 4 mg ; Biotin, 0.1 mg ; Folic acid, 0.5 mg ; Niacin, 30 mg ; Pantothenic acid, 16 mg.

## 材料與方法

### I. 試驗材料

#### (i) 試驗飼糧

本試驗以玉米 - 大豆粕為主之原料調製飼糧，蛋白質 15% 及可消化能 3,200 kcal/ kg，試驗期間採任飼，供應充足飲水，飼糧組成及其一般成分分析如表 1。

#### (ii) 試驗動物

試驗於台東種畜繁殖場執行，動物之使用、飼養及實驗內容係依據台東種畜繁殖場實驗動物管理委員會批准之試驗準則進行。

試驗動物採用胎次相近之蘭嶼豬 18 頭及畜試迷彩豬 18 頭，飼養於行政院農業委員會畜產試驗所台東種畜繁殖場，飼養開始體重相近（蘭嶼 20 ± 3 kg，約 18~20 週齡；畜試迷彩 15 ± 3 kg，約 16~18 週齡）。待 30 週試驗期間後，運至台東縣肉品市場股份有限公司之屠宰場繫留 16 至 24 h 後屠宰，屠宰過程依屠宰標準作業程序進行，屠宰後以 4℃ 預冷 12 h 後，進行分切去骨作業並取下里脊肉（第 10 至第 11 肋）後半段、腹脇肉（belly）及後腿腿心肉（quadriceps femoris）攜回實驗室，部分試樣作保水性及蒸煮失重測定，其餘試樣儲存於 -86℃ 低溫冷凍櫃（Revco ULV1386-3D, USA）下，並於二個星期內完成分析。另逢機選取 7 頭市售 LYD 商用肉豬（體重約 110 kg，25 週齡）則來自台北縣樹林市嘉一香食品股份有限公司之屠宰場所提供。

### II. 里脊肉（第 10 至第 11 肋）、腹脇肉及後腿腿心肉之測定項目

#### (i) 一般化學組成份（水分、粗脂肪、灰份與粗蛋白）分析依 AOAC (1990) 方法分析。

1. 水分：取樣品 3~4g 於預先乾燥得恆重之坩堝並記錄樣品與坩堝重，之後放入 105℃ 烘箱中 4~5 小時後取出，移入玻璃乾燥器內使其恢復至室溫後秤重。
2. 粗脂肪：取樣品 3~4 g，先以 105℃ 烘乾 4~5 小時後再以 Soxhlet 裝置及乙醚連續萃取 16 個小時以上。
3. 灰分：坩堝洗淨後置於 600℃ 灰化爐中 12 小時後取出秤重。經秤樣品 4~5g 置於坩堝中，先以 105℃ 烘乾 5 小時再移入 600℃ 灰化爐中至少 12 小時，直至所有樣品均成為白色灰燼為止。
4. 粗蛋白質：依 AOAC (1990) 之方法，以凱氏法 (Kjeldahl method) 進行分析。

#### (ii) 蒸煮失重：依 Florene *et al.* (1994) 之方法測定。樣品修剪秤重 (W2) 後放入夾鍊袋，浸於 80℃ 熱水槽中 25 分鐘，將表面水分擦拭後測重 (W3)。計算公式為蒸煮失重 (%) = $\frac{(W2-W3)}{W2} \times 100$ 。

#### (iii) 屠後 24 小時保水性：依 Hofmann *et al.* (1982) 之濾紙加壓法 (Filter paper press method) 測定。取完整肌肉樣品 1g 置於濾紙上，再將醋酸紙覆蓋於上，置於兩塊壓克力板之間，以壓力計 (Model C, Carver, USA.) 加壓至 3000PSI，計時 1 分鐘，描繪出肉及肉外圍水滲出之形狀，再以面積積分儀 (Planimeter) 計算表面積。計算公式為游離水% = $\frac{(\text{總表面積} - \text{肉膜面積}) \times 61.10}{\text{肉樣品中的總水分}}$ 。

#### (iv) 截切值：依 Van Laack *et al.* (2001) 之方法加以修改。將各處理組樣品先行修整成固定大小後，使用鋁箔紙密封並置於夾鏈袋中，於 80℃ 水浴 25 分鐘後以中心溫度計測試，至樣品中心溫度達 72℃，取出後將表面的水擦拭後將樣品切成長方體 (3 cm × 0.5 cm × 0.5 cm) 以物性測定儀 (Sun Rheometer, Compac-100II, Japan) 測定其剪斷值。

#### (v) 咀嚼性：依 Van Laack *et al.* (2001) 之方法加以修改。將各處理組樣品先行修整成固定大小後，使用鋁箔紙密封並置於夾鏈袋中，於 80℃ 水浴 25 分鐘後以中心溫度計測試，至樣品中心溫度達 72℃，取出後將表面的水擦拭後將樣品切成長方體 (3 cm × 0.5 cm × 0.5 cm) 以物性測定儀 (Sun

Rheometer, Compac-100II, Japan) 測定。

(vi) ATP 關聯化合物：依 Boyle *et al.* (1991) 與 Ryder (1985) 之方法加以修飾測定，樣品之前處理為 (1) 取樣品 5g 加入 10 % 過氯酸 ( $\text{HClO}_4$ ) 10ml 以均質機 (Polytron PT3000, 打碎頭：PT-DA 3012/2s) 14600 rpm 均質 1 分鐘。(2) 移入離心管，以 775xg 離心 3 分鐘。(3) 上清液以 80 ml 燒杯收集，沉澱物再加 10 % 過氯酸 ( $\text{HClO}_4$ ) 10ml，14600 rpm 均質 1 分鐘。(4) 再以 775xg 離心 3 分鐘。(5) 收集上清液，兩次收集的上清液以 5 N KOH 調整至 pH 6.4。(6) 以 0.45  $\mu\text{m}$  濾膜 (Millopore, Bedford, MA, U. S. A) 過濾之。(7) 置於微量離心管中，於  $-86^\circ\text{C}$  (Revco ULV1386-3D, USA) 下貯存備用。分析條件：高效液相層析儀，UV 偵測器波長為 254 nm，分析管柱為 RP-C18 column, 5  $\mu\text{m}$ , 4.6  $\times$  250 mm (Inertsil ODS-2, GL sciences, Japan)，移動相為 0.04 M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ，0.06 M  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ，2%  $\text{CH}_3\text{CN}$  溶液，流速為 1 mL/min。

(vii) 感官品評：依 Huff-lonergan *et al.* (2002) 方法里脊肉並加以修飾測定，包含香氣 (Aroma)、口感 (Taste)、嫩度 (Tenderness)、多汁性 (Juiciness) 及總接受度 (Overall acceptability)，其中香氣為聞起來之香味，而口感為吃起來之感覺或口味等。樣品使用鋁箔紙密封並置於夾鏈袋中以  $80^\circ\text{C}$  隔水加熱 30 分鐘後取出，採平行肌纖維方向切成  $2 \times 1 \times 1 \text{ cm}$  3 長方體，採用 7 分制喜好試驗 (Seven-point hedonic scale test) 進行感官品評。7 分表示非常喜歡 (extremely like)，4 分表示不討厭亦不喜歡 (liked or disliked)，而 1 分則表示非常不喜歡 (extremely disliked)。品評員為中興大學畜產系學生 10 人，分別就香氣、氣味、嫩度、多汁性與總接受度加以評分，其中嫩度分數愈高表示肉愈嫩。

### III. 統計分析

使用統計分析系統 (Statistical Analysis System, SAS, 2002) 以一般線性模式 (General Linear Models Procedure, GLM) 進行變方分析，再以鄧肯氏新多變域測定法比較平均值之差異性。

## 結果與討論

### I. 一般化學組成份

表 2 顯示各組里脊肉、腹脇肉及後腿肉之水分、灰份、粗脂肪與粗蛋白質含量。結果指出蘭嶼豬之里脊肉、腹脇肉及後腿肉之水分含量顯著高於畜試迷彩豬與 LYD 商用豬 ( $P < 0.05$ )。而灰份含量以里脊肉部位畜試迷彩豬在顯著高於蘭嶼豬與 LYD 商用豬 ( $P < 0.05$ )，其他部位則無顯著差異。里脊肉、腹脇肉及後腿肉之粗脂肪含量以畜試迷彩豬最高，蘭嶼豬最低 ( $P < 0.05$ )。在粗蛋白含量部分，各部位以蘭嶼豬最低 ( $P < 0.05$ )。陳等 (1991) 發現杜洛克豬隻在水分含量較低，本試驗所用畜試迷彩豬為蘭嶼豬與杜洛克豬隻雜交品種，推測可能造成畜試迷彩豬在水分含量較低。比較本試驗中粗脂肪之含量，發現蘭嶼豬在粗脂肪含量低於其它品種豬隻，此結果可能與品種間之差異有關。

### II. 保水性與烹煮失重

表 3 與表 4 分別為各組里脊肉、腹脇肉及後腿肉在烹煮失重與保水性比較之結果，蘭嶼豬在烹煮失重有較低於商用豬及畜試迷彩豬之趨勢 ( $P < 0.10$ )，因蘭嶼豬生長速度較慢，造成蘭嶼豬肌纖維增生慢有關。蘭嶼豬保水性較商用豬高 ( $P < 0.05$ ) 代表在屠後保水性愈佳；當豬隻之烹煮失重愈低，表示

保水性上有較佳之能力，此結果與 Toscas *et al.* (1999) 試驗相同。

楊 (1990) 指出食肉水分損失有三種原因：其一從肉表面蒸發水分損失典型是 3%，但於不良操作上可達 12%；其次原因為肉切面之滲出典型是 3%，但於異常肉之狀態可加速損失 15%；最後原因是水煮損失通常較大可高達 40%，因此烹煮失重則為食肉經水煮處理後，其汁液損失的量，一般來說保水性與

表 2. 各組里脊肉腹、腹脇肉與後腿肉之一般化學組成成分分析

Table 2. Comparison of the approximately chemical compositions analysis of different groups from loin, belly and ham

group	L	M	LYD
		Moisture (%)	
Loin	75.28 ± 0.18 <sup>a</sup>	71.47 ± 0.42 <sup>b</sup>	71.45 ± 0.98 <sup>b</sup>
Belly	75.98 ± 0.52 <sup>a</sup>	70.26 ± 0.42 <sup>c</sup>	73.36 ± 0.89 <sup>b</sup>
Ham	73.15 ± 0.45 <sup>a</sup>	71.58 ± 0.38 <sup>b</sup>	70.24 ± 0.34 <sup>c</sup>
		Ash (%)	
Loin	0.94 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.41 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.01 ± 0.07 <sup>b</sup>
Belly	0.95 ± 0.03	1.04 ± 0.03	1.19 ± 0.37
Ham	1.01 ± 0.02	0.96 ± 0.14	1.18 ± 0.16
		Crude fat (%)	
Loin	1.55 ± 0.70 <sup>c</sup>	3.18 ± 0.44 <sup>a</sup>	2.55 ± 0.10 <sup>b</sup>
Belly	1.98 ± 0.23 <sup>c</sup>	3.13 ± 0.33 <sup>a</sup>	2.58 ± 0.25 <sup>b</sup>
Ham	2.58 ± 0.27 <sup>b</sup>	3.09 ± 0.10 <sup>a</sup>	2.35 ± 0.24 <sup>b</sup>
		Crude protein (%)	
Loin	22.80 ± 0.35 <sup>b</sup>	23.92 ± 0.57 <sup>a</sup>	24.83 ± 0.87 <sup>a</sup>
Belly	20.75 ± 0.37 <sup>b</sup>	25.34 ± 0.63 <sup>a</sup>	22.70 ± 0.53 <sup>b</sup>
Ham	22.55 ± 0.85 <sup>b</sup>	23.74 ± 0.43 <sup>a</sup>	23.39 ± 0.49 <sup>a</sup>

L: Lanyu pig fed 30 weeks; M: Mitsae pig fed 30 weeks; LYD: commercial pig fed 25 weeks.

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

Means ± SD.

表 3. 屠後 24 小時各組里脊肉、腹脇肉及後腿肉烹煮失重之比較 (%)

Table 3. Comparison of the cooking loss of different groups from loin, belly and ham on postmortem 24 hours (%)

	LYD	Lanyu	Mitsae
Loin	26.9±1.2	24.8±3.3	28.8±2.1
Belly	25.1±1.9	24.2±2.4	30.2±4.5
Ham	25.2±3.8	21.8±3.8	30.6±4.2

Means±SD.

表 4. 屠後 24 小時不同處理保水性之比較 (%)

Table 4. Comparison of the water holding capacity of different groups from loin, belly and ham on postmortem 24 hours (%)

	LYD	Lanyu	Mitsae
Loin	49.4±0.4 <sup>b</sup>	50.8±0.3 <sup>a</sup>	50.0±0.6 <sup>ab</sup>
Belly	48.5±0.8	49.1±0.5	50.7±1.4
Ham	42.2±2.1	42.2±1.8	40.0±1.2

<sup>ab</sup>Means in the same row with the different superscript differ significantly (P < 0.05).

Means±SD.

表 5. 各組里脊肉截切值與咀嚼性之比較

Table 5. Comparison of the shear value and chewiness of loin of the different groups (g)

	LYD	Lanyu	Mitsae
Shear value	1098±103	942±95	1182±143
Chewiness	538±45	547±123	677±115

Means±SD.

表 6. 各組後腿肉截切值與咀嚼性之比較

Table 6. Comparison of the shear value and chewiness of ham of the different groups (g)

	LYD	Lanyu	Mitsae
Shear value	914±245	534±153	608±198
Chewiness	592±224	600±289	599±189

Means±SD.

烹煮失重二者之間有著負相關，另有報告中指出烹煮失重與多汁性間有著負相關 (Toscas *et al.*, 1999)。Offer and Knight (1988) 提出在蒸煮時，肌纖維範圍縮小，會使水分被擠壓出來。Rehfeldt *et al.* (2000) 指出肌原纖維的數量與面積與滴水失重有關，其認為纖維數量愈多可降低在滴水失重上之損失，而面積愈大則增加了滴水失重之損失，對照肌肉切片可發現蘭嶼豬肌纖維結構較小較細。Kuhn *et al.* (1998) 比較不同品種豬隻里脊肉肌肉切片發現品種間的差異會對肌纖維面積及數量造成影響，另外比較最終 pH 值，發現蘭嶼豬有較高之最終 pH 值，而屠後較高的最終 pH 值可增加食肉之保水性並降低烹煮失重，Huff-Lonergan *et al.* (2002) 烹煮失重與多汁性呈負相關，比較感官品評多汁性之結果可發現蘭嶼豬多汁



性有較高之成績。

### III. 截切值、咀嚼性

表 5 及表 6 分別為各組在里脊肉及後腿肉之截切值與咀嚼性。蘭嶼豬各部位肉截切值較低。咀嚼性為評估樣品咀嚼至可吞嚥狀態所需要之能量（賴及賴，1994），利用物性測定儀模擬人齒經由換算所得咀嚼性（Friedman *et al.*, 1963），結果顯示，三種品種間以蘭嶼豬有較低咀嚼性。劉（2005）測定電刺激對肉質之影響發現保水性愈差、烹煮失重愈高時所測截切值會較高，比較本試驗中保水性、烹煮失重及截切值之結果後，可發現蘭嶼豬在保水性與烹煮失重具較低，並在截切值有較低之結果。

比較截切值可發現蘭嶼豬在截切值、咀嚼性均較商用豬佳，Wegner *et al.*（2000）指出經由遺傳育改良精肉含量對豬隻肌纖維會造成影響，其認為增加了瘦肉含量對於肌纖維在結構上會增加其體積與數量，比較蘭嶼豬與畜試迷彩豬瘦肉含量上之差異，可發現有此一現象，Rehfeldt *et al.*（2000）指出肌原纖維數量與面積與滴水失重有相關，纖維數量愈多可降低在滴水失重上之損失，面積愈大則增加了滴水失重之損失，比對多汁性、烹煮失重及保水性可發現相呼應。

關於脂肪含量與最終 pH 值對食肉嫩度之影響，本試驗中脂肪對嫩度並未造成影響，可能是因為相較於迷彩豬與商用豬，雖然蘭嶼豬粗脂肪含量並未最高，但最終 pH 值較其它二品種高（潘，2006），且 Skelley *et al.*（1973）也指出脂肪含量對嫩度並不會造成影響，然而也有些報告對此說法持不同意見（Eikelenboom and Hoving-Bolink, 1994a）。Van Laack *et al.*（2001）認為豬肉帶有不同的脂肪含量主要是因為品種間的差異，因此嫩度與脂肪含量的關係有可能是因為品種間的影響，亦有可能是因為肌間脂肪含量的影響。在牛肉的嫩度測定上，最終 pH 值為主要因素（Van Laack *et al.*, 2001）。Eikelenboom and Hoving-Bolink（1994b）指出在豬肉，較高的最終 pH 值會增加肉之嫩度。對此一觀點某些學者卻不認為（Lundström *et al.*, 1996），其並舉出在漢布夏豬隻由於攜帶 RN（rendement napole）基因，因此在最終 pH 上有著較其它品種低，雖然其具有較低的 pH 值，但其在嫩度上卻比非 RN 基因型的豬隻來的較嫩；因此在比對了肌纖維切片之結果後關於蘭嶼豬肉質較嫩之原因應與品種間和 pH 值的差異有關。Crawford *et al.*（2010）指出，豬里脊肉隨烹煮溫度越高（62 至 79℃）則會產生較低之嫩度，且豬隻品種與烹煮溫度也會產生交感效應。

### IV. ATP 關聯化合物

表 7 為不同組里脊肉之 ATP 關聯化合物測定結果，里脊肉之 ATP 關聯化合物，ATP、ADP、AMP 含量各組間無顯著差異，但以商用豬有著較高之趨勢，IMP 含量以蘭嶼豬最高（ $P < 0.05$ ）、商用豬最低（ $P < 0.05$ ），HX 含量及 HXR 含量各組間無顯著差異但以蘭嶼豬有較低之趨勢。不同組腹脇肉之 ATP 關聯化合物測定之結果，ATP、ADP、AMP 含量以商用豬較高（ $P < 0.05$ ），IMP 含量蘭嶼豬與畜試迷彩豬顯著高於商用豬（ $P < 0.05$ ），HX 含量各組間無顯著差異但以商用豬較高，HXR 含量各組間以畜試迷彩豬最低。不同組後腿肉之 ATP 關聯化合物測定之結果，ATP、ADP、AMP 及 HX 之含量各處理組間無顯著差異但以蘭嶼豬較低，IMP 含量蘭嶼豬最高（ $P < 0.05$ ），HXR 含量各處理組間無顯著差異。動物經屠宰後，肌肉內 ATP 被分解而產生死後僵值，從僵值至解僵之熟成過程中，ATP 會產生一連串之變化：ATP → ADP → AMP → IMP → HxR(Inosine) → Hx(Hypoxanthine) 而這些產物統稱為「ATP 關連化合物」，由其消長變化情形可瞭解肉之風味及鮮度之變化關係（Kuninaka, 1960）。Kazeniac（1961）發現 IMP 為 ATP 關連化合物最主要呈味物質，可加強其他風味物質之作用，而 HxR 及 Hx 則有輕微之苦澀味（bitter）。Dety *et al.*（1961）與 Dannert and Pearson（1967）報告指出，IMP 及其降解產物為牛肉、豬肉及雞肉風味物質的重要前驅物之成分。Dety *et*

al. (1961) 亦指出 IMP 為 ATP 關連化合物中最重要之旨味或鮮味 (palatable taste; umami) 物質。Terasaki

表 7. 各組里脊肉、腹 肉及後腿肉 ATP 關聯化合物之比較

Table 7. Comparison of the ATP-related compounds concentration of loin, belly and ham on the different groups

Breed	ATP	ADP	AMP	IMP	HXR	HX
Loin						
L	0.0412±0.0309	0.0316±0.0104	0.0775±0.0137	2.2278±0.0548 <sup>a</sup>	0.0008±0.005	0.1271±0.0273
M	0.0480±0.0339	0.0327±0.0116	0.1061±0.0464	2.0752±0.0788 <sup>b</sup>	0.0038±0.0036	0.1523±0.0541
LYD	0.0627±0.0260	0.0440±0.0229	0.0786±0.0433	1.8949±0.0962 <sup>c</sup>	0.0018±0.0021	0.1714±0.0609
Belly						
L	0.0668±0.0103 <sup>b</sup>	0.0483±0.0012 <sup>b</sup>	0.0858±0.0043 <sup>b</sup>	1.7911±0.0479 <sup>a</sup>	0.0048±0.0029 <sup>a</sup>	0.2905±0.0552
M	0.0507±0.0338 <sup>b</sup>	0.0397±0.0121 <sup>b</sup>	0.0947±0.0188 <sup>b</sup>	1.7110±0.072 <sup>a</sup>	0.0010±0.0011 <sup>b</sup>	0.2584±0.0440
LYD	0.1253±0.0189 <sup>a</sup>	0.1470±0.0537 <sup>a</sup>	0.1461±0.0379 <sup>a</sup>	0.4720±0.3274 <sup>b</sup>	0.0017±0.0010 <sup>ab</sup>	0.5086±0.3224
Ham						
L	0.0404±0.0375	0.0392±0.0195	0.1030±0.0161	1.7168±0.0826 <sup>a</sup>	0.0049±0.0050	0.2588±0.1209
M	0.1030±0.0687	0.0796±0.0410	0.1211±0.0115	1.2060±0.1477 <sup>b</sup>	0.0035±0.0025	0.4252±0.0759
LYD	0.0828±0.0634	0.0911±0.0884	0.1231±0.0195	1.2864±0.3206 <sup>b</sup>	0.0003±0.00006	0.2865±0.1491

L: Lanyu pig fed 30 weeks; M: Mitsae pig fed 30 weeks; LYD: commercial pig fed 25 weeks

<sup>a,b,c</sup> Means in the same row with the different superscript differ significantly (P < 0.05).

Means±SD.

et al. (1965) 發現肌肉 IMP 含量高者比含量低者有較佳之品嚐性。

## V. 感官品評

表 8 為各組里脊肉、腹脇肉及後腿肉之感官品評結果。里脊肉、腹脇肉及後腿肉香氣之得分蘭嶼豬顯著高於商用豬 (P < 0.05)，香氣的差異應與肌肉之脂肪酸組成有關；Cameron 與 Enser (1991) 指出脂肪酸中的飽和與單元不飽和脂肪酸對於食肉的風味有正相關而多元不飽和脂肪酸則呈負相關，Crouse *et al.* (1982) 指出脂肪酸對食肉的風味有影響，特別是 C18:1 與 C18:3。林 (2007) 比較各組之飽和脂肪酸發現蘭嶼豬較商用豬高，單元不飽和脂肪酸含量蘭嶼豬較商用豬低，由於脂肪酸含量上的差異造成了品評上蘭嶼豬在香氣的評分上優於商用豬。

氣味品評結果各組里脊肉、腹脇肉及後腿肉無顯著差異，但仍可發現蘭嶼豬較高，Dety *et al.* (1961) 與 Dannert and Pearson (1967) 都發現 IMP 及其降解產物為食肉中風味物質的重要前驅物。Dety *et al.* (1961) 亦指出 IMP 為 ATP 關連化合物中最重要之旨味或鮮味物質。Terasaki *et al.* (1965) 發現肌肉 IMP 含量高者比含量低者有較佳之評嗜性。在比較了前述實驗 ATP 關聯化合物中 IMP 之含量，可發現在各部位肉中以蘭嶼豬所含之 IMP 含量最多，而 IMP 含量愈高其代表肉之風味性愈佳。

在多汁性的品評結果上，在里脊肉、腹脇肉及後腿肉之結果上各處理組間無顯著差異。Huff-Lonergan *et al.* (2002) 指出烹煮失重與多汁性有負相關，此意味著肉的烹煮失重愈高對其多汁性愈差，在對照前述實驗保水性與烹煮失重之結果上可發現各處理組中以蘭嶼豬具有最高之保水性和最低之烹煮失重，高的保水性及較低的烹煮失重此一結果使蘭嶼豬及畜試迷彩豬在多汁性品評結果中有較佳之成績。



表 8. 各組里脊肉、腹脇肉與後腿肉感官品評之比較

Table 8. Comparison of the different groups on sensory evaluation of loin, belly and ham

Breed	Aroma	Tenderness	Juiciness	Taste	Overall acceptability
Loin					
L	5.00±0.67 <sup>a</sup>	4.50±0.51 <sup>a</sup>	4.26±0.89	4.57±0.93	4.92±0.73 <sup>a</sup>
M	4.64±0.92 <sup>ab</sup>	3.85±0.77 <sup>ab</sup>	4.00±0.96	4.42±0.51	5.00±0.78 <sup>a</sup>
LYD	4.40±0.62 <sup>b</sup>	3.93±0.70 <sup>b</sup>	4.21±0.70	4.00±0.84	4.26±0.70 <sup>b</sup>
Belly					
L	4.34±0.74 <sup>a</sup>	4.00±0.67 <sup>b</sup>	4.35±1.07	4.34±1	4.66±0.86 <sup>ab</sup>
M	4.66±0.97 <sup>a</sup>	4.66±0.70 <sup>ab</sup>	4.14±1.08	4.38±1.41	4.94±1.21 <sup>a</sup>
LYD	3.61±0.77 <sup>b</sup>	5.05±0.96 <sup>a</sup>	4.11±1.23	4.05±0.87	4.22±0.87 <sup>b</sup>
Ham					
L	4.96±0.22 <sup>a</sup>	4.65±1.12	5.10±0.80	4.62±0.83	4.75±0.84
M	4.72±0.34 <sup>ab</sup>	4.64±0.86	4.92±0.86	4.40±0.86	5±0.81
LYD	4.47±0.23 <sup>b</sup>	4.33±1.02	4.75±0.77	4.09±1.14	4.52±0.74

L: Lanyu pig fed 30 weeks; M: Mitsae pig fed 30 weeks; LYD: commercial pig fed 25 weeks.

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

Means±SD.

里脊肉嫩度以蘭嶼豬顯著較商用豬高 ( $P < 0.05$ )，此部分可能因為蘭嶼豬之里脊肉飽和脂肪酸較高有關 (潘, 2006)。而腹脇肉蘭嶼豬顯著較低於商用豬 ( $P < 0.05$ )，由於腹脇肉在品評時皮、肉與脂肪並未分離，比對脂肪酸組成上可發現蘭嶼豬腹脇肉具較高之飽和脂肪酸含量，而較多的飽和脂肪酸使食肉較為堅硬，推測應是脂肪與皮之影響造成了蘭嶼豬在腹脇肉上得分較低之原因。後腿肉上，各組間雖無顯著差異但仍以蘭嶼豬較高，對照前述截切值、咀嚼性發現蘭嶼豬具最低之截切、咀嚼性與此結果有相呼應，Huff-Lonergan *et al.* (2002) 指出嫩度與多汁性有正相關，比對嫩度與多汁性之結果可發現蘭嶼豬在嫩度與多汁性上均有顯著較佳之成績。低烹煮失重與高保水性對於食肉在感官品評上多汁性有正面影響，比較感官品評多汁性可發現蘭嶼豬較高，此結果與烹煮失重及保水性之間相呼應。

蘭嶼豬、畜試迷彩豬之總接受度，由於在香氣、氣味、多汁性及嫩度上的品評結果均較高於商用豬。綜合以上各因素，品評員對蘭嶼豬和畜試迷彩豬的總接受度顯著的高於商用豬。

## 結論

蘭嶼豬與畜試迷彩豬在肉質特性上與商用豬不同，其在截切值、咀嚼性、多汁性、嫩度、香氣、氣味及總接受度上均較高於商用豬，且具較多含量的 IMP 鮮味物質，食肉品質優於商用豬，可進一步評估探討是否做為品牌化之豬隻。

## 參考文獻

- 朱賢斌。2005。畜試所小型豬之選育與應用。行政院農業委員會畜產試驗所台東種畜繁殖場。
- 林高塚。1991。肉品加工之基礎與技術。華香園出版社。台北。
- 林坤城。2007。蘭嶼豬、畜試迷彩豬與商用豬肉質特性之探討。中興大學畜產學系研究所碩士論文。台中。台灣。
- 陳義雄、吳勇初、朱慶誠、葉力子、鄭裕信。1991。台灣不同品種豬隻屠體性狀之測定。中畜會誌 20(3)：341-347。
- 楊正護。1990。食肉化學之最新發展。藝軒出版社。台北。
- 潘秀娟。2006。探討蘭嶼豬與畜試迷彩豬於不同屠宰體重之生長、屠體、血液性狀及脂質生成酵素之比較。中興大學畜產學系研究所碩士論文。台中。台灣。
- 賴滋漢、賴富超。1994。食品科技辭典（增訂版）。pp.282, 1325, 1418。富林出版社。台中。
- 劉玉芬。2005。電刺激對雞隻屠體表面微生物及肉質之影響。中興大學畜產學系研究所碩士論文。台中。
- AOAC. 1990. Official Methods of analysis. 15th ed. Association of official Analytical Chemist. Arlington, VA.
- Cameron, N. D. and M. Enser. 1991. Fatty acid composition of lipid in longissimus Dorsi muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality. Meat Sci. 29: 295-307.
- Crawford, S. M., S. J. Moeller, H. N. Zerby, K. M. Irvin, P. S. Kuber, S. G., Velleman, and T. D. Leeds. 2010. Effects of cooked temperature on pork tenderness and relationships among muscle physiology and pork quality traits in loins from Landrace and Berkshire swine. Meat Sci. 84:607-612.
- Crouse, J. D., C. L. Ferrell, R. A. Field, J. R. Busboom and G. J. Miller. 1982. The relationship of fatty acid composition and carcass characteristics to meat flavour in lamb. J. Food Qual. 5: 203.
- Dannert, R. D. and A. M. Pearson. 1967. Concentration of inosine 5'-monophosphate in meat. J. Food Sci. 32-49.
- Dety, D. M., A. F. Batzer, W. A. Landmann and A. T. Santoro. 1961. Meat flavor Proc. flavor chemistry symposium, Camden, N. J. Campbell soup Co. pp 7.
- Eikelenboom, G. and A. H. Hoving-Bolink. 1994a. The effect of intramuscular fat on eating quality of pork. In: Proc. 40th Int. Congr. Meat. Sci. Technol., The Hague, The Netherlands.
- Eikelenboom, G., and A. H. Hoving-Bolink. 1994b. The effect of ultimate pH on eating quality of pork. In: Proc. 40th Int. Congr. Meat Sci. Technol, The Hague, The Netherlands.
- Florene, G., C. Touraille, A. Oual, M. Renner and G. Moni. 1994. Relationships between postmortem pH changes and some traits of sensory quality in veal. Meat Sci. 37: 315-325.
- Friedman, H. H., J. E. Whitney and A. S. Szczesniak. 1963. The texturometer a new instrument for objective texture measurement. J. Food Sci. 28:390-396.
- Goodwin, R. and S. Burroughs. 1995. Genetic Evaluation Terminal Line Program Results. National Pork Producers Council, Des Moines, IA.
- Hofmann, K., R. Hamm and E. Bluchel. 1982. Neues uber die Bestimmung der wasserbindung des fleisches mit hilfe fer filterpapierpers B method. Fleischwirtsch. 62: 82-94.
- Huff-Lonergan, E., T. J. Baas, M. Malek, J. C. M. Dekkers, K. Prusa and M. F. Rothschild. 2002. Correlations among selected pork quality traits . J. Anim. Sci. 80: 617-627.

- Kazeniak, S. J. 1961. Chicken flavor. Proc flavor chemical symposium, Camden, N. J. Campbell soup Co. pp. 37.
- Kuhn, G., M. Hartung, K. Nurnberg, I. Fiedler, H. Falkenberg, G. Nurnberg and K. Ender. 1998. Body composition and muscle structure in genetically different pigs is dependent on MHS status. Arch. Anim. Breed. 41:589-596.
- Kuninaka, A. 1960. Studies on taste of ribonucleic acid derivatives. J. Agric. Chem. Soc. Jap. 34: 489-493.
- Lawrie, R. A. 1988. Developments in meat science-4. Elsevier Science Publishers Ltd. Cambridge, Great Britain. pp. 245-296.
- Lee, C. J., W. C. Chen, J. L. Tzeng, H. L. Chang and M. C. Wu. 1994. Analysis of litter size in a population at random mating of Lanyu breed sows. J. Taiwan Livstock Res. 27 (2):109-117.
- Lundström, K., A. Andersson and I. Hanson. 1996. Effect of the RN gene on technological and sensory meat quality in crossbred pigs with Hampshire as terminal sire. Meat Sci. 42:145-153.
- Offer, G. and P. Knight. 1988. The structural basis of water holding in meat. Developments in Meat Science. R. A. Lawrie, ed. Elsevier Applied Science, London, United Kingdom. pp. 63-243.
- Rehfeldt, C., I. Fiedler, G. Dietl and K. Ender. 2000. Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. Livestock Production Science. 66: 177-188.
- Ryder, J. M. 1985. Determination of adenosine triphosphate and its breakdown products in fish muscle by high-performance liquid chromatography. J. Agri. Food Chem. 33: 678-680.
- SAS. 2002. SAS PC-Guide: Statistics. Version 9.1 ed. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
- Skelley, G. C., D. L. Handlin and T. E. Bonnette. 1973. Pork acceptability and its relationship to carcass quality. J. Anim. Sci. 36: 488-492.
- Terasaki, M., M. Kajikawa, E. Fujita and K. Ishii. 1965. Studies on the flavor of meats. Agric. Biol. Chem. 29: 208.
- Toscas, P. J., F. D. Shaw and S. L. Beilken. 1999. Partial least squares (PLS) regression for analysis of instrument measurements and sensory meat quality data. Meat Sci. 52: 173-178.
- Van Laack, R. L., J. M., S. G. Stevens and K. J. Stalder. 2001. The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. J. Anim. Sci. 79:392-397.
- Van Oeckel, M. J., N. Warnants and Ch. V. Boucque. 1999. Comparison of different methods for measuring water holding capacity and juiciness of pork versus on-line screening methods. Meat Sci. 51:313-320.
- Wegner, J., E. Albrecht, I. Fiedler, F. Teuscher, H.J. Papstein and K. Ender 2000. Growth- and breed-related changes of muscle fiber characteristics in cattle. J. Anim. Sci. 2000. 78: 1485-1496.

## Studies of the Lanyu pig, Mitsae pig and LYD commercial pig on meat quality traits<sup>(1)</sup>

Kuen-Jaw Chen<sup>(2)</sup> Kun-Cheng Li<sup>(3)</sup> Liang-Chuan Lin<sup>(3)</sup>  
Der-Fang Jan<sup>(3)</sup> Hsien-Pin Chu<sup>(2)</sup> and Chun-Ta Chang<sup>(2)(4)</sup>

Received: Apr. 21, 2010; Accepted: Oct. 29, 2010

### Abstract

The aim of this study was to compare the difference of meat quality traits among Lanyu pig, Mitsae pig and commercial pig. The Lanyu pig and Mitsae pig were slaughtered after 50 weeks of age, but the commercial pig was about 25 weeks of age. The present study evaluated approximately chemical compositions analysis, cooking loss, pH24 water holding capacity, shear value, chewiness, musculature photomicrograph, ATP-related compounds and sensory evaluation of meat were determined. The moisture contents of loin, belly, and ham was higher in Lanyu pig than Mitsae and LYD commercial pig, but the crude fat contents in Mitsae was the lowest. The Lanyu pig tended to have the higher water holding capacity than others. The results of shear value and chewiness indicated that Lanyu pigs were better than LYD commercial pig. The loin or belly from Lanyu pig had thinner muscle fiber than others. The ATP-related compounds of Lanyu pig had higher IMP, but lower amount of HX. There was no significant difference in the amount of HXR among groups. For the sensory evaluation, the aroma of Lanyu pig was significantly better than LYD commercial pig, but the taste of ham from Lanyu pig was tended to lower than others. The tenderness of the loin from LYD commercial pig was lower than Lanyu pig, but the belly from LYD commercial pig was higher than Lanyu pig. For the total acceptability, the Lanyu pig and Mitsae pig given the higher marks than LYD commercial pigs.

Key words: Lanyu pig, LYD commercial pig, Mitsae pig.

---

(1) Contribution No. 1602 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(1) Taitung Animal Propagation Station, COA-LRI, Beinan, Taitung 954, Taiwan, ROC.

(2) Department of animal Science, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan, ROC.

(3) Corresponding author, E-mail: ctchang@mail.tlri.gov.tw

表 6. 灌施厭氣發酵豬糞尿廢水對尼羅草不同生長期無機氮含量之影響

Table 6. Effects of irrigation of pig waste water with anaerobic fermentation on the contents of inorganic nitrogen in Nilegrass at different growth seasons

Treatment	Sampling season							
	Nov. 2003		March 2004		May 2004		July 2004	
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N
	$\mu\text{g g}^{-1}$							
Chem <sup>#</sup>	299 <sup>d</sup>	198 <sup>b</sup>	220 <sup>c</sup>	220 <sup>b</sup>	204 <sup>c</sup>	228 <sup>de</sup>	249 <sup>b</sup>	243 <sup>bc</sup>
Chem <sub>1</sub>	242 <sup>d</sup>	136 <sup>a</sup>	216 <sup>c</sup>	225 <sup>b</sup>	163 <sup>c</sup>	190 <sup>e</sup>	139 <sup>c</sup>	161 <sup>d</sup>
W <sub>400</sub>	325 <sup>cd</sup>	184 <sup>b</sup>	318 <sup>c</sup>	300 <sup>b</sup>	271 <sup>c</sup>	301 <sup>cd</sup>	205 <sup>bc</sup>	206 <sup>cd</sup>
W <sub>600</sub>	386 <sup>c</sup>	294 <sup>a</sup>	862 <sup>b</sup>	362 <sup>a</sup>	356 <sup>bc</sup>	383 <sup>bc</sup>	231 <sup>b</sup>	342 <sup>b</sup>
W <sub>800</sub>	681 <sup>b</sup>	334 <sup>a</sup>	1009 <sup>ab</sup>	392 <sup>a</sup>	401 <sup>ab</sup>	480 <sup>b</sup>	324 <sup>a</sup>	450 <sup>a</sup>
W <sub>1200</sub>	1075 <sup>a</sup>	385 <sup>a</sup>	1185 <sup>a</sup>	389 <sup>a</sup>	540 <sup>a</sup>	690 <sup>a</sup>	420 <sup>a</sup>	421 <sup>ab</sup>

<sup>#</sup> As shown in Table 2.<sup>a,b,c,d</sup>: Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

廢水中鉀之含量較高，W<sub>800</sub> 及 W<sub>1200</sub> 處理之植體中鉀亦顯著較高，牧草中鉀含量如果太高，導致 K (Ca+Mg)<sup>-1</sup> 之當量比值大於 2.2 以上時，則會影響動物的生理現象 (Grunes and Welch, 1989; Soder and Stout, 2003)。洪 (1987) 狼尾草肥料試驗顯示，鉀肥可顯著的提高牧草乾物產量，但也同時提高植體中 K (Ca+Mg)<sup>-1</sup> 之當量比值。本試驗中，K (Ca+Mg)<sup>-1</sup> 之當量比值隨著廢水施用量的增加而提高，但各處理均未超過影響動物生理的程度。盧及許 (2009) 之試驗，亦顯示相似結果。由本試驗顯示，經厭氣發酵之豬糞尿廢水雖含有較高濃度之 K，但不致於影響牧草品質。

表 7. 灌施厭氣發酵豬糞尿廢水對尼羅草氮回收率的影響

Table 7. Effects of irrigation of pig waste water with anaerobic fermentation on the N recovery of Nilegrass

Treatment	N applied	N uptake	N recovery
	-----kg ha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup> -----	-----	%
Chem <sup>#</sup>	400	292.68	73.2 <sup>bc</sup>
Chem <sub>1</sub>	400	359.75	89.9 <sup>a</sup>
W <sub>400</sub>	400	407.41	101.9 <sup>a</sup>
W <sub>600</sub>	600	465.77	77.6 <sup>b</sup>
W <sub>800</sub>	800	538.65	67.3 <sup>c</sup>
W <sub>1200</sub>	1200	607.36	50.6 <sup>d</sup>

<sup>#</sup> As shown in Table 2.<sup>a,b,c,d</sup>: Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level.

表 7 為灌施厭氣發酵豬糞尿廢水對尼羅草氮回收率的影響，很明顯隨著廢水量的增加，氮的回收率遞減。由於廢水中氮主要以銨態氮及硝酸態氮的型式存在，所以植物對氮的吸收相當快，W<sub>400</sub> 之處理其氮的回收率幾乎達 100%，但灌施量增加後，植物若不及吸收，硝酸態氮很容易流失，所以 W<sub>1200</sub> 之處理其回收率僅約 50%。表 2 顯示，土壤滲漏液中的全氮、銨態氮、硝酸態氮及磷等含量隨著廢水施灌量的增加而提高。表 6 亦顯示，植體中銨態氮及硝酸態氮的含量亦隨著廢水施用量的增加而提高。由尼羅草對氮的回收率及牧草品質觀點，及可能對地下水的污染考量，尼羅草地施灌厭氣發酵豬糞尿廢水，

每年以施灌含 400-600 kg 之氮量廢水較適當，此氮量亦接近目前尼羅草每年的氮素施用推薦量。

厭氣發酵後的豬糞尿廢水中，含有很多可被利用於植物生長的養分，若以此施灌於尼羅草地，不但能增加牧草產量，且能提高粗蛋白質含量。同時，也能改善土壤理化性質，包括提高土壤 pH 值及有機質與礦物元素的含量。但由於豬糞尿廢水的鹽類及導電度較高，且易溶性的無機氮、磷及鉀含量也較高，因此長期大量施灌時須考慮牧草生長季節對植體無機氮含量的影響，以及追蹤施灌後土壤及地下水理化性質的變化，以避免可能對環境造成另一層次的污染。考量尼羅草對厭氣發酵豬糞尿廢水氮的回收率及牧草品質，及可能對地下水的污染，尼羅草地施灌厭氣發酵豬糞尿廢水，每年以施灌含 400-600 kg 之氮量廢水較適當。

## 參考文獻

- 吳正宗。1997。飲水與蔬菜中硝酸鹽的來源與減量對策。土壤肥料通訊。第 61 期 pp.13-16。
- 洪國源。1987。氮及鉀肥對狼尾草產量及品質之影響。畜產研究 20(1):56-65。
- 陳坤照、詹德芳、蕭素碧、盧啓信、郭俊巖。2007。不同來源青貯料對荷蘭乳牛生產性狀之影響。畜產研究 40：151~158。
- 黃山內。1991。豬糞堆肥在作物生產之利用。豬糞處理、堆肥製造使用及管理研討會論文專輯 p.1-18。
- 梁金灶。1982。家畜排泄物對狼尾草生產及土壤肥力與化學性質之影響 I 對產量及品質之影響。中華農學會報新 119：64-74。
- 盧啓信、許福星。2004。尼羅草乾草及青貯料調製利用研究。畜產研究 37：343~350。
- 盧啓信、許福星。2009。施灌經厭氣發酵豬糞尿廢水對狼尾草生長及牧草地土壤與滲漏水性質之影響。作物、環境與生物資訊 6(2)：113~123。
- 盧啓信、張世融、許福星。2007。氮肥對尼羅草及狼尾草硝酸態氮累積之影響。中華農藝學會作物科學講座研究成果發表會 p. 102。
- 盧啓信、張世融、許福星。2008。尼羅草及狼尾草不同割期對硝酸態氮累積之影響。中華農藝學會作物科學講座研究成果發表會 p. 116。
- 蕭素碧、林正斌、金文蔚、陳文、陳玉燕、張溪泉、顏素芬。2002。尼羅草台畜草一號之育成。畜產研究 35(2)：91 ~ 100。
- 嚴式清。1986。豬糞尿農地消納之研究。中國農業工程學報。32：34-44。
- 嚴式清。1989。畜牧廢棄物在有機農業之利用。有機農業研討會專集。pp.245-249。
- Al-Rashed, M. F. and M. M. Sherif. 2000. Water resources in the GCC countries: an overview. Water Resour. Manag. 14: 59-75.
- Bodansky, O. 1951. Methaemoglobinemia and methaemoglobin-producing compounds. Pharmacol. Rev. 3, 144-196.
- Bremner, J. M. and D. R. Keeney. 1965. Steam distillation method for determination of ammonium, nitrate and nitrite. Anal. Chem. Acta. 32:485-795.
- Chen, Y., C. X. Wang and Z. J. Wang. 2004. Assessment of the contamination and genotoxicity of soil irrigated with wastewater. J. Plant and Soil 261: 189-196.
- Fried, M., K. K. Tanji and R. M. Van De Pol. 1976. Simplified long-term concept for evaluating leaching of nitrogen from agricultural land. J. Environ. Qual. 5: 197 - 200.
- Fjell, D. D. Blasi and G. Towne. 1991. Nitrate and Prussic Acid Toxicity in Forage: Causes, Prevention, and



- Feeding Management. Cooperative Extension Service. Kansas State University, Manhattan, KS. USA. Fact Sheet 426. Grunes, D. L. and R. M. Welch. 1989. Plant constituents of magnesium, calcium, and potassium in relation to ruminant nutrition. *J. Anim. Sci.* 67:3485–3494.
- Heidarpour, M., B. Mostafazadeh-Fard, J. Abedi Koupai and R. Malekian. 2007. The effects of treated wastewater on soil chemical properties using subsurface and surface irrigation methods. *Agri. water management* 90:87–94.
- Hubbard, R. K., G. J. Gascho, J. E. Hook and W. G. Knisel. 1986. Nitrate movement into shallow groundwater through a coastal plain. *Transaction of the ASAE* 29: 1564–1571.
- Jacobs, L. W. 1990. Potential hazards when using organic materials as fertilizers for crop production. *Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, Bulletin* 313:1–29.
- Jones, J. B. Jr. 1973. Soil testing in the United States. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* 4:307–322.
- Jones, J. B. Jr. 1987. Kjeldahl nitrogen determination. *J. Plant Nutr.* 10: 1675–1682.
- Kiziloglu F. M., M. Turan, U. Sahin, Y. Kuslu, and A. Dursun. 2008. Effects of untreated and treated wastewater irrigation on some chemical properties of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) and red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. rubra) grown on calcareous soil in Turkey. *Agri. water management* 95: 716 – 724.
- Koshino, M. 1988. Recent advances in the application of livestock manure to farm land in Japan. *Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, Bulletin* 282:1–17.
- Lal, R. and B. A. Stewart. 1994. *Soil Processes and water quality*. Lewis Publishers. Ann Arbor, MI. USA. 5 pp.
- Mills, A. H. 1980. Nitrogen specific ion electrode for soil, plant and water analysis. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 63:797–801.
- Mohammad, M. J. and M. Ayadi. 2004. Forage yield and nutrient uptake as influenced by secondary treated wastewater. *J. Plant. Nutrition* 27: 351–365.
- Mohammad, M. J. and N. Mazahreh. 2003. Changes in soil fertility parameters in response to irrigation of forage crops with secondary treated wastewater, *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 34: 1281–1294.
- Olsen, S. R. and L. E Sommer. 1982. Phosphorus.. In: *Method of Soil Analysis, part 2, Chemical and Microbiology Properties*. A. L Page, R. H Miller and D. R. Keeny (Eds.) Soil Science Society of America, Madison, WI, USA. pp.403–530.
- Owens, L. B. 1994. Impact of soil N management on the quality surface and subsurface water. In: *Soil Processes and Water Quality*. Lewis Publishers. Ann Arbor, MI. USA. pp.196–206.
- Rodriguez, J. B., J. R. Self and P. N. Sotanpour. 1994. Optical conditions for phosphorus analysis by the ascorbic acid-molybdenum blue method. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 58:866–870.
- Rusan, M. J. M., S. Hinnawi and L. Rousan. 2007. Long term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters. *Desalination* 215 : 143–152.
- Sharpley, A. N., S. J. Smith and J. W. Naney. 1987. Environmental impact of agricultural nitrogen and phosphorus use. *J. Agric. Food Chem.* 45: 812–817.
- Soder, K. J. and W. L. Stout. 2003. Effect of soil type and fertilization level on mineral concentration of pasture: Potential relationships to ruminant performance and health. *J. Anim. Sci.* 81:1603–1610.
- Takahashi, J., M. Ikeda, S. Matsuoka and H. Fujita. 1998. Prophylactic effect of L-cysteine to acute and subclinical nitrate toxicity in sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 74, 273–280.
- Takahashi, J. and B. A. Young. 1991. Prophylactic effect of L-cysteine on nitrate-induced alteration in respiratory exchange and metabolic rate in sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 35, 105–113.

- Tucker, M. R. and J. K. Kurtz. 1955. A comparison of several chemical method for extracting zinc from soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 19: 477-481.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and R. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- Vivckanandan, M. and P. E. Fixen. 1990. Effect of large manure applications on soil P intensity. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 21: 287-297.
- Walkley, A. 1947. A critical examination of rapid method for determination of organic carbon in soil: effect of variation in digestion condition and of inorganic soil constituents. *Soil Sci.* 63: 251-257.
- Wang, C. C. and I. J. Fang. 1978. The effect of the long-term application of hog wastes on the properties of TSC' sugarcane fields. *Taiwan Sugar* 25: 196-206.
- Wang, J., G. Wang and H. Wanyan. 2007. Treated wastewater irrigation on soil, crop and environment: Wastewater recycling in the loess area of China. *J. Envir. Sci.* 19: 1093-1099
- Wolf, B. 1982. A comprehensive system of leaf analysis and its use for diagnosing crop nutrient status. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 13: 1035-1059.
- Wright, M. J. and K. L. Davison. 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Adv. Agro.* 16: 197-247.

## Effects of irritation of pig wastewater with anaerobic fermentation on the growth of nilegrass (*Acroceras macrun*) pasture soil and leaching water<sup>(1)</sup>

Chi-Hsin Lu<sup>(2)(3)</sup> and Fu-Hsing Hsu<sup>(2)</sup>

Received: Jun. 28, 2010; Accepted: Nov. 20, 2010.

### Abstract

The objectives of this study were to understand the effects of irrigation of pig waste water with anaerobic fermentation on forage yield and quality of nilegrass (*Acroceras macrun*) and the properties of soil and leaching water. Four quantities of waste water irrigated were equivalent to 400, 600, 800 and 1,200 kg N ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>, respectively. The electric conductivity (EC), the total N, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> and NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and the dissolved P in leaching water collected at 1 m depth were increased with increasing amount of irrigation. The contents of organic matter, total N, available P, exchangeable K and EC in surface soil increased significantly with the amount of waste water. However, no significant difference was observed in soil pH and the contents of exchangeable Ca and Mg in soil treated with different amounts of waste water. The forage yield and the chemical constituents, i.e., crude protein, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, P and K in the plants increased with the amount of irrigation. However, the ratio of K / (Ca+Mg) didn't exceed 2.2 and won't affect animal health, even though the irrigation with the waste water being equivalent to 1,200 kg N ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>. The contents of inorganic N in the plant grown in the cool season would exceed 1,000 ppm when nilegrass was irrigated with the waste water equivalent to 800 and 1200 kg N ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>. Based on these results, application of pig waste water with anaerobic fermentation in nilegrass pasture increased forage yield and improved soil fertility. However, the content of inorganic N in nilegrass and the quality of leaching water from soil layers should be monitored after long-term irrigation with pig waste water.

Key words: Nilegrass (*Acroceras macrun*), Pig wastewater, Forage yield, Soil, Leaching water.

---

(1) Contribution paper no. 1609 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture Executive Yuen.

(2) Forage Crops Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan, ROC.

(3) Corresponding author: Email:chlu@mail.tlri.gov.tw