

東海大學畜產與生物科技學系

Department of Animal Science and Biotechnology

Tunghai University

碩士論文

Master Thesis

指導教授：吳勇初 博士

Adviser: Yun-Chu Wu, Ph. D.

豬隻品種、性別與屠宰時活體重對其屠體性狀與屠肉品質  
之影響

Effect of breeds, sexes, and slaughter weights on pig's  
carcass traits and meat quality

研究生：吳家輔

Graduate student: Chia-Fu Wu

中華民國一百零一年十二月

Dec, 2012

## 謝辭

本論文能夠順利完成承蒙恩師 吳勇初博士在碩士班的求學期間悉心指導，使學生於課業方面，以及如何與人應對、待人接物之道中獲得許多省思與教導，並在論文撰寫期間細心批閱斧正，在此獻上最深摯的敬意。

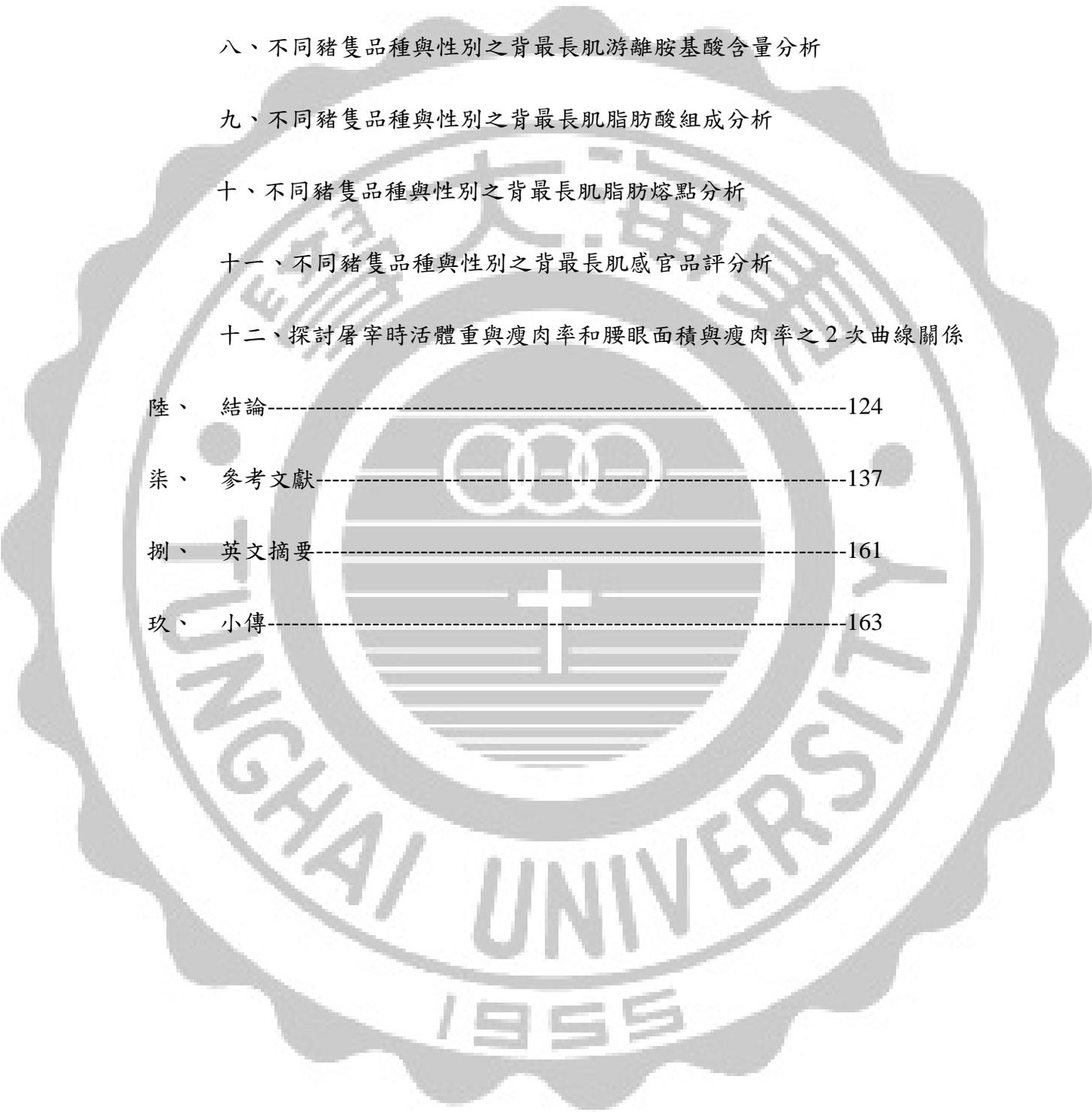
論文初稿完成後，承蒙口試委員 林高塚博士、劉登城博士、林國維博士、譚發瑞博士對此論文內容遺漏不全之處給予寶貴意見及指正，使學生獲益良多更使得論文更趨完整，特此致謝。也感謝台灣農畜產公司黃存后廠長、養豬協會與豬聯社的協助。感謝香里公司與台灣農畜產公司於實驗執行期間之配合。

從大學到研究所的學生生涯，遇到許多的人、事、物，在這期間感謝張淑錦助教、黃馨誼助教我很多不懂的地方也都熱情協助；研究所期間尤其感謝依凝學姐對我的照顧與指導，使我獲益良多，對畜產加工領域和為人處事有更進一步的認知；感謝實驗室的鈺臻學姐、復淳學長在實驗上分析與實驗技巧上的指導；承勳學長、國彰學長、景婷學姐在實驗方面的教導與陪伴；同學君佑、弘哲日常對我的鼓勵與支持；還有學弟妹士平、祺峰、韋融、聖諭、慧琦在實驗上的幫忙，因為有你們，使我的論文能順利完成，以及我的大學好友心彥、穎芝、淑惠、彥翰，感謝你們讓我在忙碌與低潮的時候，能夠快速回復元氣；感謝偉凡這位多年的好友於研究期間給予的關心與支持，紙短情長，難以道盡，真摯的感謝給所有在論文完成期間給予我關懷幫忙的大家。

最後要感謝我敬愛的雙親、哥哥，在生活與精神上的支持，讓我可以無後顧之憂得以順利完成學業，在論文完稿的此刻，親恩浩瀚，我永遠銘記在心，謹獻上此論文敬表由衷的感謝，願以最真誠的心，祝福您們永遠身體健康。

## 目次

壹、	中文摘要	1
貳、	緒言	3
參、	文獻檢討	
一、	毛豬產業之回顧	5
二、	台灣常用肉豬品種	7
三、	屠體評級制度之發展及其重要性	9
四、	現代技術應用於豬隻屠體評級	10
五、	台灣活體拍賣及屠體評級現況	13
六、	國外豬隻屠體評級標準	15
七、	影響肉豬屠體性狀之因素	20
八、	影響肉豬之肉質性狀之因素	22
肆、	材料與方法	52
伍、	結果與討論	73
一、	不同豬隻品種、性別與屠宰時活體重對於屠體性狀之影響	
二、	不同豬隻品種、性別與屠宰時活體重之分切部位肉重	
三、	不同豬隻品種、性別與屠宰時活體重之前、中與後段部位屠體組成	
四、	不同豬隻品種、性別與屠宰時活體重對於一般成分分析、酸鹼值、 保水力與蒸煮失重之影響	
五、	不同豬隻品種與性別間對於肉色、大理石紋與緊實度之影響	



六、不同豬隻品種與性別對於剪力值、肌纖維數目與質地分析之影響	
七、不同豬隻品種與性別之背最長肌核苷酸關聯物分析	
八、不同豬隻品種與性別之背最長肌游離胺基酸含量分析	
九、不同豬隻品種與性別之背最長肌脂肪酸組成分析	
十、不同豬隻品種與性別之背最長肌脂肪熔點分析	
十一、不同豬隻品種與性別之背最長肌感官品評分析	
十二、探討屠宰時活體重與瘦肉率和腰眼面積與瘦肉率之2次曲線關係	
陸、 結論	124
柒、 參考文獻	137
捌、 英文摘要	161
玖、 小傳	163

## 表次

## 頁次

表一、歷年台灣養豬頭數、戶數、平均飼養規模與拍賣價-----	6
表二、歷年台灣地區每人每年肉類消費量-----	6
表三、不同品種豬隻生長性狀-----	9
表四、歐盟豬隻屠體分級標準-----	16
表五、台灣肉豬屠體分級表-----	18
表六、台灣肉豬屠體外觀評定標準-----	19
表七、豬肉品質指標-----	25
表八、家畜、禽之紅白、中間型肌纖維特性-----	28
表九、主要飽和脂肪酸-----	36
表十、主要不飽和脂肪酸-----	37
表十一、一般胺基酸之名稱和縮寫-----	49
表十二、各種胺基酸之閾值與呈味特性-----	50
表十三、胺基酸於 0.3% 水溶液之呈味-----	51
表十四、不同品種與性別對於豬隻屠體性狀之影響-----	76
表十五、不同性別與屠宰時活體重對於豬隻屠體性狀之影響-----	77
表十六、不同品種與性別對於豬隻前、中與後段屠體組成之 影-----	82
表十七、不同性別與屠宰時活體重對於豬隻前、中與後段屠 體組成之影響-----	83
表十八、不同品種與性別對於豬隻分切部位肉重之影響-----	88
表十九、不同性別與屠宰時活體重對於豬隻分切部位肉重之 影響-----	89
表二十、不同品種與性別對於豬隻背最長肌一般成分、保水 力與酸鹼值之影響-----	93

表二十一、不同性別與屠宰時活體重對於豬隻背最長肌一般成份、保水力與酸鹼值之影響-----	94
表二十二、不同品種與性別豬隻背最長肌屠肉品質之結果-----	97
表二十三、不同品種與性別豬隻背最長肌剪力值、質地描述儀與肌纖維數目之結果-----	100
表二十四、不同品種與性別豬隻背最長肌核苷酸關聯物含量 (mg/g)-----	104
表二十五、不同品種與性別豬隻背最長肌游離胺基酸含量 (mg/g)-----	107
表二十六、不同品種與性別豬隻背最長肌脂肪酸含量 (%)-----	110
表二十七、不同品種與性別豬隻背最長肌之脂肪熔點 (°C)-----	112
表二十八、不同品種與性別豬隻感官品評結果-----	115
表二十九、杜洛克種閹公豬屠體性狀之相關性分析-----	127
表三十、杜洛克種女豬屠體性狀之相關性分析-----	128
表三十一、藍瑞斯種閹公豬屠體性狀之相關性分析-----	129
表三十二、藍瑞斯種女豬屠體性狀之相關性分析-----	130
表三十三、約克夏種閹公豬屠體性狀之相關性分析-----	131
表三十四、約克夏種女豬屠體性狀之相關性分析-----	132
表三十五、豬隻背最長肌一般成份分析之相關性-----	133
表三十六、豬隻背最長肌屠肉品質評級之相關性-----	133
表三十七、豬隻背最長肌肉質性狀與感官品評之相關分析 I-----	134
表三十八、豬隻背最長肌肉質性狀與感官品評之相關分析 II-----	135

## 圖次

## 頁次

圖一、屠後 ATP 降解可能之不同途徑-----	39
圖二、豬隻屠體分切-----	54
圖三、試驗設計圖-----	55
圖四、屠體性狀測定試驗設計流程圖-----	56
圖五、肉質性狀測定試驗設計流程圖-----	57
圖六、測試樣本取樣位置圖-----	58
圖七、美國豬肉生產者協會豬肉品質標準板-----	62
圖八、質地描述分析之標準抗力曲線-----	65
圖九、前段與中段部位肉骨比於品種與屠宰時活體重 間之交感效應-----	84
圖十、不同豬隻品種之閹公豬屠宰時活體重與瘦肉率 二次曲線回歸預測-----	120
圖十一、不同豬隻品種之女豬屠宰時活體重與瘦肉率 二次曲線回歸預測-----	121
圖十二、不同豬隻品種之閹公豬腰眼面積與瘦肉率二 次曲線回歸預測-----	122
圖十三、不同豬隻品種之女豬腰眼面積與瘦肉率二次 曲線回歸預測-----	123
圖十四、不同來源豬背最長肌之肌纖維組織切片-----	136

# 壹、中文摘要

本試驗旨探討豬隻品種、性別與屠宰時活體重對於屠體性狀與屠肉品質之影響。試驗豬隻採完全逢機試驗 (CRD) 之  $3 \times 2 \times 4$  複因子設計。比較不同品種 (杜洛克、藍瑞斯、約克夏)、性別 (閹公豬、女豬)、與屠宰時活體重 (90.1-100、100.1-110、110.1-120、120.1-130 kg) 其屠體重、屠體長、屠宰率、腰眼面積、背脂厚度、分切部位肉重、瘦肉率、一般成分、酸鹼值、保水力之差異。並於屠宰活體重為 110.0-120 kg 時不同品種與性別豬隻，針對肉色、大理石紋、緊實度、 $L^*a^*b^*$  色澤分析、剪力值、質地分析、石蠟肌纖維切片、核苷酸關聯物含量、游離胺基酸含量、脂肪酸組成、脂肪熔點、蒸煮失重與感官品評進行分析。

於屠體性狀與一般成分分析，杜洛克種有顯著 ( $P < 0.05$ ) 較大的腰眼面積表現、較重的前腿肉與後腿肉重、較高之前段肉脂比 (Lean:Fat) 與肉骨比 (Lean:Bone) 之比例、後段肉脂比 (Lean:Fat) 與肉骨比 (Lean:Bone) 之比例、較高之屠後 1 小時與 24 小時之酸鹼值、脂肪含量、保水力與較低之蒸煮失重。藍瑞斯種有顯著 ( $P < 0.05$ ) 較長之屠體長、較薄之背脂厚度表現、較重之背脊肉重、較高之瘦肉率與中段肉脂比 (Lean:Fat) 與肉骨比 (Lean:Bone) 之比例。約克夏種有顯著 ( $P < 0.05$ ) 較厚之背脂厚度、較重腹脇肉重與較低之瘦肉率表現。女豬顯著 ( $P < 0.05$ ) 較閹公豬有較長之屠體長、較薄之背脂厚度、較大之腰眼面積、較重之背脊肉重、較高之瘦肉率表現、較高之蛋白質含量、較低之脂肪含量、較佳之保水力與蒸煮失重表現。屠宰時活體重方面，隨活體重之增加，屠體重、屠宰率、屠體長、背脂厚度、腰眼面積、分切部位肉重、粗脂肪含量皆顯著 ( $P < 0.05$ ) 上升，瘦肉率、水分含量與蛋白質含量皆顯著 ( $P < 0.05$ ) 下降。

在肉質分析方面，杜洛克種有顯著 ( $P < 0.05$ ) 較高之肉色評分、大理石紋評分、緊實度評分、紅色值 ( $a^*$ ) 與黃色值 ( $b^*$ )，而約克夏種則有顯著 ( $P$

<0.05) 較低之肉色評分、大理石紋評分、緊實度評分、紅色值 ( $a^*$ ) 與黃色值 ( $b^*$ )，而亮度值 ( $L^*$ ) 顯著 ( $P<0.05$ ) 較高，閩公豬有顯著 ( $P<0.05$ ) 較高之大理石紋評分、黃色值 ( $b^*$ ) 與較低之紅色值 ( $a^*$ )。杜洛克種有顯著 ( $P<0.05$ ) 較低之剪力值及硬度值與較高之肌纖維數目，閩公豬有顯著 ( $P<0.05$ ) 較低之剪力值及硬度值，而在內聚性、彈性與咀嚼性於品種與性別間皆無顯著差異 ( $P>0.05$ )。核苷酸關聯物方面，杜洛克種有顯著 ( $P<0.05$ ) 較低之 CMP 含量與較高之 IMP 含量。游離胺基酸方面，杜洛克種有顯著 ( $P<0.05$ ) 較高之 threonine 與 taurine 含量，藍瑞斯種則有顯著 ( $P<0.05$ ) 較高之 hisidine 與 leucine 含量。脂肪酸含量方面杜洛克與藍瑞斯有顯著 ( $P<0.05$ ) 較高之 C18:1 與單元不飽和脂肪酸含量，藍瑞斯有顯著 ( $P<0.05$ ) 較高之 C18:2 與多不飽和脂肪酸含量，約克夏有顯著 ( $P<0.05$ ) 較高之 C18:0 與飽和脂肪酸含量。於脂肪熔點方面，約克夏種與閩公豬均表現較高之脂肪熔點 ( $P<0.05$ )，感官品評上，杜洛克種有較高之嫩度、多汁性、旨味、風味與總接受度評分 ( $P<0.05$ )，在性別方面，閩公豬有較高之嫩度、多汁性、風味與總接受度之評分 ( $P<0.05$ )。而相關分析上總接受度與脂肪含量、剪力值、嫩度、多汁性、風味、IMP 含量、threonine 含量與單不飽和脂肪酸含量成正相關 ( $P<0.05$ )。

## 貳、緒言

早期台灣的農業在經濟發展的過程中扮演極重要之角色，其中畜牧業中又以毛豬產業的發展最為成功，而隨著經濟的發展以及科技的進步，養豬的飼養與育種技術不斷的改良與精進再加上引進國外優良之品種，故台灣早期毛豬產業蓬勃發展，像是毛豬的產值自 1986 年起即已超過稻米，躍居農畜產品單項產值的第一位，但 1997 年時台灣地區爆發豬隻口蹄疫，在口蹄疫的衝擊下，造成豬隻停止外銷，整體養豬及相關產業被迫急劇縮減調整。台灣養豬頭數自 1996 年 10,698,366 頭，迅速減至 1997 年之 7,966,887 頭和 1998 年 6,538,596 頭（行政院農委會，2003）。養豬產業被迫轉為內需型產業。而以往國外市場或國內外銷廠皆以屠體評級為豬隻價格之依據，但國內家畜市場毛豬拍賣，向來僅以豬隻活體外觀為主，但僅從活豬的外觀並無法很準確的評估其屠肉品質。因此台灣豬隻屠體評級資料因停止外銷而停滯於 1997 年。屠體評級技術可正確地評估家畜或家畜產品的選育和市場價值，具有相當之重要性，為確實掌握家畜屠肉品質以確實反映目前國內肉豬屠體性狀等之現況，故必要重新調查我國常見之豬隻品種、重量範圍、最適上市體重、以及與市場價格的關聯性等。然而，不論是採活體拍賣或屠體評級，豬隻的肥瘦狀況仍主導著市場的價格（張與林，2004）。影響屠體肥瘦狀況有許多因素，例如：性別、年齡、活體重、飼糧及品種（Correa *et al.*, 2006）。其中屠宰時活體重會因市場趨勢而變化，就飼養者而言決定最適上市體重即是配合市場豬價及飼養成本（包括飼料成本及其他間接生產成本）尋求利潤最大或損失最少時之體重。基本上，若在市場豬隻供不應求及飼料價格相對較低時，提升上市體重較有利。但動物的生長，一般而言呈現一個 S 型的曲線（Brody, 1945），越到後期成長緩慢，能量轉換由蛋白質轉為脂肪的囤積，增加活體重無疑的產生較多負面的影響。但對加工業者而言，豬隻屠宰時活體重影響層面甚廣，如屠宰率、屠體瘦肉與脂肪比例、加工損失與花費（Latorre *et al.*, 2003）。文獻指出增加屠宰體重可減少每頭豬隻間

的屠宰費用，減少冷凍與加工過程之損失（Ellis and Bertol, 2001）。

目前上市肉豬品種主要以杜洛克種、藍瑞斯種所培育出之二品種雜交豬為主，平均屠宰時活體重皆較口蹄疫發生前的 100-110 kg 高，平均約為 122 kg（中央畜產會，2011）。然而不同豬隻品種、性別與屠宰時活體重與屠肉品質息息相關，如何再獲得較佳的豬隻屠體性能與肉質性狀間取得平衡點，以達到飼養戶與加工業者於經濟獲利效益上的雙贏，為本試驗之發想之初衷。因此試驗主要探討台灣不同品種、性別與屠宰時活體重對於屠體性狀與肉質性狀之影響，以建立豬隻屠體資料庫提供產官學界之參考。

## 參、文獻檢討

### 一. 毛豬產業之回顧

毛豬為台灣農村重要經濟產業之一，在國內農牧業中無論是內銷或出口均佔有相當重要的地位。歷年來養豬業者與專家學者均不斷致力於豬隻品種改良與飼養管理改善，進而達到提升屠肉品質之目的。因此毛豬產值自 1986 年起即已超過稻米，躍居農畜產品單項產值的第一位，在口蹄疫發生前三年，每年外銷日本的豬肉價值超過 10 億美元，為我國賺取了可觀的外匯，但 1997 年時台灣地區爆發豬隻口蹄疫，在口蹄疫的衝擊下，台灣豬隻因此停止外銷，整體養豬及相關產業被迫急劇縮減調整。台灣養豬頭數自 1996 年 10,698,366 頭，迅速減至 1997 年之 7,966,887 頭和 1998 年 6,538,596 頭(行政院農委會, 2003)。養豬產業被迫轉為內需型產業。由上述的數據得知，自口蹄疫發生二年內，養豬頭數及戶數大約減少三分之一。可見毛豬產業從早期的蓬勃發展但卻因口蹄疫的爆發使其光榮景象不復存在。但之後因農民與政府的努力，疫情較為紓緩，近三年平均年產值仍達 600 億元，約占農業總產值之 16%，足見養豬事業仍對農村經濟具相當重要性；依據 98 年 5 月養豬頭數調查結果顯示，台灣地區養豬戶數約 10,779 餘戶，在養毛豬頭數約 626 餘萬頭，另豬肉消費量仍占國內肉類總消費量約 50% 左右(中央畜產會, 2011)，由其數據可顯示，在台灣地區豬肉品產業中較其他畜產產品創下更多的產值，回復以往光景為畜產品之首要產業。在歷經多年發展，不論是在飼養管理、飼養技術、育種技術、生產效率或行銷體系上的建立均有傲人之成績。而由歷年來台灣地區每人每年肉類消費量來看，豬肉是所有肉類消費量最為大宗的項目(表二)，在 2011 年每人消費 37.30 公斤的豬肉，其占全部肉類的 48.24%；而從 2005 年到 2011 年之消費量變化，可以發現國人每年每人豬肉消費量之比例雖些微下降，取而代之的是牛肉與禽肉消費量之增加。但國人每人每年豬肉消費量均仍為首位，對整體產業而言將會有正面鼓勵的作用，而未來毛豬產業的情勢也可望能持續維持。

表一、歷年台灣養豬頭數、戶數、平均飼養規模與拍賣價

Table 1. The pig head number, number of households, average herd sizes, and auction price in Taiwan in recent years

年份	在養頭數	戶數	平均飼養規模	拍賣價
1971	3,078,548	540,583	6	23.70
1976	3,676,442	329,607	11	42.17
1981	4,825,862	140,452	34	56.46
1986	7,057,099	72,393	97	48.50
1991	10,089,137	39,662	254	38.87
1996	10,698,366	25,357	422	58.65
2001	7,164,605	13,753	521	40.13
2006	7,068,621	12,508	565	49.55
2007	6,620,790	11,743	564	51.74
2008	6,427,579	10,992	585	65.66
2009	6,250,830	10,661	586	52.86

(行政院農委會，2011)

表二、歷年台灣地區每人每年肉類消費量

Table 2. Meat consumption per capita (kg) in Taiwan in recent years

年份	豬肉	牛肉	羊肉	禽肉	其他	合計
2005	39.40 (51.09%)	3.63	1.62	32.28	0.19	77.12
2006	39.95 (50.61%)	3.90	1.53	33.52	0.04	78.94
2007	38.59 (51.88%)	3.81	1.40	30.54	0.04	74.38
2008	37.30 (51.41%)	3.87	1.56	29.80	0.03	72.55
2009	38.11 (51.69%)	4.19	1.11	30.28	0.03	73.72
2010	37.07 (49.05%)	4.91	1.29	32.26	0.04	75.57
2011	37.30 (48.24%)	4.91	1.3	33.80	0.03	77.31

(行政院農委會，2011)

## 二. 台灣常用肉豬品種

全世界眾多豬種中就屬杜洛克、藍瑞斯與約克夏分佈最普遍，而這三種也是養豬產業中最值得注意與影響最大之品系 (King, 1991)。表三為不同品種豬隻生長性狀表現 (張等, 1998)。

### 杜洛克 (Duroc, D)

杜洛克豬種原產於美國東北部。杜洛克主要來自於兩種紅色豬種之混合品種，一為紅娟姍 (Jersey)；另一則為杜洛克。杜洛克種起初因當地農村環境需求，當地農民使用將玉米等農作物轉變為肥豬肉，以利鹽漬度過當地的寒冬，因此形成一種特殊的品系。但隨著市場需求的變化，經過數年的改良，將原本肥肉型的杜洛克改成現今高效率精肉型豬種 (張等, 1998)。

### 藍瑞斯 (Landrace, L)

十九世紀時最早被承認的品種即為藍瑞斯種，自1985年起丹麥研究者即開始應用科學方式改良成醃肉型豬種，並生產醃肉外銷至英國。藍瑞斯種有16—17對肋骨較杜洛克與約克夏種多一肋，因此其體軀較長、曲體側深與後臀方正。其母畜以繁殖力、泌乳能力與母性良好著稱 (張等, 1998)。

### 約克夏 (Yorkshire, Y)

十九世紀初期出現於英國北部約克夏及其鄰近地區，原為地區性品系之混種，而後逐漸形成一較具特性之白色品系。由於早期對於品種之界定不嚴謹，故依其體型分為小、中與大白豬三類。英國白色品種的來源並不清楚，僅知於十八世紀末期英國人曾自義大利引進中國豬以改進地方品系身體之成熟度，尤其是藉由豬隻早期的脂肪堆積來達到改進繁殖力的目的；隨後逐漸地形成一個具有直立耳朵、長體型且繁殖佳的大型豬品系 (張等, 1998)。

### LD二品種雜交豬 (Landrace♀×Duroc♂)

商用豬隻生產者常採用雜交育種的原因是利用雜交優勢與不同品種間的

互補作用 (Buchanan, 1987)。雜交優勢的定義是雜種後裔性能優於純種親代平均的部分，通常以百分比表示，兩個品種或品系間的關係愈遠，配種之後的期望雜交優勢愈高，沒有親屬關係族群間的第一次雜交豬隻可得到的雜交優勢是最大的雜交優勢，也就是所謂的 F1 雜交優勢 (羅，2004)。台灣在肉豬生產體系中，通常以藍瑞斯、約克夏和杜洛克等三個品種，而有些肉豬場就直接把藍瑞斯母豬與配杜洛克公豬，來生產 LD 肉豬上市。LD 雖然因為有較好的肉豬體型，在拍賣市場可能獲得高價，但其繁殖性能較 LYD 差，且照顧純種母豬較費人工，整體經營效率未必較 LYD 佳 (羅，2004)。目前台灣上市肉豬大多以 LD 兩品種雜交豬為主，其原因在於其育種模式簡易，且因遺傳自母畜藍瑞斯種之較長屠體長與較高之瘦肉量與父畜之優良生產性狀與屠體性狀，因此考量經濟效應與屠體品質上過去為主之 LYD 三品種雜交豬漸漸被取代。

#### **LYD三品種雜交豬 (Landrace×Yorkshire♀×Duroc♂)**

為了取得品種間的互補作用，選擇特殊父系與母系品種進入雜交育種計劃，對商用豬隻生產者是很重要的工作，識別現存品種對特殊性狀的優良表現，決定其在雜交育種計劃中所扮演的角色，父系品種著重於生長與屠體性能；而母系品種則強調繁殖與生長性能 (Buchanan, 1987)。純種豬隻育種者有責任培育特殊父系與母系，以供商用豬隻的生產。台灣在肉豬生產體系中，通常以藍瑞斯、約克夏和杜洛克等三個品種，進行三品種雜交的肉豬生產 (鄭等，2003)。首先以藍瑞斯為母系，與配約克夏公豬來生產 LY 雜交一代母豬；但亦有以約克夏為母系，與配藍瑞斯公豬來生產 YL 雜交一代母豬；甚至於有使用 YL 或 LY 雜交一代母豬，再與配藍瑞斯公豬或約克夏公豬來生產二品種級進母豬。這些雜交一代母豬或級進母豬再與配杜洛克公豬，生產上市用的肉豬，亦就是三品種 LYD 雜交肉豬 (池與周，1980)。其肉豬體型雖遜於 LD 之二品種雜交豬，但其繁殖性狀表現優良，總體經濟效應較高。

表三、不同品種豬隻生長性狀

Table 3. Growth traits of different breeds of pigs

	品種		
	藍瑞斯	約克夏	杜洛克
公豬			
日增重 (公斤)	0.816±0.014	0.913±0.016	0.833±0.019
飼料效率 (耗料量/增重)	2.34±0.03	2.39±0.03	2.46±0.04
110公斤背脂厚度 (公分)	1.57±0.02	1.80±0.02	1.70±0.03
達110公斤日齡	168±1	167±1	178±2
女豬			
日增重 (公斤)	0.783±0.009	0.723±0.011	0.708±0.015
90公斤背脂厚度 (公分)	1.39±0.01	1.61±0.01	1.53±0.02
達90公斤日齡	159±1	165±1	170±1

(張等, 1998)

### 三. 屠體評級制度之發展及其重要性

消費量和消費水準是衡量一個國家文明程度和人民生活品質的重要指標。而在台灣肉類消費結構上豬肉為最大宗約50%左右，由此可知，豬肉在肉類產品消費中占主要地位(中央畜產會, 2011)。台灣早期是以畜牧業為主，其中尤以毛豬產業的發展最為成功，而隨著經濟起飛以及科技的進步，養豬產業因育種技術不斷的進步與改良再加上引進國外生長快速的品種，使台灣早期的毛豬產業蓬勃發展(黃, 1995)。而隨著人類文明的進步、社會經濟的發展，人民收入和生活水準不斷提高，肉類的消費需求不斷增長，且對於肉品之消費，除了重視新鮮及衛生安全以外，消費者對於豬肉品質的要求也日益提高。而豬肉品質是一個的多層面與綜合之性狀(劉等, 2000)。對於生產業者、屠宰業者、銷售者和消費者在相同環節下有不同要求。所以，應研究利用多項指標來綜合評定豬肉等級。在豬肉加工者的立場保水力、蛋白結合能力和乳化能力決定了產品的優劣(陳, 2000)；而屠宰商關心的是瘦肉率、豬後腿豐滿度和體型結實度等決定了屠體的價值，而鮮肉的顏色與脂肪分佈是消費者決定購買與

否的感觀指標，尤其是肉色和肌肉組織外觀一致性，而另外決定消費者購買慾的還有衛生性、營養性、適口性等 (Lawrie, 1998)。此外，豬肉品質也受處理 (場內管理和屠前處理)、屠宰、冷凍和加工等不同環節的多方面影響。豬屠體評級的目的是確定屠體某些特性，並根據這些特性指標決定屠體及其產品的價值，使產銷雙方有共同標準可遵循，在公平合理交易原則下，防止產生糾紛。豬屠體分級已成為影響豬隻飼養者和屠宰加工業者間經濟效益的重要因素，藉由良好的分級標準和制度可以客觀反映市場需要，進而藉由生產者來改善豬隻屠體品質以提升國產豬肉的競爭力 (Pulkrábek *et al.*, 2006)。

#### 四. 現代技術應用於豬隻屠體評級

隨著現代科技日新月異，光電技術的發展迅速已逐漸被應用於各個領域，由於過往的分級方式主要依賴操作者的個人經驗與主觀意識，往往不夠準確來真實反映豬隻實際的屠體價值，因此在許多國家趨於發展出一種由電子設備輔助的分級體制，以減少人為因素所照成的誤差 (張, 2002)。最早出現的是利用光學探針 Optical Probe (丹麥 SFK 技術公司生產)，該儀器具有價格較低、精確性高且能夠適應屠宰場惡劣的環境等優點。因此很快就被廣泛地應用於各國的豬屠體分級，但是這種儀器在操作時需要操作人員決定肌肉和脂肪的界限，且因它不能自動收集資料因此侷限了其發展，為了進一步提高工作效率後來陸續出現了 Ulster Probe (英國貝爾法斯特大學的 Wolfson 光電系生產) 和 Hennessy Fat Depth Indicator (Hennessy 公司生產) 等能自動記錄資料的豬隻屠體評級儀器，研究指出 Hennessy Fat Depth Indicator 和 Optical Probe 精確性相似而 Ulster Probe 則相對較差 (Kempster *et al.*, 1979; Kempster *et al.*, 1981)。但有研究指出若只依靠背脂厚度、體型與屠體重來進行分級無法有效區分瘦肉率之表現，且體型評分具有一定之主觀性 (Sather *et al.*, 1989)。因此一些能同時測量背脂厚度與腰眼面積並能自動記錄資料的儀器問市，主要有 Danish Meat Fat Automatic (M. F. A.)、Fat-O-Meter (F. O. M.) (兩種儀器都由丹麥 S F K 技術

公司生產)、Hennessy Grading Probe (H. G. P.; Hennessy 公司生產) 與 Destron PG-100 肉脂儀 (加拿大 Destron 公司生產)。其中 M. F. A. 探針的針頭過於脆弱, 造成使用上的不便, 因此逐漸地被市場所淘汰, 而有實驗表明 F. O. M. 和 H. G. P. 都能夠精確地測量豬隻屠體的背脂厚度和腰眼面積 (Kempster *et al.*, 1985)。由於 F. O. M. 和 H. G. P. 可以與電腦連接直接輸出每頭豬的屠體瘦肉率方便快捷非常適用於大型屠宰場快速生產的需要 (Gispert *et al.*, 2000)。因此成為了應用最廣泛的豬隻屠體分級設備。雖然 F. O. M. 在很多國家都得到了廣泛的應用, 但是半人工作業中易產生人為誤差 (如: 測量時探頭插入角度不正確、插入位置不正確等)。由於探針式使用上較不便與人為誤差較高, 因此一些畜牧業發達國家開始把超聲波技術引入豬隻屠體評級技術中, 其中 Tokyo Keiki LS-1000 和 CS-3000 是兩種即時超聲波系統 (Real-time ultrasound), 它們主要是運用超聲波技術自動地對豬隻屠體脂肪量進行估測 (Swatland, 1996)。隨著科技水平不斷的提升, 許多先進國家更利用整體電導度 (Total body electrical-conductivity; TOBEC) 和影像分析技術 (Video image) 於豬隻屠體評級。這些儀器精確性高且完全自動化避免了人為的誤差 (Fortin and Tnog, 2003)。但由於這些評級儀器普遍價格昂貴所需空間較大因此目前還不可能完全在屠宰場中得到應用, 尤其在畜牧業相對不發達的國家。而台灣早於 1993 年已有利用現代設備進行之屠體組成預測試驗, 林等 (1993) 利用整體電導度 (TOBEC) 建立牛隻屠體的瘦肉量和瘦肉率預估方程式與應用整體電導度預測土雞屠體瘦肉量。而利用超音波進行肉豬屠體組成與屠體評級之試驗已行之有年 (陳, 1993; 羅等, 2003; 簡等, 2008), 經長期研究與改良準確性逐漸提高。黃 (2011) 利用影像分析 (VIA) 肉豬腰眼圖像預估肌肉內脂肪含量發現由照相或掃描圖像分析預估肌內脂肪與大理石紋分數具有高度正相關。而各項先進設備於豬場應用上因 TOBEC 與 VIA 過於昂貴, 而超音波具有優良之便利性, 故超音波應用較廣泛。

### **光學探針 (Optical Fat-Lean Probes ; O. P.)**

原理：其利用瘦肉和脂肪組織之間光學性質的差異，因脂肪組織比瘦肉組織擁有較多的光反射性（反射較多的光線），光學探針能發射出特定波長的光，探針軸的頂端有一接收反射光波的光感應器，其可偵測出脂肪和肌肉組織之間黑白之顏色差異（Goldenberg and Lu, 1997）。

功能：主要在於測量脂肪和肌肉組織的厚度，並利用其所發展出來的線性迴歸方程式，來預估屠體的瘦肉量或瘦肉百分比。

影響光學探針（O. P.）測量的因素：

- 1.受測樣品的組織質地。
- 2.性別和品種對脂肪分布的差異。
- 3.操作者的經驗和技巧。

### **即時顯像超音波 (Real-time ultrasound ; R. T. U.)**

原理：當超音波探頭與動物接觸後，超音波設備可將電脈衝（Electrical pulses）轉換成高頻率音波，故稱為超音波。而這些音波傳導入動物體內，並從不同密度組織之間的介面反射回來，而當超音波通過身體組織，超音波掃描器會計算被發出的超音波脈衝及超音波反射所花費的時間，所以可以計算從探頭到音波介面（即兩組織之間）的距離（羅，2008）。透過組織不同反射時間之差異，而探頭將傳回來的超音波影像投影在超音波設備的螢幕上，因而得以測量。

影響超音波測量的因素：

- 1.測量動物的重複性。
- 2.超音波機械的性能優劣。
- 3.影像的攝取與判讀。
- 4.受測樣品屠宰後的屠體扭曲變化情形。

## 整體電導度 (Total body electrical conductivity ; TOBEC)

原理：整體電導度是一種快速，非侵入性的方法用來檢驗動物屠體瘦肉率的方法 (Lin *et al.*, 2002)。因瘦肉比肥肉具較高含量的水與電解質，因此造成瘦肉有較佳的電導度。基於瘦肉的導電度約為脂肪組織的 20 倍，因此屠體的導電指數與瘦肉含量具有很強的相關性 (Fiorotto *et al.*, 1987; Harrison and VanItallie, 1982; Klish *et al.*, 1984)。許多研究指出使用整體電導度可準確的估計豬隻屠體瘦肉量 (Forrest *et al.*, 1989)，與牛隻屠體瘦肉量 (林等, 1993)。且 TOBEC 是一種可以掃描屠體分切部位及盒裝肉的檢測技術最適用於僵直前的屠體，因為此時屠體的溫度相對恆定在預測方程中無需考慮屠體溫度 (Eustace and Thornton, 1991)。

影響 TOBEC 測量的因素：

1. 受測物在掃描筒中的位置。
2. 受測物本身的溫度。
3. 使用 TOBEC 資料的預測方程式須注意是否有偏差 (Bias) 的情形存在。

## 影像分析 (Video Image Analysis ; VIA)

原理：透過電腦對整個屠體進行拍攝並對圖像進行分析而建立圖像數據、屠體組成和價值之間的關係，VIA 技術目前為止用於牛隻屠體較多，因為豬隻屠體的肌肉發展變化較小。但隨著育種技術的發展豬隻屠體肌肉變化越來越顯著，未來將可利用 VIA 技術來針對後腿形狀，與屠體長度進行相關分析，從而提高屠體瘦肉率和分切部位肉瘦肉率的預測能力。目前因設備昂貴較少人應用於豬隻屠體評級 (Cannell *et al.*, 2002)。

## 五. 台灣活體拍賣及屠體評級現況

由於台灣地區毛豬產業主要集中於中、南部，因此北部地區所消費毛豬需由中南部供應，然而國人購買喜好以溫體肉為主，致肉品運銷迄今仍停留以毛

豬活體運輸，並透過肉品市場交易銷售，因此肉品市場為毛豬運銷的重要環節，其具有集中、均衡、分散與穩定價格之功能。台灣地區目前有 24 處肉品市場，22 處市場主要業務為辦理毛豬交易及屠宰，而剩餘 2 處為台北畜產公司與澎湖縣肉品市場分別辦理屠體交易業務與屠體評級決價業務（張與林，2004）。然而屠體評級關係到畜肉產銷的合理化及公平性，因此世界各國也早在 23 年前即開始採用，早於 1989 年丹麥、荷蘭等國，已實施電腦屠體評級決價，效果甚佳，因此 1990 年底前歐盟與其所有會員國同時宣佈豬隻屠體皆需實施電腦屠體評級決價制度，由此可見其重要性。台灣在毛豬產業蓬勃發展與當時以外銷為導向因而建立起以屠體評級決價制度。但 1997 年時台灣地區爆發豬隻口蹄疫，在口蹄疫的衝擊下，台灣豬隻因此停止外銷，整體養豬及相關產業被迫急劇縮減調整，養豬產業被迫轉為內需型產業。而國外市場或國內外銷廠皆以屠體評級為豬隻價格之依據，但目前國內家畜市場毛豬拍賣，僅以豬隻活體外觀為主，造成豬隻屠體品質整齊度不一，豬隻屠體品質的整齊度對促進交易活動有很大的助益，故確實執行屠體評級制度以達到公平交易，可解決豬場與屠宰場間決價之爭議，並方便肉品加工業者使用。以丹麥為例，其豬隻規格整齊，且所有豬隻都是經過屠體評級後再決定豬價，所以廠農間之糾紛少。然而，不論是採活體拍賣或屠體評級，豬隻的肥瘦狀況仍主導著市場的價格（張與林，2004）。影響屠體肥瘦狀況有許多因素，例如：性別、年齡、屠宰時活體重、飼糧及品種（Correa *et al.*, 2006）。

活體及屠體拍賣與屠宰標準操作流程：

（一）肉品市場毛豬活體拍賣及屠宰流程（張與林，2004）：

畜牧場→運輸→肉品市場→繫留→活體展示拍賣→繫留→  
電昏→放血→燙毛→脫毛→沖洗→剖腹→取出內臟，屠體及  
內臟同步檢驗→

{	屠體秤重→預冷→分切販賣
	內臟→清洗→包裝→冷卻→販售

## 六. 國內外豬隻屠體評級標準

### (一) 加拿大豬隻屠體分級標準

加拿大是最早建立屠體分級制度的國家，1922 年建立分級雛形到了 1944 年全面強制實行 (Fredeen, 1984)。初期的豬屠體分級僅針對豬屠體的一些相關經濟性狀 (如體重、體形、肥瘦程度、肌肉發育程度等)。但初期僅靠主觀的評價方式會造成很多矛盾，分級的準確程度也會受到很大的影響，因此經常引起養豬生產者的強烈不滿。而從 1968 年實行以背脂厚度和屠體重建立的指數系統，發展為以屠體瘦肉率和屠體重建立的分級系統 (Brodum, 1998)。加拿大將肉豬屠宰後對照屠體分級指數表，根據屠體重和瘦肉率確定屠體指數值 (屠體指數值根據加拿大農業食品部定期的屠體分切資料制定)，以此確定“指數表”中的產出級別，根據指數值即可計算活豬實際價格。該分級標準實行以來效果很好，肉豬品質得到明顯改善。

### (二) 美國豬隻屠體分級標準

美國豬肉分級標準是由美國農業部 (USDA) 於 1985 年所正式頒佈執行，USDA 將豬隻屠體分為 5 個等級：U. S. 1 級、U. S. 2 級、U. S. 3 級、U. S. 4 級和 U. S. utility (USDA, 1985)。

#### USDA 豬肉品質等級評定規則

若 4 塊主要分切肉 (後腿肉、背脊肉、肩胛肉和前腿肉) 品質性狀都合格，屠體可參與評級 (U. S. 1~4 級)；若品質不合格例如腹脇肉厚度太薄或肉質過於柔軟、水漾、顏色較白為 U. S. utility。

#### USDA 產量等級評定

利用最後肋背脂厚度 (包括皮) 和肌肉豐滿度 2 個指標計算產量等級。公式如下：屠體產量等級 =  $(4 \times \text{最後肋背脂厚度, inch}) - (1.0 \times \text{肌肉豐滿度})$  公式中，肌肉豐滿度值表示方法為薄=1 分，中等=2 分，厚=3 分，其中肌肉豐滿度

為薄之屠體不能評為 U. S. 1 級；最後肋背脂厚大於 4.45cm 不得評為 U. S. 3 級。

### (三) 歐盟豬屠體分級標準

1989 年歐盟開始實行統一的豬隻屠體分級標準，其主要依據是屠體瘦肉率和屠體重。歐盟依照瘦肉率不同，分為 S, E, U, R, O, P 六個等級（表四）。歐盟組織各成員國根據各國情況使用不同分級儀器和不同估測瘦肉率方法，但不管用何種方式測量，必須滿足估測屠體瘦肉率和實測瘦肉率之間的相關係數不小於 0.8，標準偏差不大於 2.5%，樣本使用量不少於 120 頭，且樣本需具代表性（Goldenberg and Lu, 1997）。

表四、歐盟豬隻屠體分級標準

Table 4. Pig carcass grading standards in EU

屠體等級	屠體瘦肉率 (%)
S	>60
E	55.0-59.9
U	50.0-54.9
R	45.0-49.9
O	40.0-44.9
P	<40

(Goldenberg and Lu, 1997)

### (四) 捷克豬屠體分級標準

2004 年捷克加入歐盟體系，並使用歐盟的豬屠體分級標準，不過該國引入了其他國較少用到的兩個經濟指標，即臀中肌的脂肪厚度和三角肌的肌肉厚度（Pulkrábek *et al.*, 2011）。

#### (五) 日本豬屠體分級標準

日本以半邊屠體重、外觀(勻稱性、背脂厚度和背脂分布情況、有無損傷)和肉質(肌肉的組織、肉色、脂肪顏色)3項指標將豬屠體分為4個等級(周, 1999)。

#### (六) 巴西豬屠體分級標準

1996年以後巴西將瘦肉率加入到分級指標中,使用背脂厚度、腰眼面積和屠體重3個指標之迴歸分析得出預測模型,從而劃分等級(張, 2002)。

#### (七) 中國豬屠體分級標準

1988年中國建立 GB/T9959.1—1988《帶皮鮮、凍片豬肉》和 GB/T9959.2—1988《無皮鮮、凍片豬肉》兩項國家標準。2001年進行修訂,將兩項國家標準合併為 GB9959.1—2001《鮮凍片豬肉》。中國豬肉分級主要有兩種方法:一種是依照整個屠體的肌肉發達程度及脂肪的厚薄分級;一種是按照屠體不同部位肌肉的組織結構、食用價值與加工用途分級。相對世界各國豬屠體分級標準,中國的標準並非嚴格意義上的屠體分級標準,而應看作是一種產品品質標準(張, 2002)。

#### (八) 台灣豬屠體分級標準

台灣的屠體分級制度依照屠體表現優劣程度分為五個等級,屠體表現較優者為第一級,較劣者為第五級。而分級標準主要為兩個部分,一為屠體組成之肥肉量與瘦肉量來評估,常見估計屠體肥瘦程度的方法很多,例如屠體重、屠體長、背脂厚度與腰眼面積等,而台灣主要採計以屠體重和第11肋之背脂厚度來估計瘦肉率以進行分級,二為外觀評估,主要為(1)肉色正常與否。(2)

肌肉的緊實度。(3) 脂肪的顏色與大理石紋。(4) 屠體是否有軟脂、滲水或腫瘤等 (表五) (陳, 2000)。

表五、台灣肉豬屠體分級表

Table 5. Pig carcass grading standards in Taiwan

等級	屠體重 (公斤)	背脂厚度 (公分)
一	60-75	1.2-2.6
	75.5-95	1.4-2.8
二	54-70	1.0-2.7
	70.5-90	1.0-2.9
	90.5-110	1.2-3.1
三	51-60	0.8-2.8
	60.5-75	0.8-3.2
	75.5-95	0.8-3.6
	95.5-120	0.8-3.7
四	48-55	0.5-3.0
	55.5-70	0.5-3.4
	70.5-85	0.5-3.6
	85.5-100	0.5-3.9
	100.5-120	0.5-4.2
等外	屠體重與背脂厚度均不在本範圍者	

(陳, 2000)

表六、台灣肉豬屠體外觀評定標準

Table 6. Pig carcass appearance assessment standards in Taiwan

等級	屠體			外觀		
	屠體發育均勻度	肌肉發育情形	脂肪生長情形	肌肉色澤	脂肪色澤	屠宰作業情形
一	屠體之長寬對稱：適中且厚實，背脊與後腿發育豐滿，四肢、背部與腹部發育均衡，緊實度良好。	後腿長且寬，肌肉飽滿緊實且呈碗狀，背脊肌肉發育良好，肩部寬厚，肌肉量高。	屠體背脂厚度小，後腿與腹部脂肪覆蓋薄，肌肉組織中脂肪生長適中，結締組織生長正常，肩、背與腰部之皮下脂肪分布均勻。	肉色正常，呈淡灰紅色，有光澤。	脂肪潔白，且有黏性，富有光澤。	放血脫毛良好，無疾病損傷與穢物汙染之缺點。
二	屠體之長寬對稱良好，背脊與後腿發育良好，四肢、背部與腹部發育均衡，緊實度普通。	後腿長度寬度適中，肌肉飽滿緊實，背脊肌肉發育尚可，肩部寬厚，肌肉量普通。	屠體背脂厚度適中，後腿與腹部脂肪覆蓋適中，肌肉組織中脂肪生成良好，肩、背與腰部之皮下脂肪分布適中。	肉色尚正常，呈淡灰紅色，尚具光澤。	脂肪白色，有黏性與光澤。	放血脫毛良好，無嚴重疾病損傷與穢物汙染之缺點。
三	屠體之長寬對稱不良，屠體各部位的發育無嚴重缺點。	後腿長度寬度不夠，肌肉飽滿度差，肩部與背部發育不良，肌肉量少。	屠體背脂厚度較大，後腿與腹部脂肪覆蓋情形較厚，肌肉組織中脂肪生成不良，肩、背與腰部之皮下脂肪分布較厚。	肉色稍淺或稍深，色澤較差。	脂肪色澤普通，黏性與光澤稍差。	放血脫毛不良，疾病損傷與穢物汙染缺點不大。
四	屠體各部位發展不均，有嚴重缺點。	屠體各部位肌肉發育情形均不良，肌肉量少。	屠體背脂厚度後，且各部位脂肪生長情況均不良。	肉色過淺或過深，缺光澤。	脂肪變色，缺乏黏性與光澤。	放血脫毛不良，疾病損傷多與穢物汙染嚴重。
等外	1. 屠體重與背脂厚度不在規定範圍之內者。 2. 屠體各部位外觀與肉質極差者。 3. 黃疸豬或黃脂豬。 4. 骨粗、皮厚、肌肉量甚少。					

(陳，2000)

## 七. 影響肉豬屠體性狀之因素

影響肉豬屠體性狀之因素眾多，例如品種、性別、年齡、飼養和營養與生長調節劑等。而評估豬隻屠體性狀是指為當豬達到成熟體重後，經由屠宰流程進行屠宰，於屠前秤活體重，屠宰中秤屠體重，屠體經預冷後，進行屠體分切及測定屠體性狀(黃, 2005)。一般來說屠體性狀所測定之項目包括：活體重、屠體重、屠體長、屠宰率、背脂厚度、腰眼面積、瘦肉率、脂肪切割率、骨骼率等。影響肉豬屠體性狀之因素眾多，本文將逐一探討影響肉豬屠體性狀之因素。

### (一) 品種

不同品種豬隻屠體性狀差異甚大，而豬隻屠體性狀經常透過育種技術進行改良。Plastow *et al.* (2005) 曾比較杜洛克、藍瑞斯、大白豬、比利華與梅山豬之屠體性狀發現，杜洛克種有較佳之肌間脂肪堆積。陳與陳 (1991) 指出含杜洛克血統 1/2 以上之二品種與三品種雜交豬，其屠體性狀及肉質性狀均較佳。Lo *et al.* (1992) 研究不同品種豬隻其生長表現、屠體性狀與肉質性狀之差異，結果顯示：杜洛克種較藍瑞斯種有較短的屠體長，較薄之第 10 肋背脂厚度，較大的腰眼面積與較多的瘦肉量。陳等 (1991) 比較藍瑞斯 (L)、約克夏 (Y) 及杜洛克 (D) 之純種豬；二品種雜交豬 (LY、YD 及 LD) 與三品種雜交豬 (LYD、YLD) 之屠體性狀，結果顯示：屠體長以 LYD 最長；屠宰率以 LY 最高，Y 最低；三點平均背脂厚以 L 最厚，LD 最薄；腰眼面積以 YLD 最大，Y 最小；瘦肉率以具有 1/2 杜洛克血統之三品種雜交豬顯著優於純種豬；脂肪率依序以 LY，L 及 Y 最高，而其他雜交品系較低。總體而言，因有雜交優勢下雜交豬之屠肉品質均優於純種豬，而在雜交系統豬隻二品種豬有較佳之肉質性狀，而屠體長、腰眼面積、瘦肉率與脂肪率則以含 50% 杜洛克血統之 LYD 與 YLD 表現較佳。Gispert *et al.* (2007) 比較杜洛克，藍瑞斯與大白豬之屠體性狀發現

藍瑞斯種有較長之屠體長與較高之腹脇肉產率 ( $P < 0.05$ )。廖等 (2002) 亦指出藍瑞斯種較台灣黑豬 (Taiwanese black pigs; TBP) 種有較長之屠體長，其可能與肋骨對數較多有關 (張等, 1997)，而背脂厚度及腰眼面積藍瑞斯種較 TBP 薄及小。

## (二) 屠宰時活體重

屠宰時活體重對於豬隻屠體性狀影響甚鉅，過去許多研究探討不同屠宰時活體重間對於豬隻屠體性狀之影響。Correa *et al.* (2006) 比較豬隻於 107、115、125 kg 三種不同屠宰時活體重之屠體性狀，結果顯示隨著屠宰時活體重的上升，屠宰率、屠體長與腰眼面積均隨之增加 ( $P < 0.05$ )。許多文獻 (Čandek-Potokar *et al.*, 1998; García-Macías *et al.*, 1996; Latorre *et al.*, 2003) 亦有相似結果。陳與陳 (1999) 亦指出，屠宰時活體重於 70-110 kg 每隔 10 kg 為一組距進行比較，結果顯示各組間隨著屠宰時活體重之增加，背脂厚度、屠體長、腰眼面積及體脂肪率均隨之增加。過去的文獻指出增加屠宰時活體重可減少每頭豬隻之間的屠宰費用，減少冷凍與加工過程之損失 (Ellis and Bertol, 2001)。而不同屠宰時活體重於伊比利亞豬屠體性狀研究中發現，後腿肉重、肩胛肉重與其他分切部位肉重皆顯著提升重量，但隨著屠宰時活體重上升比例則隨之下降，因此瘦肉率隨體重增加而下降 (Serrano *et al.*, 2008)。延長肉豬飼養期並增加屠宰時活體重可提升肉質，如大理石紋、肌肉緊實度與食肉多汁性，但會造成飼養末期飼料效率降低 (陳與陳, 1999)。增加屠宰時活體重會造成背脂厚度增加，而拍賣單價與背脂厚度呈極顯著負相關 (林等, 2001)。因此兼顧經濟效益與屠肉品質情形下，屠體時活體重對屠體性狀之影響相形之下更為重要。

## (三) 性別

多年來性別對於屠體性狀影響之研究有相當程度之了解，一般而言豬隻屠體瘦肉量之比較發現公豬 > 女豬 > 閹公豬。但傳統上公豬出生 4 天後即去勢以

避免公豬性成熟時會有不良氣味（公豬臭）（Zeng *et al.*, 2002）。大多文獻均指出女豬之屠體品質（背脂厚度與瘦肉率）優於閹公豬。（黃等，1984；羅與黃，1995；Weatherrup *et al.*, 1998；呂等，2000）。Bahelka *et al.*（2007）比較不同豬隻品種之閹公豬與女豬屠體性狀發現，各品種之女豬皆有較高之分切部位肉重，而閹公豬則有較厚之平均背脂厚度表現、較重之脂肪重與較高之體脂率，其他研究亦有相似結果（Larzul *et al.*, 1997；Tischendorf *et al.*, 2002；Cassady *et al.*, 2004）。蘇等（2004）比較台灣黑毛豬之不同性別於 100 kg 或 120 kg 屠體性狀之差異，結果顯示女豬屠體長度較閹公豬長、背脂厚度較薄、腰眼面積較大、瘦肉率較閹公豬高（ $P < 0.05$ ）。

#### （四）飼糧

廖等（2002）比較不同粗纖維含量飼糧餵飼畜試黑豬一號對於其屠體性狀之影響，分別以纖維含量4%、6%及8%進行試驗，結果發現在不影響其飼料利用效率下纖維含量可提升至6%，而隨著飼料纖維含量提高，背脂厚度及腹脂厚度則隨之下降（ $P < 0.05$ ）。Witte *et al.*（2002）從豬隻平均體重90 kg開始利用兩種不同離胺酸（Lysine）含量（4.8g/kg、6.4g/kg）之飼糧，以玉米、大豆粕為主要飼料原料餵飼至體重約126 kg屠宰並比較其屠體性狀，結果發現高濃度離胺酸飼糧有較薄之第10肋背脂厚度、較大之腰眼面積與較高之屠體瘦肉率（ $P < 0.05$ ）。洪（1996）指出因甘藷具有高嗜口性，豬隻採食後其脂肪質地較硬。脂肪質地亦是影響屠體品質優劣之重要因素，就加工業者而言，過軟的脂肪質地易造成屠體外觀不佳，且加工時較難切割，豬肉緊實度也較差，甚至易造成氧化酸敗（Goodband *et al.*, 2006）。伊比利亞豬因以大量餵飼橡實之緣故，其肉中天然抗氧化物濃度（維生素E）及血紅素色素與Type I、IIA肌纖維含量較一般商用白豬高使其肉色與氧化安定性較佳（Rey *et al.*, 2005）。

### 八. 影響肉豬之肉質性狀之因素

豬肉的品質好壞包含了許多方面例如：加工性、營養、衛生和感官品質。

而消費者在選購豬肉時，常主觀的評定肉色、緊實度與大理石紋作為豬肉品質優劣的標準 (Laack *et al.*, 1995)，隨著養豬生產水準的提高和人們生活水準的改善，人們對豬肉品質的要求亦更高。近年來，豬的生長速度、飼料轉化率和瘦肉率等都有了很大的進步，但同時也產生了負面影響，即食肉品質的下降，不僅表現在風味和口感上，更重要的是表現為 PSE (Pale, Soft, Exudative) 和 DFD (Dark, Firm, Dry) 之劣質肉，嚴重影響了養豬生產和豬肉產品加工業。因此，而在美國肉品科學協會所訂定的理想豬肉肉質指標(表 7)包含了顏色、保水力、風味、大理石紋、嫩度等各項指標來評斷何為 RFN(Reddish pink, firm, non-exudative)理想的豬肉。以下將介紹常見之劣質肉並逐一探討色澤、保水力、風味等影響豬肉肉質優劣之因素。

#### (一) 常見之劣質肉

##### 水漾肉 (PSE)

PSE 豬肉是最早被確認的劣質肉，是指屠宰後的豬肉外觀表現為肉色蒼白 (Pale)，質地鬆軟，缺乏彈性 (Soft)，肌肉表面可見滲出液汁 (Exudative)，烹調後失重大。這類肉滴水損失重 $\geq 5\%$ ，屠宰後 45 min 時的 pH 值 $< 6$ ，且 pH 值下降很快 (Bendall *et al.*, 1988)。Zhu *et al.* (1997) 發現，和正常豬肉相比，PSE 肉具有較高的  $L^*$  值和較低的  $a^*$  值。PSE 肉的發生受遺傳和環境因素的共同影響。一方面，大白豬等豬種具有易發性，這主要是受遺傳影響；另一方面，外界環境的各種刺激因素，如屠前運輸、強制性驅趕以及屠宰時電擊等，使較敏感豬隻處於高度亢奮狀態，肌肉劇烈收縮，使 ATP 分解，並促使肝醣快速而產生大量的乳酸，致使 pH 值迅速下降並接近等電點，同時肌紅蛋白變性，肌纖維急劇收縮，肌內膜斷裂，最終產生 PSE 肉。

##### 暗乾肉 (DFD)

屠宰前豬處於持續的和長期的緊迫狀態下，肌肉中肝醣消耗殆盡，屠宰時豬呈衰竭狀態，屠宰後肌肉外觀呈暗紅色 (Dark)，質地堅硬 (Firm)，肌肉表

面乾燥 (Dry) 的特徵，這類肉由於肌肉表面乾燥，結構緻密，嫩度差，滴水損失小於 5%，最終 pH 值 > 6.0 (Van Laack *et al.*, 1994)。DFD 肉與遺傳無關，所有的豬都可能發生。

### 含 Rendement Napole(RN)基因豬肉

Monin and Sellier (1985) 最早發現，漢普夏種豬肉具有異常低之最終 pH 值，因而稱之為漢普夏效應或酸肉效應 (acid meat effect)，因含有 RN 基因的豬肉顏色蒼白，有水分滲出，但較 PSE 肉發生率低。肌肉保水力較低，滴水失重較高。攜帶 RN 基因的豬肉和 PSE 肉一樣，都具有較低的最終 pH 值，但 pH 值下降的速度低於 PSE 肉，且攜帶 RN 基因的豬肉具有較低的剪力值，較濃的風味。這類肉主要發生在漢普夏豬種中，其它品種豬發生率較低。

### RSE 肉

RSE 肉指屠宰後肌肉外觀呈紅色 (Red)，質地柔軟 (Soft)，肌肉表面有水分滲出 (Exudative) 的特徵 (Kauffman *et al.*, 1992)。這類肉顏色較理想，但滲水性嚴重。Van Laack *et al.* (1994) 將最終 pH 值 < 5.6、亮度值 < 50、滴水損失 > 5% 的肉劃分為 RSE 肉。RSE 肉雖然沒有 PSE 肉質差，但這類肉存在較普遍。Kauffman *et al.* (1992) 指出，60% 的豬隻屠體被確認為 RSE 肉。PSE 肉和 RSE 肉每年可導致 1 億美元的經濟損失 (Kerth *et al.*, 1997)。Van Laack *et al.* (1999) 研究在雜種漢普夏豬肉中，32% 的 PSE 肉是 RN 基因攜帶者，10% 的 RSE 肉是 RN 基因攜帶者。

	RFN	RSE	PSE	DFD
酸鹼值	5.6-5.9	<5.6	<5.5	>6.0
亮度值	43-50	43-50	>50	<43
滴水失重	<5.0%	>5.0%	>8.0%	<2.0%

(Kauffman, 1992)

表七、豬肉品質指標

Table 7. Pork quality index

Attribute	Target	Comment
Color	3.0 to 5.0	Utilizing a 6-point scale
pH	5.6 to 5.9	
Tenderness	<7 lb. (3.2 kg)	Utilizing WBS at 7 days
Flavor	robust pork flavor	(no off-flavors)
Intramuscular Fat	2 to 4%	
Drip loss	Not to exceed 2.5%	

(American Meat Science Association, 1991)

## (二) 影響食肉品質之主要因素

本文將首先探討食肉外觀色澤、大理石紋、緊實度與保水力，並進而探討種種影響熟肉之風味因素，分別敘述如下。

### 1. 色澤

豬肉的色澤往往是消費者在購買肉品時的第一印象，更是直接影響到消費者的購買意願之因素 (Lawrie, 1998)。肉的顏色測定有主觀判斷如感官品評，而隨著科學的發展出較客觀的方式如：測定肌紅蛋白與血紅蛋白的量或使用色差儀測定。而影響肉色的因素主要來自於肌肉內色素的變化與肌纖維類型 (表 8)，而畜種、飼養、品種、年齡、pH 值均對肉色有所影響 (謝等, 1996)。

#### (1) 畜種

肌肉中肌紅蛋白 (Myoglobin, Mb) 與血液中血紅蛋白 (Hemoglobin, Hb) 為主要影響肉色之因素 (Theorell, 1932)。肌紅蛋白與血紅蛋白皆為活體肌肉組織中之主要色素，而當動物屠宰放血後，血紅蛋白會大量流失，使的肌紅蛋

白為屠後肉色之主要色素 (Lawrie, 1998)。而不同的畜種肌紅蛋白含量亦有不同，一般而言肌紅蛋白之濃度比較下牛肉是較多於豬肉及羊肉 (Lawrie, 1998；林，1987)，因此牛肉有較豬肉與羊肉鮮紅之肉色表現。陳 (2000) 指出不同畜種之肉色差異，牛肉因含有較高之血紅蛋白因此其肉色為赤褐色，而豬肉因部位有所差異腿肉為紅色，背脊肉為粉紅色，羔羊肉為淡紅色，馬肉為暗赤色，雞肉之腿肉為赤灰色，其他部位為淡白色。

## (2) 飼養

研究指出放牧飼養下因運動量較大其肌肉以紅纖維 (red fiber) 比例較高，紅纖維又稱為第 I 型肌肉纖維 (Type I)，其肌紅蛋白含量較其他纖維型高，因此會導致肉色較紅 (Henckel *et al.*, 1997)。許多研究中發現環境因素會影響肌纖維特性，劉等 (2006) 比較相同日齡之豬隻飼養環境的影響，結果顯示圈養豬有較高比例之第 II 型肌肉纖維及較粗之肌纖維直徑，且肉色較淡。肌紅蛋白含量會隨著肌肉活動力而有所差異，肌肉活動力越高則有較高之肌紅蛋白含量，因此肌肉的形式及運動量皆會造成肌紅蛋白含量有所差異並造成顏色上之差異 (Lawrie, 1998；林，1987)。

## (3) 品種

Ventanas *et al.* (2006) 比較純種依比利亞豬與依比利亞豬與杜洛克之雜交豬於股二頭肌之肌紅蛋白含量，結果發現純種伊比利亞豬有較高之肌紅蛋白含量故其肉色表現較鮮紅，且報告中指出如此顏色差異是由於其肌纖維的型態不同所導致。賴等 (2003) 研究自美國引進之盤克夏豬後裔屠體與肉質性狀，結果顯示：盤克夏種較藍瑞斯與杜洛克種有較高之肉色評分與大理石紋評分，其中比較不同品種豬隻背最長肌之肌紅蛋白含量之結果發現：Chester White、漢布夏和杜洛克有較高之肌紅蛋白含量分別為 0.92、0.95 與 0.85 mg/g，而藍瑞斯種含量較低為 0.62mg/g，而肌紅蛋白具有中等遺傳率可供後裔用來提升肉色之選拔。關於盤克夏種被指出有較紅之肉色，Spiselman (2006) 亦指出，日本鹿

兒島黑豬 (Berkshire) 飼養期較一般肉豬長，飼糧中使用當地甘藷為其特色，且肉色鮮紅並富含大理石紋，甚至可與著名之神戶牛肉比擬。

#### (4) 年齡

肌肉中肌紅蛋白的含量，會隨著家畜年齡增長而有所不同。而就豬肉而言，隨著年齡增長肉色則隨之加深。Shuler *et al.* (1970) 指出隨著豬隻飼養年齡與屠宰體重之增加，肉色評分亦隨之增加。Čandek-potokar *et al.* (1998) 研究屠宰日齡對於肉質之影響，結果顯示飼養日齡較長與活體重較高之豬隻有較高之紅色值 ( $a^*$ ) 表現。Latorre *et al.* (2004) 指出，豬隻飼養至 116、124 與 133 kg 屠宰時，其中 133 kg 之豬隻背最長肌有較高之肌紅蛋白含量，其紅色值亦較高。Virgili *et al.* (2003) 指出，背最長肌之亮度值 ( $L^*$ ) 與黃色值 ( $b^*$ ) 會隨豬隻飼養日齡增加而降低，紅色值 ( $a^*$ ) 則隨著日齡增加而上升。

#### (5) pH 值

肉的加工特性可透過測定 pH 值來評估，一般而言，pH 值受很多因素影響例如：品種、性別、運動、壓力、屠體溫度。謝等 (1996) 指出動物在屠宰的過程中，會因緊張掙扎將體內肝醣消耗分解成乳酸，而乳酸的堆積多寡會影響肉的 pH 值。研究指出若豬隻於屠前受到過度的緊迫而掙扎，會使體內乳酸大量堆積而導致肌肉的 pH 值迅速下降，其肉的紅色值 ( $a^*$ ) 也較低 (Henckel *et al.*, 2002)。比較豬隻緊迫敏感基因對於豬肉品質的影響可發現，豬隻帶有緊迫敏感基因其屠宰時肝醣耗竭與乳酸堆積速率較快，故其 pH 值較低、紅色值亦較低 (Schäfer *et al.*, 2002)。

表八、家畜、禽之紅白、中間型肌纖維特性

Table 8. Characteristics of red, intermediate, and white muscle fibers in domestic meat animals and poultry

	Red fiber (Type I)	Intermediate fiber (Type II A)	White fiber (Type II B)
Color	Red	Red	White
Myoglobin content	High	High	Low
Fiber diameter	Small	Small-intermediate	Large
Contraction speed	Slow	Fast	Fast
Contraction action	Tonic	Tonic	Phasic
Number of mitochondria	High	intermediate	Low
Mitochondria size	Large	intermediate	Small
Capillary density	High	intermediate	Low
Oxidative metabolism	High	intermediate	Low
Glycolytic metabolism	Low	intermediate	High
Lipid content	High	intermediate	Low
Glycogen content	Low	high	High
Z disk width	wide	intermediate	Narrow

(Hedrick *et al.*, 1989)

## 2. 大理石紋 (Marbling)

大理石紋基本概念為肉用家畜骨骼肌發育到一定的生理成熟階段，在小肌束之間形成的脂肪沉積，這種沉積延小肌束走向分佈成樹枝分叉狀圖案，酷似大理石的圖案條紋，故以專業術語肉的大理石紋 (Marbling) 描述之 (Gandemer *et al.*, 1992)。大理石紋是決定豬肉品質的主要因素。肌肉的大理石紋脂肪 (Marbling) 的含量為品質分級的主要因子，其關係肌肉的潤滑性、應力與緊實度等，進而影響食肉品嚐時風味與接受度 (Miller, 1994)。影響大理石紋之因素包括遺傳因素、性別、屠宰時活體重、飼養等，以下將主要探討遺傳、性別與屠宰時活體重。

### (1) 遺傳

大理石紋之遺傳性能力很高，並受基因影響甚大，因此品種、品系的基因特性對後裔上市之商業豬具有舉足輕重之影響。一般而言，一般而言雜交之商業豬的大理石紋評分界於親代之間。因此如要刻意生產高度大理石紋之雪花肉，則可透過育種方式培育。大理石紋於品種間之比較，杜洛克種與盤克夏種有較高之大理石紋評分 (賴等, 2003)。且具有杜洛克血統之黑毛豬其背最長肌通常含較高之肌內脂肪 (廖等, 2005)。潘 (2009) 指出台灣黑毛豬 (75% 杜洛克血統) 具有良好之屠肉品質，其顏色、大理石紋與緊實度評分皆顯著高於 LYD 三品種雜交豬。

### (2) 性別

性別對於大理石紋之影響，主要在於不同性別間其屠體之脂肪含量之差異。Cisneros *et al.* (1996) 研究性別與體重對於豬隻屠肉品質之影響，結果顯示：閹公豬比女豬有較高的肉色評分、肌肉緊實度及大理石紋評分。閹公豬比女豬有較高的肌肉內脂肪含量、嫩度與風味之評分，與較低的蛋白質與灰分含量 (Martel *et al.*, 1988)。Weatherrup *et al.* (1998) 研究指出閹公豬有較高的肌肉內脂肪含量，而公豬較低。

### (3) 屠宰時活體重

延長肉豬飼養期使其屠宰體重增加，可提升肉質，如大理石紋、肌肉緊實度與多汁性，但在飼養末期飼料效率較差（陳與陳，1999）。肉色與大理石紋評分息息相關，吳等（2012）指出肉色與大理石紋相關值達 0.42，而肉色與大理石紋常為消費者購買肉品時的第一印象（潘與吳，2008），以肉色判定食肉品質為最簡易、最重要的指標，而較重之屠宰時活體重顯示有較佳之肉色，與大理石紋評分（鄭，2003）。

### 3. 保水力 (Water-holding capacity)

食肉中的主要成分為水分，一般而言，生鮮肉大約包含 75% 的水分 (Offer and Knight, 1988 ; Tornberg *et al.*, 1993)。食肉保水力 (Water-holding capacity, WHC) 代表其本身之保持水分的能力。保水力影響水分由肉的表面滲出的程度，與完成零售包裝後滲出的水量。因此，食肉與肉製品的保水力是影響經濟價值與肉質 (Meat quality) 最重要的因素之一，因食肉的保水力與運輸及儲存期間重量的改變，解凍時的滴水失重 (Drip loss)，烹煮時的蒸煮失重 (Cooking weight loss) 與收縮 (Shrinkage) 及食肉的多汁性與嫩度等息息相關。此外，還嚴重影響外觀及消費者購買慾望與品評結果 (Bertram *et al.*, 2007)。在 Honikel (1998) 與 Van Oeckel *et al.* (1999) 等報告提出食肉的保水力可能影響品評結果，若生肉保水力較高，烹煮後熟肉時蒸煮失重 (Cooking loss) 較低，且品評結果，多汁性會較高與肉質較嫩。

肌肉中的水分主要以三種方式存在於肉中為：結合水 (Bound water)、固定水 (Immobilized water) 及游離水 (Free water) 等三種。水分子與肌肉蛋白之結合能力主要受肌肉蛋白間之間隙空間所影響，而肌肉蛋白質分子間隙大小與屠宰前後肌肉的化學變化有關，如 ATP 的降解、僵直的發生、乳酸的產生、鹽類的添加以及離子交換 (Bendall, 1973)。而影響肌肉蛋白之正負電荷間的極性，即影響水分之多寡與肌肉之保水性。肌肉的保水力機制被認為是因為肌原纖維之間的空間變化，而使保水容量隨之增減 (Offer and Knight, 1988)。保水力影響蒸煮失重的成因為僵直前肌纖維均勻分布且形成一個網狀結構，而僵直期間肌纖維範圍縮小，造成肌纖維之間的游離水排出，而這種情況在蒸煮後更加劇烈，當游離水承受肌纖維之收縮力時，水分便被擠壓出來 (Offer and Knight, 1988)。

#### 4. 風味 (Flavor)

食肉的風味就是食肉入口前後對人的視覺、嗅覺、味覺和觸覺等器官的刺激，即給人的綜合感受。對這種感受的評價好壞，也就表示著風味的好壞（小原，1989）。通常關於食肉品質主要決定於下列三項因素：嫩度、風味和多汁性。消費者對產品的接受性或喜好程度高低取決食肉品質的優劣。但肉類之喜好程度視消費者的年齡、性別、收入等而異。有許多人，尤其是女性特別重視肉的嫩度，而任何肉類，可經過特殊的調理增進嫩度表現，但容易失去其風味。風味，是包括氣味與味道。風味是氣味和味道之混合感官。雖然一般消費者認為在評估肉類品質上以嫩度為重要因素，而風味則次之（陳，1995）。而要判定風味的好壞是很主觀與困難，許多研究指出食肉風味受多種因素影響如：脂肪含量及脂肪酸組成、肉中核苷酸含量與肌肉中游離胺基酸組成，以下將逐一探討影響豬肉風味感受之原因。

##### (1) 脂肪含量及脂肪酸組成

##### I. 脂肪含量對於豬肉風味之影響

脂肪為食肉風味感受之一大關鍵，而因脂肪酸組成的變異與多寡皆會直接影響食肉中的風味，脂肪對於食肉品質的影響不僅在風味，其甚至可幫助熱傳導，刺激唾液分泌，增加肉的嫩度、多汁性與口感。當脂肪加熱融化時，脂肪可與胺基酸及其他物質生成風味物質，釋放風味並立即散布開來（謝等，1996；Thu, 2006）。風味感受包含了嗅覺與味覺，味覺的感受是來自於風味物藉由唾液釋放至口腔中的味覺細胞進而分辨風味；另一方面，氣味來自於肉類烹煮時所產生的揮發性化合物其主要分成二個族群；一為來自於脂質氧化的產物，另一為來自梅納反應所生成的化合物（Mottram, 1998），這些產物主要為烷、醛、酮、醇、以及酯類等。因此脂肪能影響食肉的口感、味道、氣味、風味的穩定性與風味的生成（Hertzmann *et al.*, 1988；Barton-Gade, 1990；Gispert *et al.*, 1990），

而富含脂肪的食物中有較高的風味物質，其風味的物理與生化穩定性較佳 (De Ross, 1997)。脂肪含量在畜肉中變異很大，少至 5% 多至 40%，三酸甘油酯、磷脂質、膽固醇及脂溶性維生素為其主要成分。而影響食肉中脂肪含量之因素包括：動物種別、年齡、品種、飼養方式甚至環境溫度。因此在不同畜肉間給予特殊之風味、柔嫩度與多汁性 (Cameron, 1990; Edwards *et al.*, 1992; Oliver *et al.*, 1994; Čandek-Potokar *et al.*, 1998; Brewer *et al.*, 2002; Latorre *et al.*, 2003)。

## II. 脂肪酸組成對於豬肉風味之影響

脂肪構造及其組成之研究已行之有年，表 9 與表 10 為常見之飽和與不飽和脂肪酸。一般來說，肉中飽和脂肪酸與單元不飽和脂肪酸與風味品評呈正相關，而多元不飽和脂肪酸與風味品評則成負相關 (Cameron, 1990)。而食肉中的  $\omega$ -3 脂肪酸在烹煮的過程中為導致加熱臭產生之原因之一，造成風味之不良影響 (Stephan *et al.*, 2002)。豬肉中脂肪酸組成會因品種、飼糧、性別、飼養環境等而有所不同。以下將逐一探討影響豬肉脂肪酸組成之原因。

## III. 影響豬肉脂肪酸組成之因素

### (I) 品種

豬肉中的脂肪酸組成因品種不同而有所差異 (史, 1997; 廖等, 2002)。史 (1997) 比較純種之藍瑞斯種、約克夏種、杜洛克種、黑豬 (桃園豬×盤克夏) 與LYD三品種豬背最長肌之脂肪酸組成，結果顯示黑豬有較高之脂肪含量與脂肪酸飽和度，而LYD雜交豬之脂肪飽和度最低。Kellogg *et al.* (1997) 比較約克夏 (Y)、漢布夏 (H)、與杜洛克 (D) 之純種豬與HY及DY之雜種豬發現杜洛克種與漢布夏種有較高之C18:0，而C18:2與C20:4含量較低，DY種之脂肪酸組成與約克夏種類似。賴等 (2003) 研究自不同品種豬隻屠體與肉質，結果顯示：杜洛克種背脂中飽和脂肪酸之軟脂酸 (C16:0) 含量較低，不飽和/飽和脂肪酸含量比例方面，盤克夏種較藍瑞斯種與杜洛克種為高。且隨著肌肉

中脂肪含量的增加，飽和與單不飽和脂肪酸屠體的含量亦隨之提升。豬肉中脂肪酸組成亦可經由育種而改變，杜洛克種有較高硬脂酸（C18:0）、飽和脂肪酸與單不飽和脂肪酸含量，而約克夏種有較高之亞麻油酸含量（C18:2）（Cameron and Enser, 1991；Kellogg *et al.*, 1997）。

## （II）飼糧

飲食中攝食過多的飽和脂肪酸，容易引起心血管疾病的發生，因此許多研究者試圖利用不同的飼糧配方以改變食肉中脂肪酸組成的飽和度（廖等，2002；鄭，2003），近年來營養學家所關心的在飲食中多元不飽和脂肪酸的量特別是Omega-3、Omega-6的多寡，因此許多學者所關心的飼糧中所添加的原料是否會影響脂肪酸之組成。Lampe *et al.*（2006）指出豬隻飼糧中添加大麥，豬隻脂肪酸有較高之飽和脂肪酸與較低之碘價，且脂肪顏色並無顯著差異。當餵飼豬隻高量多元不飽和脂肪酸的飼糧，如花生（Peanuts）、菜籽油（Canola oil）、葵花籽油（Sunflower seed）等，肉中之不飽和脂肪酸含量亦表現較高，但可能會造成屠體脂肪過軟與風味較差之影響（Miller *et al.*, 1994；Myer *et al.*, 1992a；Myer *et al.*, 1992b）。但Myer *et al.*（1992a）指出屠體脂肪中多元不飽和脂肪酸含量增加下，會造成體脂表現趨軟、脂肪組織易氧化酸敗等不利於加工性之缺點。

## （III）性別

不同性別之家畜脂肪堆積速度亦有所差異，因此在脂肪與脂肪酸之含量亦有所不同，Correa *et al.*（2006）比較不同成長速度與性別對於脂肪堆積與脂肪酸組成，發現成長速度較慢豬隻與女豬有顯著較低比例之飽和脂肪酸，與顯著較高比例之亞麻油酸（C18:2）與多元不飽和脂肪酸。Cameron and Enser（1991）比較相同屠體重之不同性別間屠體脂肪率與脂肪組成，公豬之背最長肌中的多元不飽和脂肪酸含量顯著高於女豬，即公豬背最長肌中脂質飽和度較低。史（1997）比較性別對於豬隻背最長肌中脂肪酸組成之差異，結果顯示公

豬之多元不飽和脂肪酸含量顯著高於女豬與閹公豬，而閹公豬有較高之脂肪比例、飽和脂肪酸與單不飽和脂肪酸含量，而雖公豬與女豬背最長肌所含之脂肪含量差異不顯著，但公豬有較女豬高之多元不飽和脂肪酸比例與低之單不飽和脂肪酸比例。

#### (IV) 飼養環境

鹿兒島黑豬的飼養講究環境的舒適，飼養密度不能太高，並應備以運動場放牧飼養，其背脂厚度與肌肉內脂肪皆較一般肉豬略厚與豐富，在脂肪特性之組成上，有較低比例的不飽和脂肪酸，脂肪融點亦較高（王，2003）。Katsumata *et al.* (1995) 將豬隻飼養與不同溫度的環境下（18°C 與 30°C），發現飼養於低溫的環境下豬隻背脂中油酸與亞麻油酸的含量較高。而單不飽和脂肪酸與飽和脂肪酸之比值也以低溫環境有較高之表現。

表九、主要飽和脂肪酸

Table 9. Major saturated fatty acids

碳數	俗名	英文名	融點 (°C)	脂肪酸組成% (脂肪組織)		
				豬	羊	牛
4	丁酸	Butyric acid	-5.3	—	—	—
5	戊酸	Valeric acid	-34.5	—	—	—
6	己酸	Caproic acid	-3.2	—	—	—
7	庚酸	Enanthic acid	-7.5	—	—	—
8	辛酸	Caprylic acid	16.5	—	—	—
9	壬酸	Nonanoic acid	12.5	—	—	—
10	癸酸	Capric acid	31.6	—	—	—
12	月桂酸	Lauric acid	44.89	—	—	—
14	肉豆蔻酸	Myristic acid	54.4	1.6	4.1	3.7
16	棕櫚酸	Palmitic acid	62.9	23.9	21.9	26.1
17	珍珠酸	Margaric acid	61.8	—	—	—
18	硬脂酸	Stearic acid	70.1	12.8	22.6	12.2
20	花生脂酸	Arachidic acid	76.1	—	—	—
22	俞樹酸	Behenic acid	80.0	—	—	—
24	木脂酸	Lignoceric acid	84.2	—	—	—

(Wood *et al.*, 2008 ; 張, 2007)

表十、主要不飽和脂肪酸

Table 10. Major unsaturated fatty acids

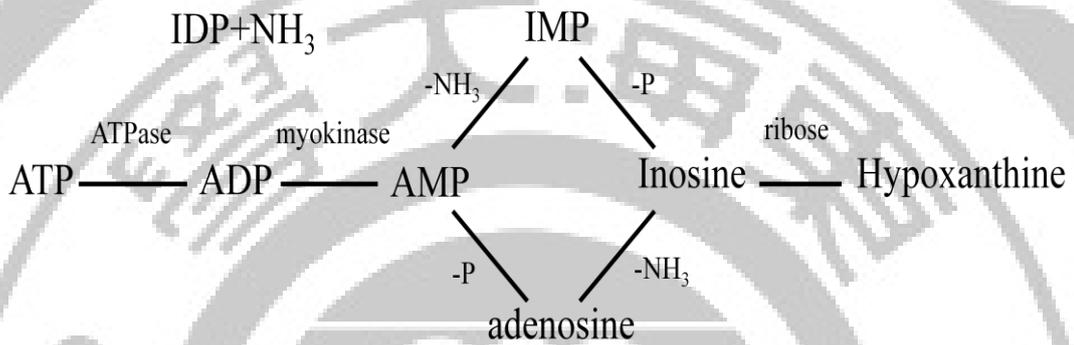
縮寫	俗名	英文名	脂肪酸組成% (脂肪組織)		
			豬	羊	牛
C14:1	肉豆蔻烯酸	Myristoleic acid	—	—	—
C16:1	棕櫚烯酸	Palmitoleic acid	2.4	2.4	6.2
C18:1	油酸	Oleic acid	35.8	28.7	35.3
C20:1	鱈烯酸	Gadoleic acid	—	—	—
C22:1	芥酸	Erucic acid	—	—	—
C18:2	亞麻油酸	Linoleic acid	14.3	1.3	1.1
C18:2	共軛亞麻油酸	Conjugated linoleic acid	—	—	—
C18:3	次亞麻油酸	Linolenic acid	1.4	1.0	0.5
C20:4	花生四烯酸	Arachidonic acid	0.2	—	—

(Wood *et al.*, 2008 ; 張, 2007)

## (2) 肉中核苷酸含量與功能

### I. ATP 及其關聯物於肌肉中之變化

肝醣為活畜肌肉中主要的能量貯存之形式，肝醣經由血液運送至肝臟轉變為血糖，並由一系列的酵素，如腺核苷酸環酶 (Adenylate cyclase)、蛋白激酶 (Protein kinase)、磷酸化酶 a, b (Phosphorylase a, b) 等，使肝醣分解並轉變為 glucose-6-phosphate，再經由醱解作用，產生 Pyruvate，進入粒線體中行檸檬酸循環，並伴隨電子傳遞鏈，產生並釋放出 ATP (Adenosine 5'-triphosphate) (Stryer, 1988)。而 ATP 供給動物進行各種生理生化活動所需的能量。但動物死亡後，因血液循環系統停止，無氧醱解作用之產物-乳酸無法至肝臟中再合成，而 ATP 僅能用於肌肉收縮並受內源性酵素作用逐漸降解。已有許多學者對於 ATP 之體內代謝路徑加以研究 (Tsai *et al.*, 1972; Bendall, 1973)。如圖一所示，Bendall (1973) 發現在死後僵直的過程中，ATP 逐漸被去磷酸化，轉變為 ADP (Adenosine diphosphate) 和 AMP (Adenosine monophosphate)，再經過去胺作用成為 IMP (Inosine 5'-monophosphate)，進而代謝成肉苷 (INO, Inosine) 和次黃嘌呤 (HYP, Hypoxanthine)。有關 ATP 及其關聯物於肌肉內之消長情況，王 (1995) 指出家畜在屠後兩小時內，肌肉內之 ATP 含量可達 3.08 mg/g，但隨著時間的增加至屠後 24 小時，則可發現 ATP 已幾消耗殆盡，而在屠後 14 天貯存期中，肌肉中 ADP 與 AMP 均維持微量 (分別約為 0.5、0.03 mg/g)。而家畜屠宰後 IMP 含量低約為 0.18 mg/g，但屠後 24 小時則上升至 1.45mg/g，屠後三天則略為下降，並隨著貯存時間之增加而降低；另外 INO 與 HYP 含量則隨著貯存時間之增加而增加。



圖一、屠後 ATP 降解可能之不同途徑。

Fig. 1. Outline of different ATP degradation steps which may occur postmortem.

(Tsai *et al.*, 1972)

## II. 食肉中 ATP 及其關聯物與風味之關係

核苷酸曾被視為食品的調味劑 (Seasoning) (Caul and Raymond, 1964 ; Shimazono, 1964) 或為增味劑 (Flavor enhancer) (Titus and Klis, 1963 ; Kuninaka *et al.*, 1964) ; 而近年來則認為以呈味劑 (Potentiator) 來形容 5'-核苷酸較為適合。而核苷酸的三種異構物 2'-、3'-、5'-中只有 5'-核苷酸具有呈味能力。5'-核苷酸亦只有在嘌呤第六位置被氧基所取代之嘌呤-核苷酸呈味力較強，即為 GMP (Guanosine 5'-monophosphate)、IMP (Inosine 5'-monophosphate) 與 XMP (Xanthosine 5'-monophosphate)。張等 (2007) 指出核苷酸與味精混合使用時具有加乘作用，而 GMP 與 MSG 的加乘效果較 IMP 與 MSG 佳，呈味能力亦較好。食肉中含有高量的 IMP，因此在烹煮過程中自然產生濃厚鮮味。然而植物體方面，一般含有核苷酸非常少，只及動物體含量的 1/20-1/100，而且多以 5'-CMP、5'-AMP 及 5'-UMP 為主，但這些核苷酸呈鮮味作用甚低。而一般鮮味之呈味物質有兩類：(1) 胺基酸，如麩胺酸鈉鹽 (Monosodium glutamate ; MSG) ; 即味精。(2) 核苷酸系鮮味物質。核苷酸種類繁多，其中具有鮮味的核苷酸僅三種為 Inosine 5'-monophosphate (5'-IMP)、Guanosine 5'-monophosphate (5'-GMP)、Xanthosine 5'-monophosphate (5'-XMP)。市面上高鮮味精可分為兩類，一是完全由核苷酸所組成而價格較昂貴其核苷酸的成分是 Inosine 5'-monophosphate(5'-IMP)、Guanosine 5'-monophosphate(5'-GMP)，前者有柴魚鮮味，後者有香菇鮮味 (周，2001)。另一類是由少量的核苷酸與一些胺基酸如麩胺酸、胺基丙酸或是甘胺酸等調和組成，價格較便宜。

## III. 影響屠後肌肉中核苷酸含量之因素

### (I) 畜禽種類

禽畜種類不同，核苷酸關聯物亦有所不同。Terasaki *et al.* (1965) 與 Dannert and Pearson (1967) 曾比較牛肉、豬肉、羊肉、雞肉與馬肉之 IMP 含量，發現

不同畜禽種類有所差異。而石館(1979)指出豬肉有較牛肉高比例之 IMP 表現。禽畜種類對於屠後肌肉之影響，主要因肌肉中核苷酸的代謝蓄積不同所致。Nakatani *et al.* (1986) 以核苷酸關聯物含量的變化做為肌肉新鮮度之指標，比較牛肉與兔肉可以發現，牛肉有較高之 ATP、ADP 與 AMP 之總量，但隨著貯存時間的變化快速降解，兔肉則緩慢降解並以 Hypoxanthine 為主要蓄積物，其原因可能為不同畜種之核苷酸酶活性有所差異。

## (II) 品種

不同品種之畜禽肌肉中核苷酸含量亦有所差異。Tsai *et al.* (1972) 研究指出波中豬 (Poland China) 與爵士白 (Chester White) 兩種品種之核苷酸關聯物隨著貯存時間增加，會有不同之變化。Suzuki *et al.* (1991) 比較中國純種豬與其雜交豬之 IMP 含量顯著較高於 LD 兩品種雜交豬。黃 (1997) 比較台灣不同品系之豬肉中核苷酸關聯物含量，結果發現杜洛克種屠後期間皆有較高之 IMP 含量，故其風味之核苷酸關聯物較高之原故，其風味可能較佳。李 (1992) 研究台灣土雞與白肉雞之核苷酸關聯物之差異，結果顯示台灣土雞之胸肉有顯著較高之 Hypoxanthine 含量，而其餘化合物之含量則無顯著差異。

## (III) 性別與年齡

李 (1992) 指出雌性白肉雞之 AMP 含量於胸肉及腿肉均高與雄性。黃 (1997) 比較豬隻於不同月齡屠宰之核苷酸關聯物含量，結果顯示雜交豬於 5.5 與 6.5 月齡 IMP 含量較 7.5 月齡低。而性別亦具有顯著差異，公豬肉之 IMP 含量顯著較閹公豬與女豬高，但公豬因有公豬臭因此造成風味品評較差之因素。Davidek and Khan (1967) 指出雞隻隨著年齡增長，其胸肉與腿肉之 IMP 含量亦隨之提升；而豬隻亦會隨屠宰日齡增加，而其里脊肉中核苷酸關聯物亦不相同 (黃，1997)。

## (IV) 部位

部位不同，肌肉之核苷酸含量亦不同。Rhodes (1965) 曾發現牛之上臀部

(Top side)、頸部 (Neck) 與肩部 (Shoulder) 之核苷酸含量有所不同。北田等 (1983) 指出肉雞肌肉中，胸肉有最高的 IMP 含量，其次為小里脊與腿肉，頸肉最低。李 (1992) 研究土雞與白肉雞之核苷酸關聯物含量之差異，結果顯示品種間無顯著差異，但在胸肉之 Hypoxanthine，土雞顯著高於白肉雞，且胸肉之 ATP、ADP 與 IMP 含量顯著高於腿肉。而腿肉之 IMP 含量較低其可能因腿肉 IMP 降解速率較快，且在垂死掙扎時腿部運動量較大及並非所有 ATP 皆降解為 IMP 蓄積 (Terasaki *et al.*, 1965; Davidek and Khan, 1967)。

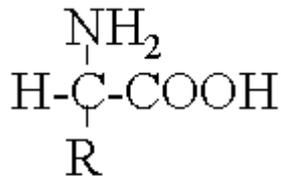
#### (V) 貯存溫度與屠宰方式

林 (1996) 研究溫度對於豬肉中核苷酸關聯物濃度變化，結果發現在低溫 (-2°C) 貯存時，ATP 降解速度較緩慢，而 IMP 蓄積至最高量亦較慢。北田等 (1983) 比較 -15°C、5°C 與 20°C 貯存雞肉 IMP 濃度達最高所需時間分別為 2-3 小時、5 小時與 3 週，且貯存於 -15°C 肌肉中 IMP 含量與新鮮度 (K value) 一個月仍無顯著變化。鄭 (2002) 指出白肉雞屠宰前所受緊迫程度不同，其胸肉與腿肉 ATP 降解速度亦不同進而影響肌肉中 ADP、AMP 與 IMP 的含量。Terasaki *et al.* (1965) 有相似之結果其推測原因來自於受緊迫之禽畜快速消耗 ATP、大量乳酸堆積與 pH 值下降，導致影響 IMP 形成。

#### (3) 肌肉中游離胺基酸組成與特性

##### I. 胺基酸之分類

蛋白質即是由許多胺基酸單體 (Monomer) 所組成，每個胺基酸分子含至少一個一級胺基 (-NH<sub>2</sub>) 與一個羧基 (-COOH)。而胺基與羧基的 α 位置碳上，L 構型 α 胺基酸應具有如下的結構，R 代表著不同組成的支鏈 (張等, 2007)。



## Amino Acid

蛋白質經水解後，即生成 20 多種  $\alpha$ -胺基酸，如甘胺酸 (Glycine)、丙胺酸 (Alanine)、纈胺酸 (Valine)、白胺酸 (Leucine)、異白胺酸 (Isoleucine)、苯丙胺酸 (Phenylalanine)、色胺酸 (Tryptophan)、酪胺酸 (Tyrosine)、天門冬胺酸 (Aspartic acid)、組胺酸 (Histidine)、天冬醯胺 (Asparagine)、谷胺酸 (Glutamic acid)、離胺酸 (Lysine)、麩醯胺 (Glutamine)、甲硫胺酸 (Methionine)、精胺酸 (Arginine)、絲胺酸 (Serine)、蘇胺酸 (Threonine)、半胱胺酸 (Cysteine)、脯胺酸 (Proline) 等。每種胺基酸因其獨特的支鏈，因此有不同的物理化學性質，而可因支鏈特性分為四類 (張，2007)：

疏水性 (非極性) 支鏈的胺基酸：

包括丙胺酸 (Alanine)、白胺酸 (Leucine)、異白胺酸 (Isoleucine) 甲硫胺酸 (Methionine)、苯丙胺酸 (Phenylalanine)、脯胺酸 (Proline)、色胺酸 (Tryptophan) 與纈胺酸 (Valine)。此類疏水性隨著支鏈長度增加而增加。

親水性 (極性) 支鏈的胺基酸：

具有與其他分子 (如水) 形成氫鍵之官能基。如具有羥基 ( $-\text{OH}$ ) 的絲胺酸 (Serine) 與酪胺酸 (Tyrosine)，天門冬胺酸 (Aspartic acid) 與麩醯胺 (Glutamine) 的醯胺基 ( $-\text{CO}-\text{NH}_2$ )，半胱胺酸 (Cysteine) 因具有硫醇基 ( $-\text{SH}$ ) 也具極性。

正價電荷支鏈 (pH 接近 7 時)：

其中包括離胺酸 (Lysine)、精胺酸 (Arginine) 與組胺酸 (Histidine)。

負價電荷支鏈 (pH 接近 7 時)：

包含天門冬胺酸 (Aspartic acid) 與麩醯胺 (Glutamine)。

## II. 胺基酸與呈味

游離胺基酸是重要的呈味物質，胺基酸與食品風味的關係最早可以追溯到 1908 年由 Ikedo 所發現的麩胺酸鈉 (Monosodium glutamate; MSG)，即為現今所俗稱的味精。MSG 是典型的鮮味物質代表。而數年來許多研究者致力各種方法，如萃取 (Extraction)、發酵 (Fermentation) 與各種化學合成的方法生產呈味胺基酸並尋求加強與改善其營養分的天然呈味特性 (Kirimura *et al.*, 1969)。而第一個經由商業製造的麩胺酸鈉於 1956 年由日本利用微生物發酵所產生的麩胺酸，並大量生產 (Win, 2008)。

## III. 影響胺基酸呈味之因素

### (I) 閾值 (Threshold value) 與品嚐深度

閾值 (Threshold value) 為胺基酸能被感受到之最低濃度，濃度越低即代表味道越容易被品嚐出來。而品嚐深度與閾值兩者關係密切，若品嚐深度越高即代表風味強度很高，會抑制其他較弱的風味表現 (黃, 1997)。表五為各種胺基酸之閾值與呈味特性

### (II) 胺基酸濃度

胺基酸的物性及濃度均會影響呈味特性。Kirimura *et al.* (1969) 比較 L-Ala 濃度與與固液狀態之呈味特性。結果顯示高濃度 (5g/dL) 之水溶液有較高之品嚐深度，但呈味較單一；而低濃度溶液呈味則趨於 80% 的甜味 (Sweet taste) 和 20% 似 MSG 的鮮味表現。

### (III) 胺基酸形式

Solms *et al.* (1965) 及 Solms (1969) 均指出胺基酸之形式不同 (D-form; L-form) 在呈味表現有顯著差異，如表 13 所示。

#### IV. 影響肌肉中游離胺基酸含量之因素

肌肉中的胺基酸分為結合的 (Bound) 與游離的 (Free)。一般來說結合的胺基酸含量在相同物種中差異並不大。但游離胺基酸則會因物種、品種、性別、年齡、貯存與熟成間有所差異。

##### (I) 物種

比較牛肉、豬肉與綿羊肌肉中之游離胺基酸含量發現在物種間游離胺基酸比例較無顯著差異，而魚肉與貓肉比例較為相近 (Jones, 1959; Macy *et al.*, 1964; Shewan, 1955; Tallan *et al.*, 1954)。但總游離胺基酸含量以牛肉最高，豬肉最低。不同物種所呈現出肉中含有不同之游離胺基酸其原因可歸咎於不同物種間之食性差異甚大，Dabrowska (1984) 指出餵飼不同組成之胺基酸飼糧，其胺基酸組成亦會反應於其肌肉中。

##### (II) 品種

井川 (1982) 在不同品種間豬隻胺基酸研究發現，鹿兒島之盤克夏種 (Kagoshima Berkshire, KB) 於背脊肉中有較高之總游離胺基酸含量，其次為漢普夏 (Hampshire, H)、藍瑞斯 (Landrace, L)、約克夏 (Yorkshire, Y) 與杜洛克 (Duroc, D)；而股二頭肌則仍 KB 最多，其次為 W、L、H、D。Flores *et al.* (1994) 指出不同品種之雜交豬游離胺基酸含量，品種間較無顯著差異，但含有杜洛克血統之豬隻有較低的 Arg 含量；而含有 White Belgium 之血統豬隻有較低的 Glu、Gln、Tyr、Arg、Ile、Leu。但仍有大部分的文獻指出品種對於肌肉中游離胺基酸含量並無顯著影響 (Koga *et al.*, 1983, 1985; Okitani *et al.*, 1986)；因此無法單以游離胺基酸含量解釋純種豬品評風味結果較佳 (Suzuki *et al.* 1991)。

##### (III) 年齡

一般來說，禽畜的年齡與肌肉中游離胺基酸含量呈現正相關。雖總游離胺

基酸量隨年齡增加而增加，但每一種的胺基酸含量變化不一，如 Usborne(1970) 指出不同體重對於豬肉中游離胺基酸之影響，結果發現隨著體重的增加，其肌肉中之 Thr、Val、Met、Ile、Leu、Phe 與 His 含量亦增加，但 Ala 與 Gly 含量則下降。黃(1997)指出黑毛豬之里脊肉之個別胺基酸與總游離胺基酸含量，以 6.5 月齡組較高與 7.5 月齡與 12 月齡，但 Thr+Ser、Gly、Ala、Leu 與總游離胺基酸無顯著之差異。

#### (IV) 性別

大多數的文獻指出，性別對於肌肉中游離胺基酸含量並無一定之影響，Koga *et al.* (1985) 指出性別對於豬隻肌肉游離胺基酸之影響不論是純種或其雜交豬皆並未因性別而有所影響。Okitani *et al.* (1986) 亦有類似之結果。Okitani *et al.* (1986) 指出閹公豬與女豬只有在背脊肉中 Pro 含量具有差異。Koga *et al.* (1983) 指出不論是否於飼糧中有無添加甜馬鈴薯粉，性別對於游離胺基酸含量並無顯著之影響，不過閹公豬之里脊肉較女豬有較高之 Car、Ala 和 Thr 之趨勢 ( $P>0.05$ )；而女豬於股二頭肌含較高量之 Car 與 Ala 之趨勢 ( $P>0.05$ )。

#### (V) 貯存與熟成條件

過去的研究指出，不論是在貯存或熟成期達 6 週以上，肌肉中游離胺基酸含量皆會增加 (Colombo, 1958; Motoc and Banu, 1968; Niewiarowicz *et al.*, 1978)。但貯存溫度越低，游離胺基酸總量增加較少，如貯存於 4°C 者少。Cornet and Bousset (1990) 指出豬隻屠後貯存於 4°C，30 分鐘至 48 小時游離胺基酸含量並無顯著差異，即短期貯存並不影響游離胺基酸之含量。

#### (4) 嫩度

##### I. 嫩度對於食肉品質之重要性

消費者對於食肉品質的好壞與肉品接受度之因素包括肉的色澤、風味、多汁性與嫩度等，其中嫩度為決定食肉品質優劣之極重要因素，且為最容易感受

之感官特徵(Boleman *et al.*, 1997)。以下皆逐一探討影響屠前之食肉嫩度因素，其中包括畜種、品種、年齡與肌肉內脂肪含量等。

## II. 影響嫩度之因素

### (I) 畜種與品種

不同種類的動物肌肉因肌肉組織的質地有所差異，故進而導致柔嫩度有極大差異，例如：牛肉的肌纖維較粗，其次為羊肉、豬肉。黃(2002)指出動物在出生後即增長肌纖維的直徑與長度因而增加體積，因此不同的動物其生長速度與體型皆有所差異，進而影響其食肉嫩度表現。且即使同物種間不同品系，其肌肉組織也有所差異，因此造成食肉嫩度的不同。Susilo(2007)比較不同品種豬種與加熱溫度於背最長肌之質地分析，結果發現隨著加熱溫度增加嫩度與彈性評分較佳，而其中杜洛克豬有較藍瑞斯豬與約克夏豬佳之嫩度與彈性評分。

### (II) 年齡

食肉之嫩度表現會因動物體生長速率不同有所差異。生長速率較快之牛隻，其腿肉表現較低之剪力值(Thu, 2006)。且肥育速度越快之牛隻，其嫩度亦隨之提升(Calkins *et al.*, 1983)。林(1987)指出，較年幼之動物體其結締組織之交叉結構(Cross-linkage)顯著較少，因此其嫩度表現較佳。Field *et al.*(1971)指出，牛肉中膠原蛋白質(為結締組織主要成分)含量，年幼者少，其肉質較軟，隨年齡成長含量漸增而使肉質相對較硬。Cooper *et al.*(1970)的研究報告指出，相同飼養環境的藍瑞斯種豬(Swedish Landrace pigs)，飼養月齡大的豬隻相對於飼養月齡少的豬隻其肌纖維直徑較大，且在剪力值(Shear value)上飼養月齡大者其剪力值較高。

### (III) 肌內脂肪含量

Ramsey *et al.*(1990)指出，肌肉內脂肪含量越多，剪力值表現越低。而

Davis *et al.* (1979) 認為脂肪含量能影響食肉嫩度之原因可能是由於脂肪組織與結締組織呈交叉狀分布，因此脂肪含量的增加可能會降低結締組織的物理強度，進而達到降低食肉之剪力值。以牛為例，牛背最長肌 (*Longissimus dorsi*) 較半腿肌 (*Semi tendinosus*) 和半膜樣肌 (*Semi membranous*) 柔嫩，這是因為不同部位脂肪含量不同的關係 (Course *et al.*, 1991)。

#### (IV) 飼養方式

Course *et al.* (1991) 指出用青草餵飼白面牛 (Heifer)，其肌肉嫩度要比用穀物餵飼來的高。而高溫、吵雜、長途運輸、飼養管理不當、追趕和絕食對家畜都會造成緊迫，熱緊迫 (38°C) 易造成雞胸肉硬化 (Ouali *et al.*, 1990)，而冷刺激 (4°C) 對肉的嫩度亦有不利的影響 (Wood and Richards, 1975)。Ramsey *et al.* (1990) 指出餵飼較高比例之穀物，其肌肉內脂肪含量較高，進而造成剪力值之降低。林 (1987) 亦指出，以玉米等穀物餵飼牛隻，會增加肌肉內脂肪含量，造成其肉質表現較草飼牛嫩。

表十一、一般胺基酸之名稱和縮寫

Table 11. Names and abbreviations of the common amino acids

二十種胺基酸的分類及性質：

分類	名稱	縮寫	R =	說明 (1)
唯一對稱 胺基酸	甘胺酸	Glycine	Gly (G) -H (構造最簡單)	極性
含飽和碳 氫基團	丙胺酸	Alanine	Ala (A) -CH <sub>3</sub>	N
	纈胺酸	Valine	Val (V) -C (C) -C	N*
	白胺酸	Leucine	Leu (L) -C-C (C) -C	N*
	異白胺酸	Isoleucine	Ile (I) -C (C) -C-C	N*
含芳香基 團	苯丙胺酸	Phenylalanine	Phe (F) -C-[C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ]	N*
	酪胺酸	Tyrosine	Tyr (Y) -C-[C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> ]-OH	P
	色胺酸	Tryptophan	Trp (W) -C-[indole]	N*
	組胺酸	Histidine	His (H) -C-[imidazole]	P*
含額外酸 基 (及其醯 胺)	天門冬胺酸	Aspartic acid	Asp (D) -C-COOH	P
	天門冬醯胺酸	Asparagine	Asn (N) -C-CONH <sub>2</sub>	P
	麩胺酸	Glutamic acid	Glu (E) -C-C-COOH	P
	麩醯胺酸	(Glutamine)	Gln (Q) -C-C-CONH <sub>2</sub>	P
含額外胺 基	離胺酸	Lysine	Lys (K) -C-C-C-C-NH <sub>2</sub>	P*
	精胺酸	Arginine	Arg (R) -C-C-C-[guanidine]	P*
含有醇基	絲胺酸	Serine	Ser (S) -C-OH	P
	蘇胺酸	Threonine	Thr (T) -C (OH) -C	P*
	OH-脯胺酸	Hydroxy Pro		P
含有硫	甲硫胺酸	Methionine	Met (M) -C-C-S-C	N*
	半胱胺酸	Cysteine	Cys (C) -C-SH	P
	胱胺酸 (3)	Cystine	-C-S-S-C- 雙硫鍵	Cys-Cys (2)
環狀的亞 胺酸	脯胺酸 (3)	Proline	Pro (P) (imino acid -C-C-C-)	N

(Stryer, 1988)

- (1) 打有\*者是人類的必需胺基酸，須由外界攝取。N, non-polar 非極性；P, polar 極性。
- (2) 兩分子胱胺酸 (Cys) 以雙硫鍵連成二元體 (雙胱胺酸)。
- (3) 這兩個胺基酸對蛋白質的立體構造有很大的影響。

表十二、各種胺基酸之閾值與呈味特性

Table 12. Threshold values and organoleptic characteristics of amino acid

胺基酸	刺激閾 (mg/100ml)	辨識閾 (mg/100ml)	呈味特徵				
			鹹	酸	甘	苦	甜
L-Ala	60	10			+++		
L-Asp Na	100	20	++				++
Gly	110	10			+++		
L-Glu	5	20	+	+++			++
L-Glu Na	30	10			+		+++
L-His HCl	5	35	+	+++		+	
L-Ile	90	15			++	+++	
L-Lys HCl	50	20				++	+
L-Met	30	15				+++	+
L-Phe	150	20				+++	
L-Thr	260	7			+++	+	
L-Try	90	10				+++	
L-Val	150	30			+	+++	
L-Leu	380	10				+++	
L-Arg	10	20				+++	
L-Hypro	50	35			+++	++	
L-Pro	300	50			+++	+++	
L-Ser	150	15			+++		+
L-Cit	500	20			++	++	
L-Glu(NH)	250	30			+		+
L-Arg HCl	30	30			+	+++	
L-Orn	20	20			+	++	
L-His	20	50				++	
L-Asp	3	30			+++		+
L-Asp(NH)	100	30			+++	+	

(太田，1990)

表十三、胺基酸於 0.3% 水溶液<sup>a,b</sup> 之呈味

Table 13. Taste of amino acid in 0.3% aqueous solution<sup>a, b</sup>

Amino Acid	Taste	
	L-Form	D-Form
Group 1. Amino Acids Without Taste		
Arginine	Flat	Sl.Sweet (D,L)
Aspartic Acid	Flat	Flat
Isoleucine	Flat	Flat
Lysine	Flat	Flat
Proline	Flat, Sl. Sweet	Flat (D, L)
Serine	Flat	Flat
Threonine	Flat	Flat
Glutamic Acid		Flat
Group 2. Amino Acids With Varying Taste		
Cysteine	Sulfurous	Sulfurous (D, L)
Glutamic Acid	Unique, Glutamate	
Methionine	Sulfurous, Meaty Sl.	Sulfurous, Meaty Sl.
	Sweet	Sweet
Group 3. Amino Acids With Varying Taste ( As Compared With Solutions Of Caffeine Or Sucrose )		
Alanine	Sweet, 0.54% Sucrose	Flat
Histidine	Flat	Sweet, 2.23% Sucrose
Leucine	Bitter, 0.011% Caffeine	Sweet, 1.30% Sucrose
Phenylalanine	Bitter, 0.069% Caffeine	Sweet, 2.20% Sucrose
Tryptophan	Bitter, 0.133% Caffeine	Sweet, 11.00% Sucrose
Tyrosine <sup>c</sup>	Bitter, 0.017% Caffeine	Sweet, 1.65% Sucrose
Glycine	Sweet, 0.45% Sucrose	

( Solms, 1969 )

<sup>a</sup>The amino acid marked(D, L)were not available in pure D-isomer form; therefore, the racemates were used in the tests.

<sup>b</sup>pH adjusted to pH 6.0 with NaOH or HCl.

<sup>c</sup>Due to the low solubility of tyrosine, the taste tests were conducted at elevated temperatures.

## 肆、材料與方法

### 一、試驗動物來源

本試驗豬隻共 370 頭純種豬，其中品種為杜洛克種 136 頭、藍瑞斯種 147 頭與約克夏種 87 頭。性別為閹公豬 171 頭、女豬 199 頭。並將豬隻以體重分級體重範圍為 90-130 kg 之間，分為四組每 10 kg 為一組。所有試驗豬隻均由台灣農畜產工業股份有限公司屠宰。

品種	性別	屠宰時活體重 (kg)			
		90.1-100	100.1-110	110.1-120	120.1-130
杜洛克	閹公豬	n=8	n=13	n=18	n=10
	女豬	n=15	n=29	n=26	n=17
藍瑞斯	閹公豬	n=14	n=27	n=31	n=12
	女豬	n=10	n=19	n=21	n=13
約克夏	閹公豬	n=6	n=12	n=11	n=9
	女豬	n=10	n=13	n=19	n=7

### 二、屠宰與屠體分切前測定流程

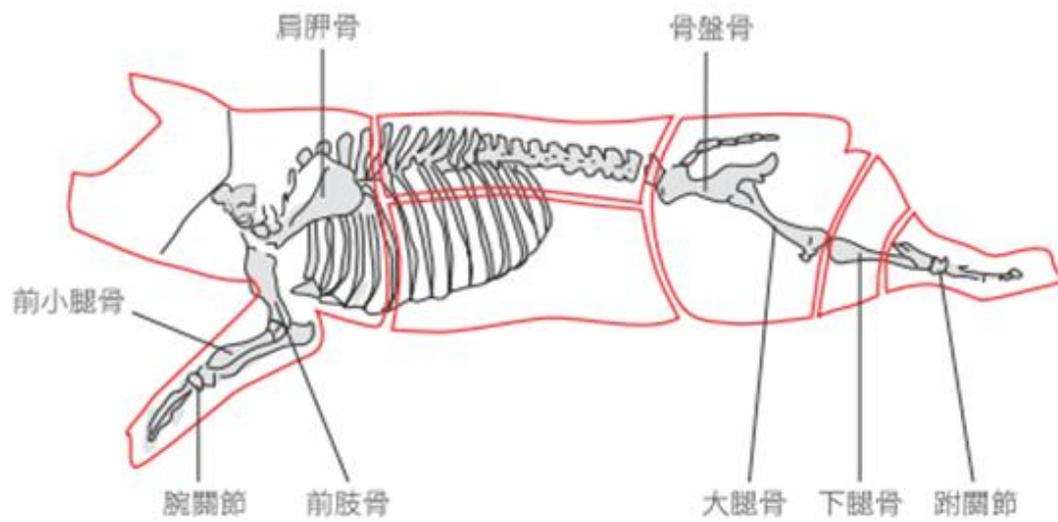
試驗豬隻依台灣豬隻屠宰流程進行屠宰，豬隻經繫留 24 小時後屠宰，屠宰前秤取豬隻活體重，經電昏、放血、燙毛、脫毛、沖洗與摘除內臟之流程後，將屠體剖半、秤取屠體重量（去頭），屠體經預冷（0-2°C）24 小時後量測其背最長肌與後腿肉之屠肉 pH 值，屠後一小時（pH<sub>1</sub>）與屠後 24 小時（pH<sub>24</sub>）。分切前量測屠體長度，與屠體之背脂厚度（第一肋、最後肋與最後腰椎）後，進行屠體分切與部位肉秤重。

### 三、屠體分切

依台灣肉豬屠體評級手冊（1988）所列方法，分切屠體，即：1. 從肩胛部第 4 肋與第 5 肋之間，與背中線呈直角切斷。2. 後腿部由最後與倒數第 2 腰椎之間，與背中線呈直角切斷。小里脊由恥骨前端之下方切斷，並順延小里脊之後端，切離取出。3. 背脊部與腹脇部由肋骨內面彎曲度最深處至腹脇外緣間之寬幅三分之一處，與背中線呈平行鋸斷。屠體經大部分切後，進行分切部位肉

秤重為屠體之前段瘦肉重（包含肩胛肉、前腿肉含腱肉重與零碎肉）、前段脂肪重與前段骨頭重。中段瘦肉重（包含背脊肉、小里脊肉與腹脇肉與零碎肉）、中段脂肪重與中段骨頭重。後段瘦肉重（後腿肉含腱肉重）、後段脂肪重與後段骨頭重。隨即進行細部分切肉秤重分成肩胛肉、背最長肌（背脊肉）、小里脊肉、前腿、後腿肉、腹脇肉，各部位均經去骨與修整外覆脂肪。其中將背最長肌由 10/11<sup>th</sup> 肋切開，取 10/11<sup>th</sup> 之後約兩肋厚度之背最長肌使其曝氣發色，並將腰眼面積繪至於描圖紙上以葉面積儀（Planix-5000, Tamaya, Japan）估算其面積。待所有分切部位肉秤重完畢後，依據美國豬肉生產者協會肉色標準板 Pork Quality Standards, National Pork Producers Council, U.S.A.）對其進行肉色、大理石紋與緊實度之評分。並隨機挑選樣本立即低溫運送至東海大學畜產與加工實驗室進行真空包裝。取回之樣本進行成分分析、肉質測定與感官品評，試驗分組如下。

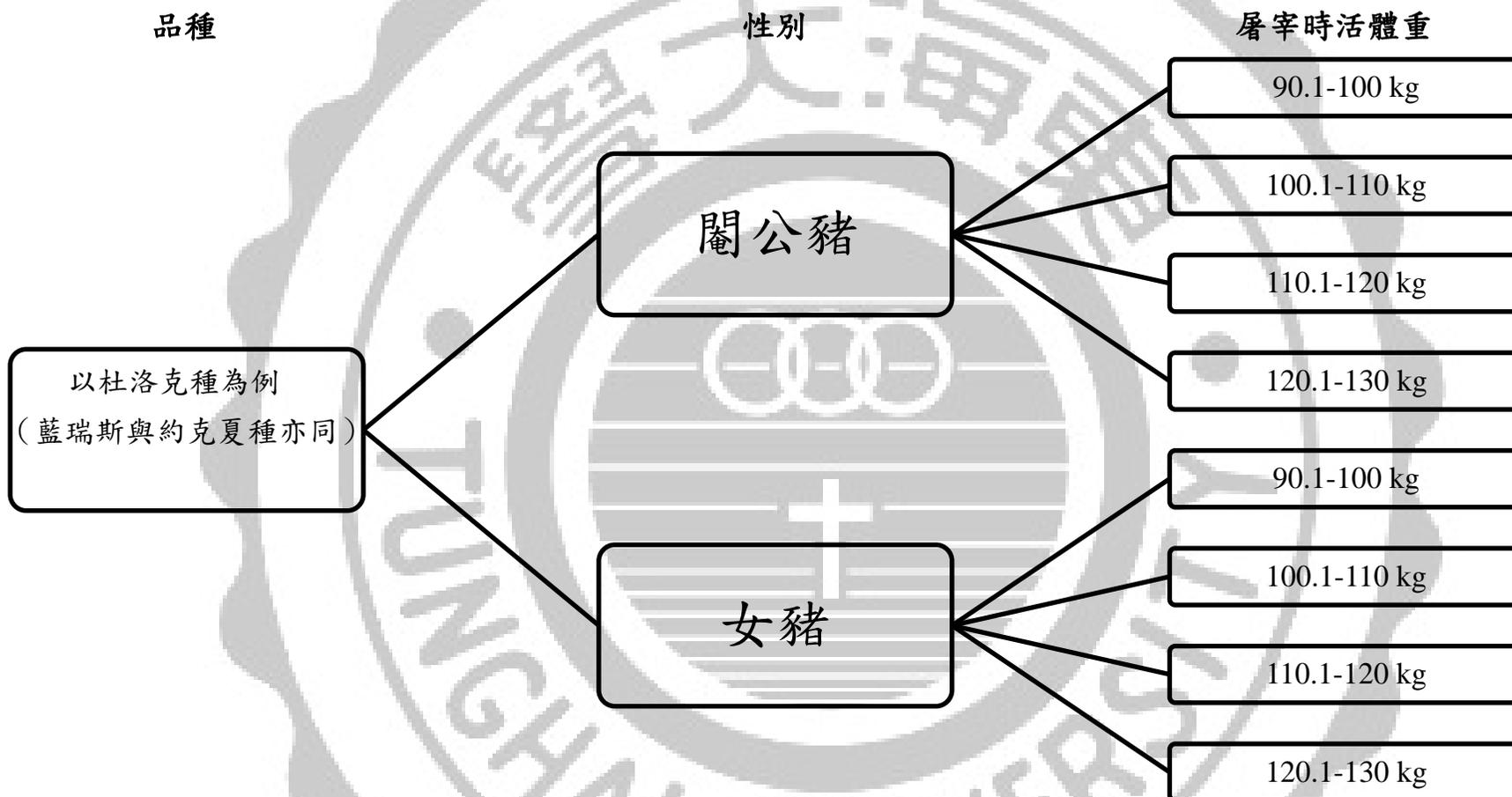
- i) 依照品種（杜洛克種、藍瑞斯種與約克夏種）、性別（閹公豬與女豬）與屠宰時活體重（90.1-100 kg、100.1-110 kg、110.1-120 kg 與 120.1-130 kg）進行屠體性狀測定、pH 值、保水性與一般成分分析。
- ii) 因考量現今豬隻屠宰時活體重約為 120 kg，為反映消費者所直接感受之食肉品質故隨機挑選屠宰活體重為 110 kg-120 kg 之豬隻，並依不同品種（杜洛克種、藍瑞斯種與約克夏種）與性別（閹公豬與女豬）進行區分。將背最長肌分切兩半厚度約 2 公分，分切位置如圖 6 所示。並以真空包裝袋包裝，一儲存於 4°C 冰箱（DEI-828, DATTIME）供肉色、大理石紋與緊實度分析，後再進行 CIEL\**a*\**b*\* 色澤分析、蒸煮失重、熟肉剪力值、熟肉質地分析與感官品評之測定。一儲存於 -20°C 冷凍供為脂肪熔點、核苷酸關聯物、胺基酸分析、脂肪酸分析與肌纖維切片。



圖二、豬隻屠體分切。

Fig. 2. Chart of pigs carcass cuts.

(方，2010)



圖三、試驗設計圖。

Fig. 3. Chart of experimental design.

370 頭純種豬

豬隻屠宰與預冷

1. 屠體重
2. 屠體長
3. 背脂厚度
4. 屠後一小時與二十四小時 pH 值

豬隻屠體分切

1. 分切部位肉重測量與 10/11<sup>th</sup> 腰眼面積量測。
2. 10/11<sup>th</sup> 肋肉色、大理石紋與緊實度評分。
3. 10/11<sup>th</sup> 肋一般成分分析與保水力測定

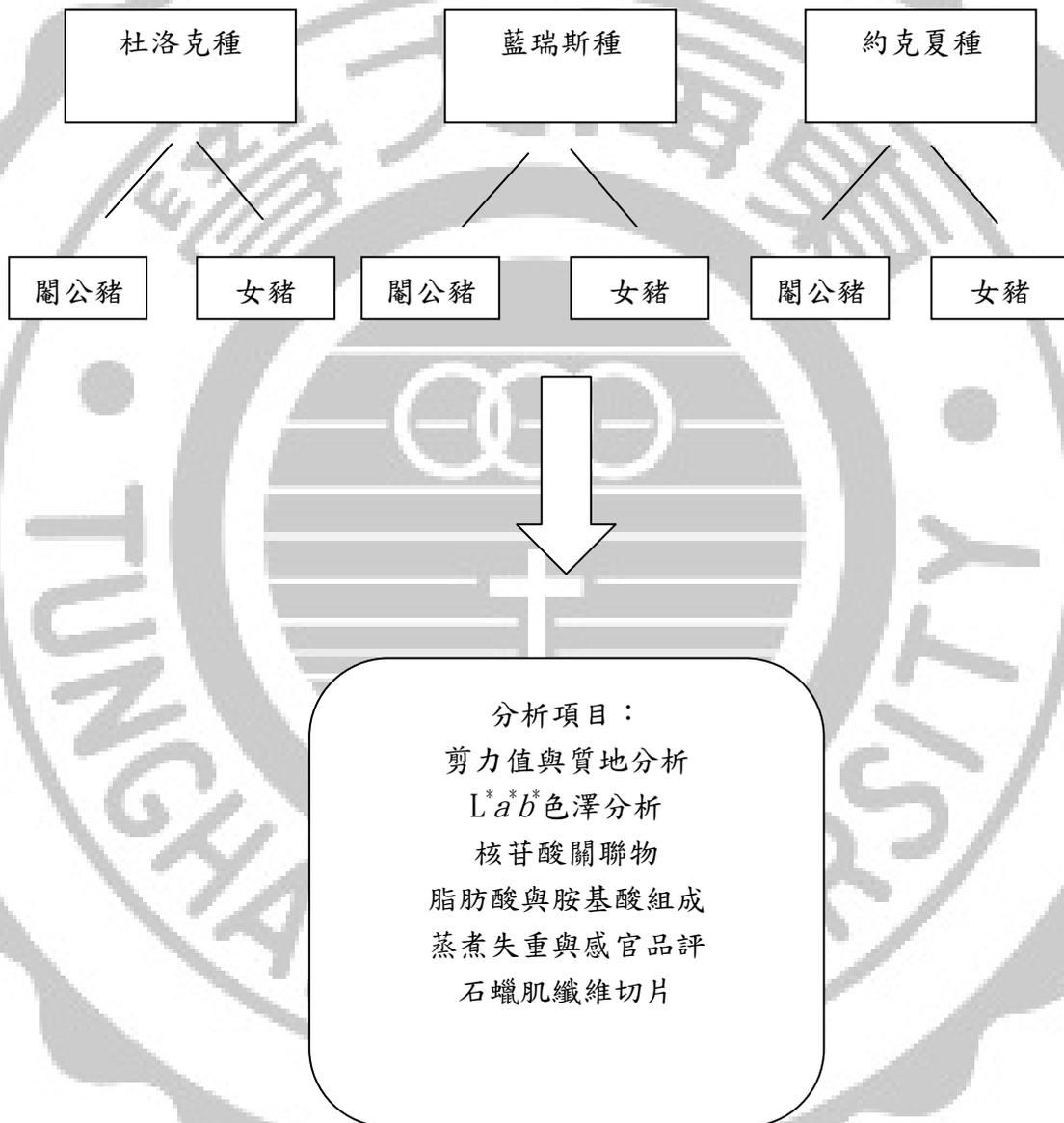
統計分析比較

品種、性別與不同屠宰時活體重對於屠體性狀之影響

圖四、屠體性狀測定試驗設計流程圖。

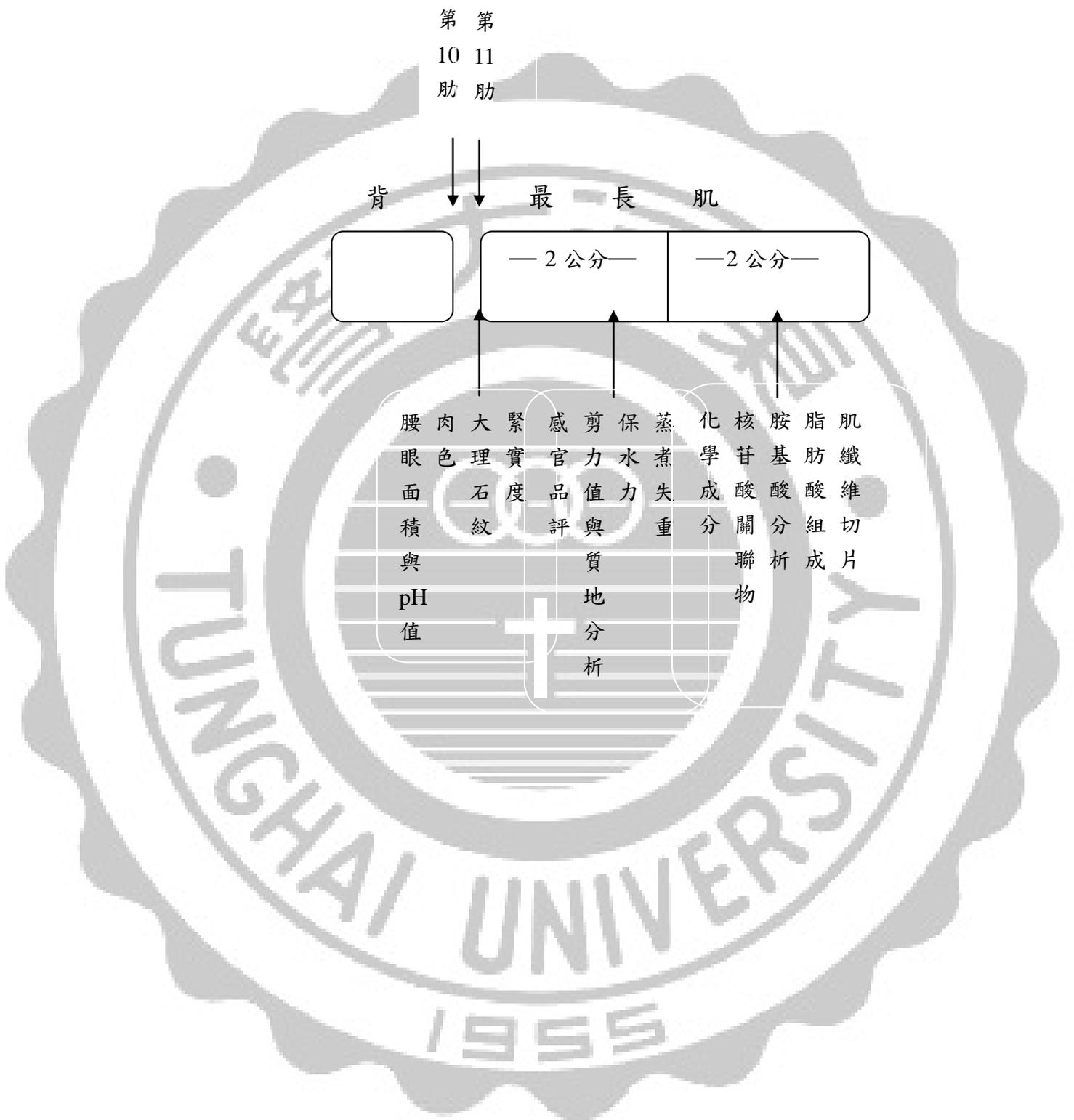
Fig. 4. Flow chart of carcass trait experimental design.

挑選體重為 110.1-120 kg 豬之樣本並將豬隻  
依照品種（杜洛克種、藍瑞斯種與約克夏  
種）、性別（閹公豬與女豬）。



圖五、肉質性狀測定試驗設計流程圖。

Fig. 5. Flow chart of meat quality experimental design.



圖六、測試樣本取樣位置圖。

Fig. 6. Sampling position of test sample.

#### 四、測定項目

##### i) 屠體性狀

###### (1) 活體重 (Live weight)

豬隻經繫留24小時後於屠前秤活體重量 (Ray, 2004)。

###### (2) 屠體重 (Carcass weight)

電昏放血、燙毛、脫毛及摘除內臟後秤取屠體重量 (公斤, Kg) (Ray, 2004)。

###### (3) 屠宰率 (Dressing yield)

屠宰率 (%) = (屠體重/活體重) × 100% (Ray, 2004)。

###### (4) 屠體長 (Carcass length)

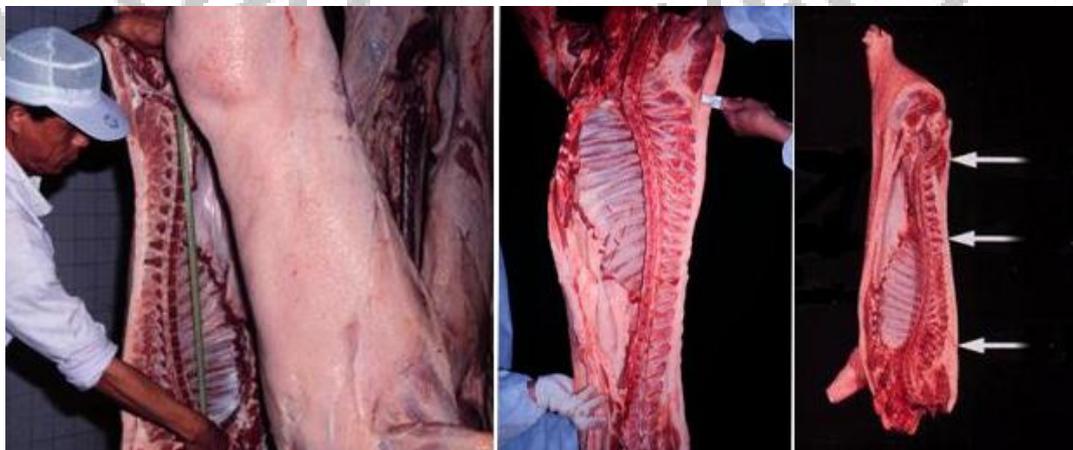
自第1肋骨至恥骨前端之長度 (公分) (Ray, 2004)。

###### (5) 背脂厚度 (Backfat thickness)

屠體包含皮厚度，分別測取第1肋、最後肋及最後腰椎之椎骨脊突起處，自結締組織邊緣量起至脂肪外層止垂直厚度之平均值，單位為公分 (Ray, 2004)。

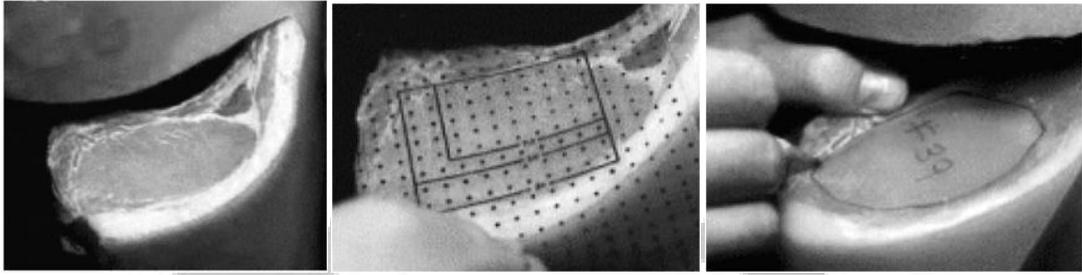
###### (6) 腰眼面積 (Loin eye area)

於背最長肌之10/11<sup>th</sup>肋切開之橫切面以描圖紙繪之，再以葉面積儀 (Planix-5000, Tamaya, Japan) 測定面積，單位為cm<sup>2</sup> (Ray, 2004)。



屠體長

背脂厚度



### 腰眼面積

#### (7) 前段部位重

依據Pulkrábek (2006) 方法修改之，以肩胛肉、前腿肉（含腱肉）、臉頰肉為主，並加總碎肉後為前段瘦肉重。脂肪總重為前段脂肪重。骨頭總重為前段骨頭重。

#### (8) 中段部位重

依據Pulkrábek (2006) 方法修改之，以腹脇肉、背脊肉（背最長肌肉）、小里脊肉為主，並加總碎肉後為中段瘦肉重。脂肪總重為中段脂肪重。骨頭總重為中段骨頭重。

#### (9) 後段部位重

依據Pulkrábek (2006) 方法修改之，以後腿肉（含腱肉）為主，並加總碎肉後為後段瘦肉重。脂肪總重為後段脂肪重。骨頭總重為後段骨頭重。

#### (10) 大部分切重 (Weight of primal cuts)

依據Pulkrábek (2006) 方法修改之，以肩胛肉、前腿肉、後腿肉、背脊肉、小里脊肉、腹脇肉六個部位肉經零脂肪規格修整後之瘦肉重。

#### (11) 瘦肉率 (Lean percentage) (%)

依據Pulkrábek (2006) 方法修改之， $[(\text{前段瘦肉重} + \text{中段瘦肉重} + \text{後段瘦肉重}) / \text{屠體重}] \times 100$

#### (12) 背最長肌 (背脊肉) 肉色 (Color)

取背最長肌10/11<sup>th</sup>肋切開處之肉片樣品約1.5-2 cm厚，置於盤中20分鐘後再由受過品評訓練之東海大學畜產與生物科技學系碩士班學生6名擔任品評員，

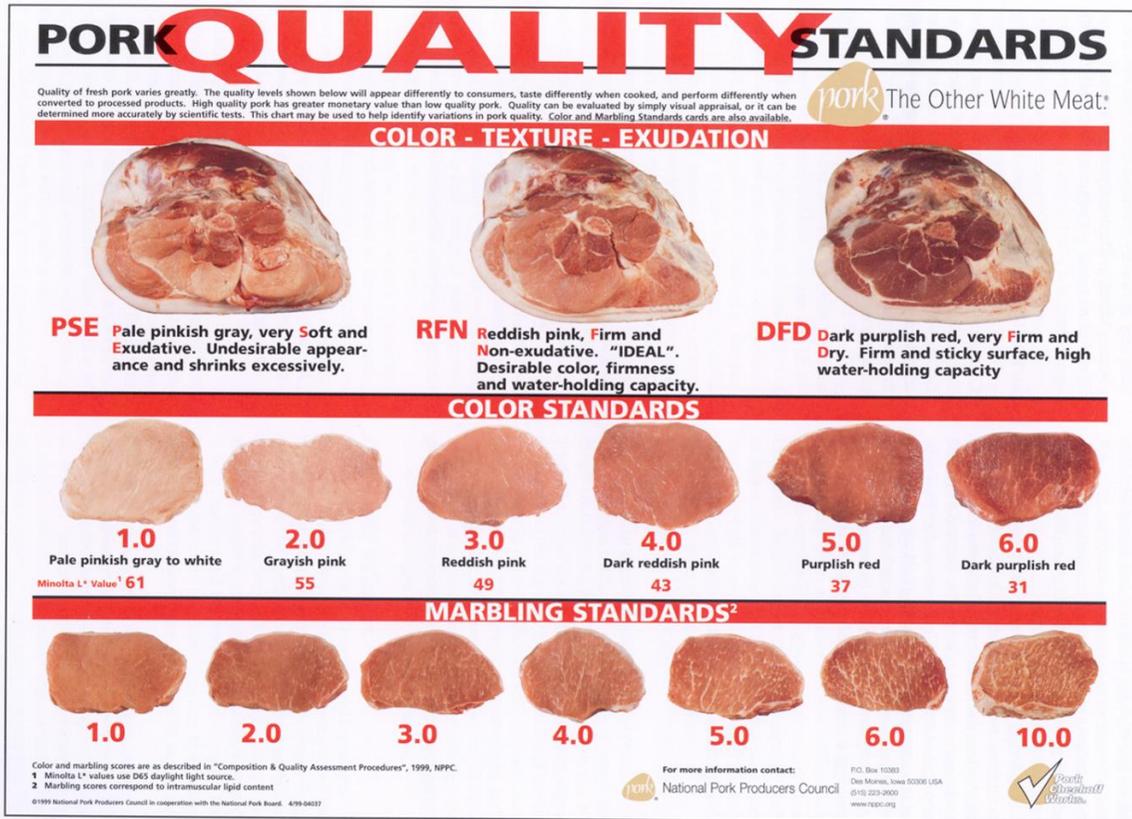
以美國豬肉生產者協會肉色標準板（Pork Quality Standards, National Pork Producers Council, U.S.A.）判讀，以1-6分表示，數值低表示淡色，數值高表示深色。

（13）大理石紋（Marbling）

測定肉色評分之樣本同時再由受過品評訓練之東海大學畜產與生物科技學系碩士班學生6名擔任品評員，以美國豬肉生產者協會肉色標準板（Pork Quality Standards, National Pork Producers Council, U.S.A.）判讀大理石紋，以1-10分表示，數值低表示肉中肌內脂肪含量少，數值高表示肌內脂肪含量多。

（14）緊實度（Firmness）

測定肉色評分之樣本同時再由受過品評訓練之東海大學畜產與生物科技學系碩士班學生6名擔任品評員，以美國豬肉生產者協會肉色標準板（Pork Quality Standards, National Pork Producers Council, U.S.A.）判讀緊實度，以1-5分表示，數值低表示肉緊實度越差，數值高表示緊實度越佳。



圖七、美國豬肉生產者協會豬肉品質標準板。

Fig. 7. National Pork Producers Council Pork Quality Standards.

(National pork producers council, 1999)

## ii) 肉質性狀

### (1) 一般成分分析 (Proximate analysis)

依 A.O.A.C (1986) 方法，分別對於處理之產品做水分、粗蛋白、粗脂肪與灰分之重量百分比分析。每個處理均重複三次。

### (2) 酸鹼值 (pH 值)

屠體分別於屠後一小時 (pH<sub>1</sub>) 與屠後二十四小時 (pH<sub>24</sub>) 分別以 pH meter (TS-2, Suntex, Taiwan) 測定背最長肌與後腿肉之 pH，背最長肌量測位置於 10/11<sup>th</sup> 肋之間；後腿肉量測位置於半膜樣肌之間，量測時先以尖刀刺入 3-5 cm，插入 pH meter，至穩定時讀取數值。

### (3) 保水力 (Water-holding capability)

依 Ockerman (1985) 之方法測定之。取 0.5 克豬之背最長肌樣品，置於濾紙 (9 公分, Whatman No. 1)，濾紙必須事先放置於飽和氯化鉀之密閉器皿中 24 小時以上。將取好之樣品置於兩塊壓克力板間，以 500 psi 之壓力壓一分鐘後取出。將內圈與外圈面積標記，以葉面儀 (Planix-5000, Tamaya, Japan) 計算內圈以外圈面積，並帶入下列公式。WHC (%) = 1 - 游離水 (%)。

$$\text{游離水 (\%)} = (\text{外圈面積} - \text{內圈面積}) / \text{取樣樣本全部含水量} \times 100$$

### (4) 蒸煮失重率 (Cooking loss)

將去除表面筋膜之背最長肌順肌纖維走向平行將肉橫切成 2 cm 厚，生鮮肉秤重後，利用已預熱之電烤盤 (Barbecue 1850, TEFAL, France) 起初以 10 分鐘翻面雙面各一次後，後續以 5 分鐘翻面加熱至中心溫度 68°C (中心溫度會緩慢升至 72°C 達全熟溫度)，取出肉片以吸水紙吸乾表面水分再秤重，加熱前重減去加熱後重再除以加熱前重，即為蒸煮失重率。

### (5) 色澤 (CIEL\**a*\**b*\*)

將樣品切成 1 cm 厚度後，放置於色差儀 (Color and color difference meter, Model TC-1500SX, Tokyo Denshoku, Japan) 上直接測定其表現色澤差異。記錄

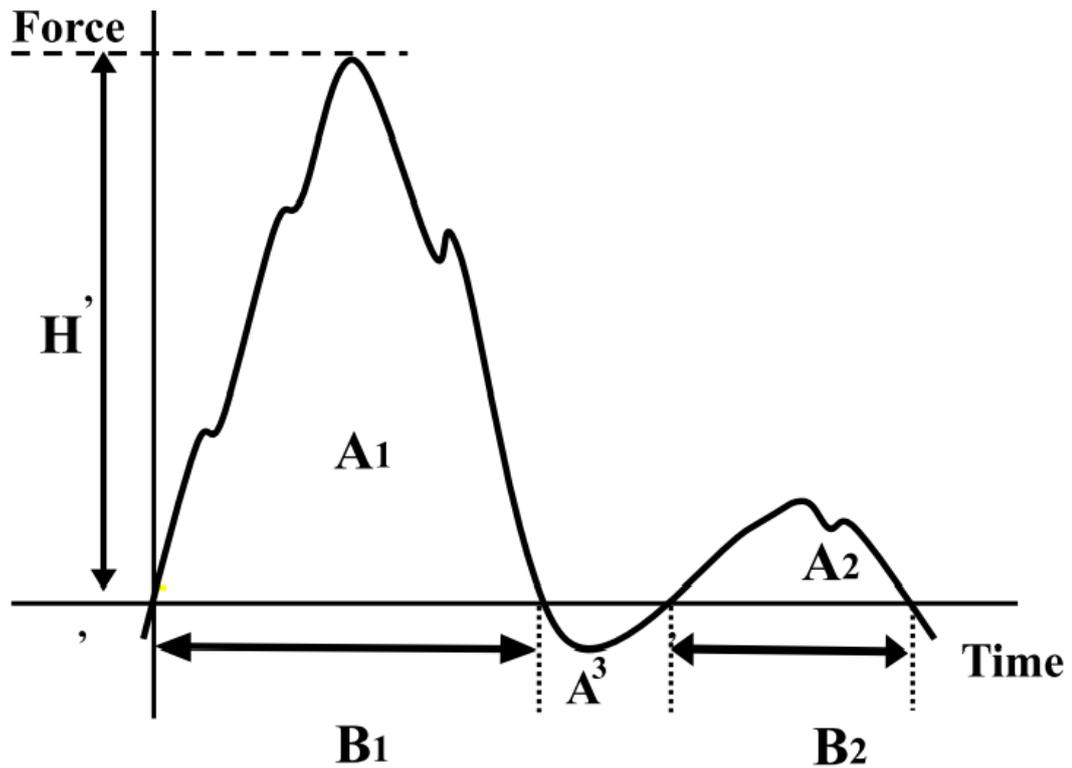
其表面之亮度值 ( $L^*$ )、紅色值 ( $a^*$ ) 與黃色值 ( $b^*$ )，每個樣品均隨機測定其觀察點，共重複測定六點。 $L^*$  value 越高代表其表現越光亮， $a^*$  value 正值為紅色度，負值為綠色度， $b^*$  value 正值為黃色度，負值為藍色度。

(6) 剪力值 (Shear value)：

樣品利用已預熱之電烤盤 (Barbecue 1850, TEFAL, France) 起初以 10 分鐘翻面雙面各一次後，後續以每 5 分鐘翻面加熱至中心溫度  $68^{\circ}\text{C}$  (Digital Thermometer PDT300, UK)，再將樣品切成  $2\times 1\times 1$  (長 $\times$ 寬 $\times$ 高)  $\text{cm}^3$  大小，以物性分析儀 (Texture analyzer TA-XT-plus, Stable Microsystem, England) 配合附件 HDP/BS 之刀型模具接觸 (模擬門齒咬切)，對樣品進行模擬咬切實驗，測定咬切之最大抗力值 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )。

(7) 質地描述試驗 (Texture profile analysis)

樣品經過固定時間加熱後，將樣品切成  $2\times 1\times 1$  (長 $\times$ 寬 $\times$ 高)  $\text{cm}^3$  大小後，以物性分析儀 (Texture analyzer TA-XT-plus, Stable Micro System, England) 配合附件 HDP/BS 之鈍型模具接觸 (模擬白齒咀嚼)，測定硬度、內聚性、彈性、咀嚼性。產品質地影響嗜口性甚鉅，剪力值普遍用於代表食肉之客觀嫩度，但剪力值所呈現的單一抗力值，僅類似門齒之咬切型態，因此並無法完整描述樣本的質地特性 (楊，1992)。故以質地描述分析並配合剪力值分析客觀測定食肉之組織咬感之差異。而試驗依照 Gomez-Guillen and Montero (1996) 與楊(1992)的方法修改分析之。以  $10\text{mm}/\text{sec}$  之速度為測定探頭之移動速度 (Test speed)，測定時擠壓高度 (Strain) 設定為樣本高度的 75%，所得之結果以時間對力量作圖，測定產品之硬度 (Hardness)、彈性 (Elasticity)、內聚性 (Cohesiveness) 與咀嚼性 (Chewiness)。圖 8 為產品質地描述分析試驗時的抗力曲線參考圖。



硬度 (Hardness) :  $H$  (第一次擠壓樣品所繪成的抗力曲線的最高距離)。

內聚性 (Cohesiveness) =  $A2/A1$  (兩次擠壓所繪成的抗力曲線所圍成面積)。

彈性 (Elasticity) =  $B2/B1$  (兩次擠壓樣品所需花的時間)。

咀嚼性 (Chewiness) =  $H \times (A2/A1) \times (B2/B1)$

圖八、質地描述分析之標準抗力曲線。

Fig. 8. Standard curve of texture profile analysis.

(Szczesniak, 1975)

## (8) ATP 關聯物含量(ATP-related compounds content)

依 Crescentini and Stocchi (1984) 與 Seewald *et al.* (1993) 之方法修改測定之。

### 1. 藥品配製

- a.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  磷酸鹽緩衝液 (pH=6.0): 以 0.1M 之  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (林純藥) 使用 0.1M  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  (林純藥) 調整 pH 值。
- b.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  磷酸鹽緩衝液(pH=4.0): 以 0.1M 之  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ (林純藥)使用 0.1M  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (島久藥品) 調整 pH 值。
- c.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  磷酸鹽緩衝液 (pH=7.6): 以 0.1M 之  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (林純藥) 使用 0.1M  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  (林純藥) 調整 pH 值。
- d. 0.6N 過氯酸: 取 70% 過氯酸配製 0.6N 之過氯酸溶液。

### 2. 標準品配製

標準品 ATP、ADP、AMP、IMP、CMP、GMP、UMP、INO 與 HYP (Sigma) 以 pH=6.0 之磷酸鹽溶解，每種標準品濃度為 0.5mg/ml。

### 3. 試驗方法

取 5 克僵直後之肌肉組織樣品加入 25 毫升 0.6N 之過氯酸均質混合 1 分鐘，均質液以 Whatman No. 1 濾紙過濾，續以去離子水沖洗定量至 100 毫升。將 5 毫升濾液加入 5 毫升 pH=7.6 之磷酸鹽緩衝液混合，靜置 30 分鐘，再以 0.22 $\mu\text{m}$  (Millipore) 濾膜過濾。濾液放置於微量離心管中，儲存於 -80 $^{\circ}\text{C}$  備用。

### 4. HPLC 之分析條件

實驗所使用之高效能液相層析儀 (L-6200, Hitachi, Japan) 分析，使用微量注射器取 25 $\mu\text{l}$  濾液注入檢測器(L-4200, Hitachi, Japan)，設定波長為 254nm，分離管柱為 RP-18 (關東，日本)，訊號處理以層析數據處理系統 (Quick Chrom., SISC, USA) 計算處理其波峰面積。

### a. 流洗液配製與條件

流洗液 A:  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  磷酸鹽緩衝液 (pH=4.0)

流洗液 B:  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  磷酸鹽緩衝液 (pH=4.0) 含 10% Methanol (Mallinckrodt)。

所有溶劑皆以去離子水配製，0.22 $\mu\text{m}$  (Millipore) 濾膜脫氣過濾。

### b. 移動相流速與梯度

時間 (min)	A (%)	B (%)	流速 (ml/min)
0	100	0	0.6
4	100	0	0.6
13	0	100	0.6
14	100	0	1.0
24	100	0	0.6

### (9) 游離胺基酸含量 (Free amino acid content)

依 Knecht and Chang (1986) 所述之方法測定之。

#### 1. 試藥配製

##### (1) Dabsyl-Cl 衍生劑 (4mM Dabsyl-Cl buffer):

取 26mg Dabsyl-Cl (4-dimethylaminoazobenzene-4'-sulfonylchloride) 溶於 20ml 氫甲烷 (acetonitrile)。

##### (2) 碳酸氫鈉緩衝液 (100mM $\text{NaHCO}_3$ buffer, pH=8.3)

取 4.2g  $\text{NaHCO}_3$  (島久藥品) 溶於去離子水中，並定量至 500ml，以 1N HCl 與 1N NaOH 調整 pH 值至 8.3，保存時間以一周為限。

##### (3) 磷酸鹽緩衝液 (50mM $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ buffer, pH=7.0)

取 3.55g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶於去離子水中，並定量至 500ml，以 1N HCl 與 1N NaOH 調整 pH 值至 7.0，取磷酸鹽緩衝液與乙醇 1:1 比例混合稀釋。

##### (4) 醋酸鈉緩衝液 (25mM $\text{CH}_3\text{COONa}$ buffer, pH=6.5):

取 2.0508g  $\text{CH}_3\text{COONa}$  並加入 40 ml N, N dimethyl formamide，並以去離子

水定量至 1L 以 1N HCl 與 1N NaOH 調整 pH 值至 6.5，以 0.22 $\mu$ m(Millipore) 濾膜過濾。

## 2. 分析條件

(1) 管柱型號：RP-18 (關東，日本)

(2) 管柱規格：5 $\mu$ m，200 $\times$ 4.6mm

(3) 移動相 (mobile phase)

A：醋酸鈉緩衝液 (25mM CH<sub>3</sub>COONa buffer, pH=6.5)

B：氰甲烷 (acetonitrile; CH<sub>3</sub>CN)

分析波長：436 nm

### 移動相流速與梯度

時間 (min)	A (%)	B (%)	流速 (ml/min)
0	85	15	1.0
20	60	40	1.0
32	30	70	1.0
34	30	70	1.0
36	85	15	1.0

## 3. 標準品配製

### 取胺基酸標準品

Arginine (Sigma)、Aspartic Acid (Sigma)、Anserine (Sigma)、Carnosine (Sigma)、Glutamic Acid (Sigma)、Glycine (Sigma)、Glutamic Acid (Sigma)、Histidine (Sigma)、Isoleucine (Sigma)、Lysine (Sigma)、Leucine (Sigma)、Methonine (Sigma)、Phosphoserine (Sigma)、Phenylalanine (Sigma)、Threonine (Sigma)、Tyrosine (Sigma)、Tryptophan (Sigma)、Taurine (Sigma)、Serine (Sigma) 與 Valine (Sigma)

以去離子水溶解後配製成 1mg/ml 之標準溶液。

#### 4. 樣本之前處理

將肌肉組織絞碎後，取 30 克絞肉加入 60 毫升去離子水均質，於 4°C 下高速離心 10000 rpm 30 分鐘，取上清液並以 Whatman No.4 濾紙過濾。濾液以沸水加熱 10 分鐘，使蛋白質變型與沉澱，至室溫冷卻，再以 4°C 2000rpm 離心 10 分鐘，在使用 Whatman No.4 濾紙過濾。此肉品萃取液取 25 $\mu$ l、去離子水 25 $\mu$ l、50 $\mu$ l 的 100Mm NaHCO<sub>3</sub> buffer 的 4mM Dabsy-Cl 試劑，混合均勻於 72°C 水浴 15 分鐘。水浴後加入 700 $\mu$ l 的 NaHPO<sub>4</sub> 混合均勻，最後以 0.22 $\mu$ m 過濾膜過濾。

#### (10) 脂肪酸組成 (Fatty acid composition)

依據 Sukhija *et al.* (1988) 方法測定之。

##### 1. 試藥配製

- a. 苯 (Benzene)
- b. Methanolic HCl: 將 10ml 的乙醯氯 (acetyl chloride) (Fluka) 與 100ml 之無水甲醇 (林純藥, 日本) 中混合。
- c. 6% (v/v) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Shimakyu)
- d. 無水硫酸鈉 (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

##### 2. 樣本前處理

將背長肌肌肉組織取下以冷凍乾燥機 (Labconco, USA) 進行冷凍乾燥。乾燥之樣本磨碎後進行採樣。取 0.3g 之肌肉組織，並將樣本置於離心管中，加入 2ml Benzene 與 3ml Methanolic HCl 均勻混合，70°C 水浴兩小時，冷卻至室溫，加入 5ml 6% (v/v) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 與 2ml Benzene 混合，後以低溫離心五分鐘，取上清液於微量離心管中，加入 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 貯存於 -80°C 中備用。

##### 3. GC 設定條件

實驗所使用氣相層機儀 (Trace GC ultra, Thermo, Finland) 進行分析，微量吸取器注射量為 1 $\mu$ l，檢測器為火焰離子檢測 (Flame ionization detector)，分離管柱為毛細管 (Rtx-2330, Restek, USA)，移動相氣體為 N<sub>2</sub> 流速為 1 ml/min，

split ratio 100 : 1，injector 溫度為 240°C，detector 溫度為 250°C。分析條件如下：oven 起始溫度為 160°C，之後以 2°C/min 速率升溫至 210°C，維持 15 分鐘。分析結果以脂肪酸標準品判讀對照。

#### (11) 脂肪熔點 (Melting point)

依 Ockerman (1985) 之方法測定之。將脂肪融化後放入毛細管 (0.8-1.1×100 mm) 中，將管口密封後放入冷凍使脂肪呈固態。將毛細管取出，附著在溫度計底部，並將毛細管及溫度計放入已裝水之試管中，緩緩加熱之。當脂肪自固態轉為液態時，顯示之溫度即為最初熔點，當脂肪繼續加熱至全部融化成透明狀時，顯示之溫度即為最終熔點。

#### (12) 肌纖維數量 (Muscle fiber number)

將肌肉組織修整為 0.2×0.2×0.2cm<sup>3</sup> 之立方體，並使用 10% 福馬林 (formalin) 浸泡 24 小時，並使用流水沖洗 24 小時，將組織浸泡於不同比例之酒精溶液 (50、70、80、85、90、100%) 並慢慢將其轉換浸泡於 Xylene，再將其由 Xylene 轉浸泡於石蠟中放置於包埋盒中進行石蠟包埋後放置於石蠟切片機上，切下之樣本並於展開槽將切片展開，放置於載玻片上，再以蘇木素與伊紅染色

(Hematoxylin-eosin stain, H&E stain)，並對染色後玻片進行封片。封片後以光學顯微鏡 400X 觀察並計算視窗內肌纖維數量。

#### (13) 感官品評 (Sensory evaluation)

依 Cardello *et al.* (1983) 方法品評之。將背脊肉切成 2cm 厚之肉排，利用已預熱之電烤盤 (Barbecue 1850, TEFAL, France) 起初以 10 分鐘翻面雙面各一次後，後續以 5 分鐘翻面加熱至中心溫度 68°C (Digital Thermometer PDT300, UK)，再將樣品切成 2×1×1 (長×寬×高) cm<sup>3</sup> 大小，由受過品評訓練之東海大學畜產與生物科技學系碩士班學生 6 名擔任品評員，對其顏色、氣味、嫩度、風味、多汁性、旨味及總接受度進行評分。評分採 9 分制，顏色為以肉眼觀測背脊肉色澤，1 為極淺，9 為極深；氣味為嗅覺評估背脊肉所具之味道，1 為極淡，9 為極強烈；

嫩度為以門齒咬切所需之力量，1 為極硬，9 為極軟；風味為咀嚼過程中感受之味道，1 為極淡，9 為極強烈；多汁性為以白齒咬切時，背脊肉中之水分與脂肪釋出而形成肉汁之程度，1 為極乾澀，9 為極多汁；旨味為在咀嚼過程中感受到背脊肉中所具之鮮甜味，1 為極不鮮甜，9 為極鮮甜；總接受度則是對品評的整體做統整評估，1 為極討厭，9 為極喜歡。

### 感官品評表

日期:

時間:

姓名:

樣本編號 項目								
顏色								
氣味								
嫩度								
多汁性								
旨味								
風味								
總接受度								

顏色	: 1 分為顏色極淺	9 分為顏色極深
氣味	: 1 分為氣味極淡	9 分為氣味極濃
嫩度	: 1 分為嫩度極硬	9 分為嫩度極軟
多汁性	: 1 分為極乾澀	9 分為極多汁
旨味	: 1 分為極不鮮甜	9 分為極鮮甜
風味	: 1 分為風味極淡	9 分為風味極濃
總接受度	: 1 分為極不喜歡	9 分為極喜歡

## 五、統計分析

本試驗採完全逢機試驗 (CRD) 之  $3 \times 2 \times 4$  複因子設計。以比較不同品種 (杜洛克, D、藍瑞斯, L、約克夏, Y)、性別 (閹公豬、女豬)、與活體重 (90.1-100、100.1-110、110.1-120、120.1-130kg) 對豬隻屠體性狀、一般成分分析與保水力之影響。並比較不同品種 (杜洛克, D、藍瑞斯, L、約克夏, Y)、性別 (閹公豬、女豬) 對於肉質性狀之影響。使用 SAS 統計分析系統 (Statistical analysis system, SAS, 2002) 以一般線性模式 (General linear models procedure, GLM) 分析, 並以最小平方平均值 (Least square mean, LSM) 測定法比較各處理組平均值之差異性。同時比較各屠體與肉質性狀間之相關性分析。此外, Robison (1976) 指出豬隻屠體瘦肉量與脂肪量於各階段之增長應呈曲線, 因此再利用各性狀相關係數二次迴歸分析探討非線性趨勢之關係, 其主要探討瘦肉率與大理石紋於不同屠宰時活體重與腰眼面積之二次曲線關係。Model:  $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_1^2$ 。  $\beta_0$  = 常數;  $\beta_1$  與  $\beta_2$  為迴歸係數。Y = 瘦肉率或大理石紋; X = 活體重或腰眼面積。

## 伍、結果與討論

### 一、不同豬隻品種、性別與屠宰時活體重對於屠體性狀之影響

#### 品種

比較杜洛克、藍瑞斯、約克夏於不同性別下屠體性狀之差異（表 14）。屠體性狀測定在豬種選育是重要的一環節，全世界眾多豬種中就屬杜洛克、藍瑞斯與約克夏分佈最普遍，而這三種也是養豬產業中最值得注意與影響最大之品系（King, 1991）。

表 14 顯示藍瑞斯有顯著較長的屠體長，而杜洛克較短（ $P < 0.01$ ）。而本試驗比較屠體長對瘦肉量與瘦肉率的相關性分析，可以發現屠體長對瘦肉量與瘦肉率呈顯著正相關（ $P < 0.05$ ），以杜洛克閩公豬為例（表 29）分別為 0.36 與 0.37（ $P < 0.05$ ），藍瑞斯與約克夏種亦呈現相似之結果（表 30 至表 34）。比較第一肋、最後肋與最後腰椎之背脂厚度，約克夏皆較杜洛克與藍瑞斯厚（ $P < 0.01$ ）。而針對背脂厚度與瘦肉率進行相關性分析可以發現第一肋、最後肋與最後腰椎背脂厚度與瘦肉率呈顯著負相關分別為 -0.33、-0.29 與 -0.38（ $P < 0.05$ ）（表 29）。腰眼面積上則以杜洛克面積較大，而約克夏面積較小（ $P < 0.05$ ）。針對腰眼面積對豬隻總瘦肉重進行相關分析，結果為 0.37 之顯著正相關（ $P < 0.05$ ）（表 29）。

豬隻品種對與其屠體性狀之影響，一直受飼養、加工與育種學者所關切。廖等（2002）比較不同品種豬隻之屠體性狀指出藍瑞斯有較長之屠體長，而藍瑞斯種有較長之屠體長可能與其具有肋骨對數較多有關（張等，1997）。豬隻屠體長不僅表示該豬的體型，更間接地表示豬隻瘦肉量之多寡，Cross *et al.*（1970）曾研究豬隻屠體性狀對於其脂肪、瘦肉與骨頭之關聯性，發現屠體長與瘦肉量呈正相關，因此為豬隻改良之重要經濟性狀。羅與黃（1995）認為豬隻測定背脂厚度之目的在於估測屠體瘦肉率，因此可以藉由分析背脂厚度與瘦肉率之體表型相關以決定測定背脂厚度點位置去進行屠體瘦肉率估測。石（2008）指出台灣黑豬背

脂厚度會隨著屠宰時活體重增加而隨之增加，而體脂肪率亦隨之提升。在過去的文獻亦指出隨著活體重的增加豬隻背脂厚度、腰眼面積及脂肪率均隨體重增加而增加 (Virgili *et al.*, 2003; Correa *et al.*, 2006)。腰眼面積常為肉豬屠體的瘦肉量評估依據重點，陳與陳 (1999) 指出在相同屠體重下腰眼面積與瘦肉率呈正相關之關係。Lo *et al.* (1992) 研究品種對於生長表現、屠體性狀與屠肉品質之影響，結果亦顯示：杜洛克比藍瑞斯有較短的屠體長，較大的腰眼面積 ( $P < 0.05$ )。黃與鄭 (1985) 發現杜洛克之體長最短、管圍最粗和肩部最高，藍瑞斯之體長最長、管圍最細和肩部最矮，漢布夏與約克夏種則介於該兩品種之間。而試驗中杜洛克在屠體性狀上確實有較短的屠體長與較大的腰眼面積，而藍瑞斯種有較長之屠體長。一般來說屠體性狀在遺傳上屬高遺傳率，例如：屠體長之遺傳率為 0.4-0.8 之間，腰眼面積為 0.4-0.6 之間，因此藉由選育種豬之屠體性狀以達到改良其後裔肉豬隻屠體表現。

## 性別

比較閹公豬與女豬於不同活體重下屠體性狀之差異 (表 15)。結果顯示，女豬之屠體長度顯著較閹公豬長 ( $P < 0.05$ )。由表 29 至表 34 可比較屠體長與屠宰率、分切部位肉重、腰眼面積與瘦肉率皆呈正相關 ( $P < 0.05$ )。比較第一肋、最後肋與最後腰椎背脂厚度，女豬則表現有較薄之背脂厚度 ( $P < 0.01$ )。而背脂厚度與腰眼面積、瘦肉率呈負相關 ( $P < 0.05$ )。在比較腰眼面積上，可以發現女豬有顯著較閹公豬大之腰眼面積 ( $P < 0.01$ )。Bahelka *et al.* (2007) 比較三種不同品種之閹公豬及女豬屠體性狀發現，女豬有較重之分切部位肉重，而閹公豬則有較厚之平均背脂厚度、脂肪重與體脂率，其他研究亦有相似結果 (Larzul *et al.*, 1997; Tischendorf *et al.*, 2002; Cassady *et al.*, 2004)。

多年來性別對於屠體性狀影響之研究有相當程度之了解，一般來說，母畜具有較長之屠體長，因屠體長與其產仔能力具有相當影響。豬隻生長與發育會受到

體內荷爾蒙所影響，進而影響體內代謝與蛋白質的合成速率，故表現出來的是性別間生長速率不同，進而影響屠體性狀。而屠體性狀受到動物體內荷爾蒙影響甚鉅，當公畜性成熟後，體內睪固酮濃度提高，進而抑制其體內脂肪堆積（陳等，2000a），但公畜去勢後，由於體內睪固酮的缺乏，因而提高肝臟脂質生成作用（杞，2004），致使閹公畜體內具有較高之脂肪堆積（陳等，2000b）。故一般而言閹公豬之背脂厚度表現較女豬厚。

### 屠宰時活體重

表 15 為不同性別之下屠宰時活體重對於豬隻屠體性狀之影響。屠宰時活體重 90-130 kg，以每 10 kg 為一級距。結果顯示，各組間的平均活體重、平均屠體重依照體重分級因有顯著差異（ $P < 0.01$ ）。其中屠宰率（ $P < 0.01$ ）、屠體長（ $P < 0.01$ ）、三點背脂厚度（ $P < 0.01$ ）與腰眼面積（ $P < 0.01$ ）均隨屠宰時活體重增加而顯著增加並呈顯著正相關（ $P < 0.05$ ）。其中屠宰率為放血脫毛與去除內臟後的屠體重佔活體重之比率，動物在增重的過程中，其體內之主要組成如骨骼、肌肉與脂肪重均隨體重增加而增重，骨骼在生長初期發展較快速，肌肉其次，脂肪最後，而隨著增重的過程中骨骼與內臟之比例逐降下降，取而代之是肌肉的增長與脂肪的沉積，因此隨屠宰時活體重之增加，屠宰率亦隨之提升（林，1987）。文獻亦指出豬隻屠體長與屠宰率均隨屠宰時活體重增加而增加（蘇等，2004；Virgili *et al.*, 2003；Correa *et al.*, 2006）。Correa *et al.* (2006) 曾比較豬隻 107、115、125 kg 三種不同屠宰時活體重之屠體性狀，結果顯示隨著屠宰時活體重的上升，屠宰率、屠體長與腰眼面積均隨之增加。許多文獻亦指出相似之結果（Čandek-Potokar *et al.*, 1998；Latorre *et al.*, 2003）。

表十四、不同品種與性別對於豬隻屠體性狀之影響

Table 14. Effects of pig's breeds and sexes on selected carcass measurements

	Duroc		Landrace		Yorkshire		SEM	Significant		
	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts		B	S	B×S
活體重 Live weight (kg)	109.03	108.61	110.12	110.41	111.21	109.15	3.26	NS	NS	NS
屠體重 Carcass weight (kg)	92.61	92.31	93.22	93.73	92.14	91.92	2.89	NS	NS	NS
屠宰率 Dressing yield (%)	85.12	85.21	84.69	84.84	84.58	84.45	0.83	NS	NS	NS
屠體長 Carcass length (cm)	81.71 <sup>b,y</sup>	82.72 <sup>b,x</sup>	83.93 <sup>a,y</sup>	84.76 <sup>a,x</sup>	81.94 <sup>b,y</sup>	82.52 <sup>b,x</sup>	0.51	**	*	NS
第一肋背脂厚 P1BF (cm)	3.27 <sup>b,x</sup>	2.98 <sup>a,y</sup>	3.21 <sup>b,x</sup>	2.79 <sup>b,y</sup>	3.54 <sup>a,x</sup>	3.01 <sup>a,y</sup>	0.28	**	**	NS
最後肋背脂厚 P2BF (cm)	1.97 <sup>b,x</sup>	1.84 <sup>b,y</sup>	1.88 <sup>c,x</sup>	1.72 <sup>c,y</sup>	2.11 <sup>a,x</sup>	1.97 <sup>a,y</sup>	0.17	**	**	NS
最後腰椎背脂厚 P3BF (cm)	1.88 <sup>b,x</sup>	1.79 <sup>ab,y</sup>	1.87 <sup>b,x</sup>	1.75 <sup>b,y</sup>	1.98 <sup>a,x</sup>	1.86 <sup>a,y</sup>	0.11	**	**	NS
腰眼面積 LEA (cm <sup>2</sup> )	58.12 <sup>a,y</sup>	59.17 <sup>a,x</sup>	53.14 <sup>b,y</sup>	55.19 <sup>b,x</sup>	52.14 <sup>b,y</sup>	52.78 <sup>c,x</sup>	1.46	**	**	NS

(B) Breeds ; Duroc ; Landrace ; Yorkshire. (S) Sexes ; Barrows; Gilts.

P1BF, Backfat thickness (1st rib) ; P2BF, Backfat thickness (last rib) ; P3BF, Backfat thickness (last lumbar) ; LEA, loin eye area.

NS: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

<sup>a, b, c</sup>Values in the different breeds of the same sexes with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>x, y, z</sup>Values in the different sexes of the same breeds with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

表十五、不同性別與屠宰時活體重對於豬隻屠體性狀之影響

Table 15. Effects of pig's sexes and slaughter weights on selected carcass measurements

(Kg)	Barrows				Gilts				SEM	Significant		
	90.1-100	100.1-110	110.1-120	120.1-130	90.1-100	100.1-110	110.1-120	120.1-130		S	W	S×W
活體重 Body weight (kg)	95.39 <sup>d</sup>	105.76 <sup>c</sup>	115.37 <sup>b</sup>	122.11 <sup>a</sup>	96.51 <sup>d</sup>	107.43 <sup>c</sup>	115.61 <sup>b</sup>	123.31 <sup>a</sup>	1.39	NS	**	NS
屠體重 Carcass weight (kg)	80.53 <sup>d</sup>	90.07 <sup>c</sup>	98.30 <sup>b</sup>	104.37 <sup>a</sup>	81.90 <sup>d</sup>	91.27 <sup>c</sup>	98.77 <sup>b</sup>	105.93 <sup>a</sup>	1.47	NS	**	NS
屠宰率 Dressing yield (%)	84.79 <sup>d</sup>	85.13 <sup>bc</sup>	85.50 <sup>a</sup>	85.40 <sup>b</sup>	84.88 <sup>c</sup>	85.20 <sup>b</sup>	85.67 <sup>a</sup>	85.60 <sup>a</sup>	0.76	NS	**	NS
屠體長 Carcass length (cm)	79.73 <sup>d</sup>	82.57 <sup>c</sup>	83.47 <sup>b</sup>	86.17 <sup>a</sup>	81.03 <sup>d</sup>	83.70 <sup>c</sup>	85.33 <sup>b</sup>	87.70 <sup>a</sup>	0.48	*	**	NS
第一肋背脂厚 P1BF (cm)	2.74 <sup>d</sup>	2.98 <sup>c</sup>	3.32 <sup>b</sup>	3.59 <sup>a</sup>	2.40 <sup>c</sup>	3.04 <sup>b</sup>	3.20 <sup>ab</sup>	3.29 <sup>a</sup>	0.21	**	**	NS
最後肋背脂厚 P2BF (cm)	1.89 <sup>c</sup>	1.91 <sup>bc</sup>	2.01 <sup>b</sup>	2.25 <sup>a</sup>	1.52 <sup>d</sup>	1.73 <sup>c</sup>	1.99 <sup>b</sup>	2.17 <sup>a</sup>	0.29	**	**	NS
最後腰椎背脂厚 P3BF (cm)	1.83 <sup>c</sup>	1.90 <sup>c</sup>	2.04 <sup>b</sup>	2.47 <sup>a</sup>	1.49 <sup>c</sup>	1.60 <sup>b</sup>	2.01 <sup>a</sup>	1.71 <sup>b</sup>	0.18	**	**	NS
腰眼面積 LEA (cm <sup>2</sup> )	51.03 <sup>d</sup>	53.90 <sup>c</sup>	58.17 <sup>b</sup>	61.97 <sup>a</sup>	53.67 <sup>c</sup>	58.43 <sup>b</sup>	58.77 <sup>b</sup>	63.20 <sup>a</sup>	0.39	**	**	NS

(S) Sexes ; Barrows ; Gilts. (W) Slaughter weights.

P1BF, Backfat thickness (1st rib) ; P2BF, Backfat thickness (last rib) ; P3BF, Backfat thickness (last lumbar) ; LEA, loin eye area.

NS: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

<sup>a-d</sup>Values in the different weights of the same sexes with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

## 二、不同豬隻品種、性別與屠宰時活體重對於前、中與後段屠體組成之影響

### 品種

比較杜洛克、藍瑞斯、約克夏於不同性別下前、中與後段部位屠體組成之差異（表 16）。前段部位瘦肉重在品種間具顯著差異（ $P < 0.01$ ），杜洛克為最重、其次為藍瑞斯、最後為約克夏。而前段脂肪重，約克夏顯著重於杜洛克與藍瑞斯（ $P < 0.01$ ）。杜洛克之肉脂比（Lean:Fat）（ $P < 0.01$ ）與肉骨比（Lean:Bone）（ $P < 0.05$ ）顯著高於藍瑞斯與約克夏。而前段瘦肉重主要包含肩胛肉與前腿肉重，肩胛肉重藍瑞斯與杜洛克皆顯著較高且兩者差異不顯著，由比較前腿肉重之差異性，杜洛克顯著較重，而約克夏則為最輕（ $P < 0.01$ ）。由此可知杜洛克因具有較發達之前肢，故前段部位屠體組成有較高之瘦肉比例。但前段部位之肉骨比於品種與活體重間產生交感效應（ $P < 0.05$ ）（圖 9），杜洛克與藍瑞斯雖肉骨比（Lean:Bone）之變化斜率不一但皆有隨活體重增加而上升之趨勢，而約克夏則於 110.1-120 Kg 劇烈下降，其原因可能在於豬隻成長於脂肪大量生成之階段，因豬隻屠體品種、活體重、性別與飼糧等影響屠體肥瘦甚鉅，故可能造成品種與活體重間有不同之變化。比較中段部位屠體組成之差異，結果顯示，中段部位因以背脊肉重與腹脇肉重為主，而藍瑞斯有較高之背脊肉產量（ $P < 0.01$ ），而約克夏有較高之腹脇肉產量（ $P < 0.01$ ）。因此在中段部位瘦肉重表現上皆顯著高於杜洛克（ $P < 0.01$ ）。但在中段脂肪重之表現，約克夏之中段脂肪重表現最重（ $P < 0.01$ ），亦在中段之肉脂比（Lean:Fat）上表現最差，而藍瑞斯表現最佳之肉脂比（Lean:Fat）與肉骨比（Lean:Bone）（ $P < 0.05$ ）。品種間與活體重於中段部位肉骨比產生交感效應（ $P < 0.05$ ）（圖 9），杜洛克與藍瑞斯之肉骨比（Lean:Bone）隨活體重增加變化較為一致，與屠宰時活體重較趨於 2 次曲線之變化，而約克夏則採隨活體重增加而線性下降之模式，此現象可以由約克夏之瘦肉率表現說明約克夏種隨活體重之增加，體內之脂肪累積較肌肉組織迅速，因此其肉骨比與瘦肉率較低於其他兩種品種。比較後段部位屠體組成之差異，結果顯示，杜洛克有較重之後段部位瘦肉重（ $P < 0.01$ ），且其肉脂比（Lean:Fat）皆較藍瑞斯與約克夏佳（ $P < 0.05$ ）。後段部位對於肉品加工業者影響甚大，一為肉品加工之原料肉以後腿肉為主，二

為後腿為分切部位肉中所佔的比重最高。杜洛克種原產於美國東北部，主要來自紅娟姆（Jersey）與杜洛克兩個紅色豬種的混合品種，經過選拔改良成為高效率精肉型豬種。早期因為杜洛克公豬有較佳的日增重與飼料效率，與強健的四肢，為優良終端公畜品種之一。陳等（1991）指出含杜洛克血統 1/2 以上之三品種及二品種雜交豬，其屠體性狀及肉質均較佳。與本試驗指出杜洛克種有較重之前腿肉與後腿肉重之結果相符。

## 性別

比較閹公豬與女豬於不同屠宰時活體重下前、中與後段部位屠體組成之差異（表 17）。豬隻生長與發育會受到體內荷爾蒙所影響。由表 17 顯示，女豬前段屠體瘦肉量高於閹公豬，且脂肪量女豬較閹公豬低，但兩者皆未達顯著水準（ $P > 0.05$ ）。因此女豬有較佳之肉脂比（Lean:Fat）（ $P < 0.05$ ）。Weatherrup *et al.*（1998）研究指出公豬有較高的瘦肉對脂肪之比值，閹公豬有較高的體表脂肪率，女豬則有較高的瘦肉率與骨骼率。中段部位屠體組成之方面，中段部位脂肪重女豬顯著低於閹公豬（ $P < 0.05$ ），因此可知閹公豬在中段部位肉脂比（Lean:Fat）顯著低於女豬（ $P < 0.05$ ），其原因在於睪丸和卵巢的荷爾蒙在動物體的生長和發育乃扮演著重要的角色。生長速率和發育以及屠體的組成均與動物的性別有關。一般而言，雄畜比雌畜生長快速，成熟較遲且屠體具有更多量的肌肉，較少的脂肪。因肉畜生產者常將公畜去勢，此種作法改變了其生理，將引起生長期間產生更多脂肪的堆積和較少的肌肉。比較後段部位屠體組成之差異，無論閹公豬或女豬，其瘦肉與肥肉量均隨體重之增加而上升，而在動物體內荷爾蒙的影響下，女豬屠體較閹公豬有高之瘦肉產率（ $P < 0.05$ ），結果亦顯示在後段部位肉脂比（Lean:Fat）上，女豬顯示較閹公豬高之肉脂比（Lean:Fat）（ $P < 0.05$ ）。性別對於豬隻屠體性狀影響甚大，一般來說，瘦肉量多寡連帶影響經濟效益，而過去研究指出性別於瘦肉率有公豬  $>$  女豬  $>$  閹公豬之趨勢。但傳統上公豬出生 4 天後即去勢以避免公豬性成熟時會有不良氣味（公豬臭）（Zeng *et al.*, 2002）。Latorre *et al.*（2003）亦研究性別、血統與屠宰日齡對屠體性狀與屠肉品質之影響，結果顯示：閹公豬屠體表現較女豬為肥與有較低之瘦肉率。

## 屠宰時活體重

表 17 為比較不同性別下屠宰時活體重對於豬隻前、中與後段部位屠體組成之影響。屠宰時活體重 90-130 kg，以每 10 kg 為一級距。結果顯示，隨著屠宰時活體重之增加，前段部位之瘦肉重與脂肪重皆顯著提升 ( $P < 0.01$ )。肉脂比 (Lean:Fat) 則隨著屠宰時活體重上升而下降 ( $P < 0.05$ )，肉骨比 (Lean:Bone) 則隨著屠宰時活體重增加而上升 ( $P < 0.01$ )。關於瘦肉、骨頭與脂肪比例上之消長，Maynard *et al.* (1979) 指出動物生長速度及成熟年齡雖然有很大之差異且不同部位及組織其生長速率與生長時間亦不相同，但大致都有一定之生長順序。動物為了生存，其生長次序依循著生理上之重要性而決定其趨勢，由中樞神經開始，進行到骨骼、腱、肌肉、肌肉脂肪、皮下脂肪。比較豬隻中段部位屠體組成之差異，中段部位以背脊肉與腹脇肉為主。結果顯示，隨著屠宰時活體重之增加，中段部位之瘦肉重與脂肪重皆顯著提升 ( $P < 0.01$ )。但中段部位脂肪重在性別與體重間產生交感效應，閹公豬之脂肪重於 90.1-120 kg 快速增重，但到了 120.1kg 以上脂肪重則開始下降，不同於母豬在增重的過程中脂肪重皆線性提升。則可說明豬隻生長與發育會受到體內荷爾蒙所影響，進而影響體內代謝，故表現出來的是性別間生長速率不同，而改變脂肪的沉積速率。而中段部位肉脂比 (Lean:Fat) 上則隨著體重上升而下降 ( $P < 0.05$ )，而肉骨比 (Lean:Bone) 則隨體重上升而上升 ( $P < 0.01$ )。García-Macias *et al.* (1996) 研究指出體重較重者屠體長度較長，背脂厚度較厚，腰眼面積較大，肉脂比 (Lean:Fat) 較低。Weatherup *et al.* (1998) 研究增加豬隻體重對生產與肉質之影響，指出隨著屠體重增加，肉脂比 (Lean:Fat) 顯著減少。而動物在增重的過程中，其體內之主要組成如骨骼、脂肪與肌肉重均隨體重增加而增重，骨骼在生長初期發展較快速，肌肉其次，脂肪最後，而隨著增重的過程中骨骼比內臟 (Bone:Organ) 之比例逐降下降，取而代之是肌肉的增長與脂肪的沉積，因此隨屠宰時活體重之增加肉脂比 (Lean:Fat) 有降低之表現而肉骨比 (Lean:Bone) 則上升之趨勢 (林，1987)。比較後段部位屠體組成之差異，後段部位以後腿肉為主。結果顯示，隨著屠宰時活體重之增加，後段部位之瘦肉重與脂肪重皆顯著提升 ( $P < 0.01$ )。肉脂比 (Lean:Fat) 則隨著屠宰時活體重上升而下降 ( $P < 0.01$ )。肉骨比 (Lean:Bone) 則隨著屠宰時體重增加而上升 ( $P < 0.05$ )。影響屠體肥瘦狀況有許多因素，例如：性別、年齡、活體重、飼糧

及品種 (Correa *et al.*, 2006)。其中活體重會因市場趨勢而變化，就飼養者而言決定最適體重即是配合市場豬價及飼養成本（包括飼料成本及其他間接生產成本）尋求利潤最大或損失最少時之體重。基本上，若市場豬隻供不應求及飼料價格相對較低時，提升上市體重較有利。但動物的生長一般而言呈現一個s型的曲線，越到後期成長緩慢，能量轉換由蛋白質轉為脂肪的囤積，增加活體重無疑的產生較多負面的影響。但對加工業者而言，豬隻活體重影響層面甚廣，如屠宰率、屠體瘦肉與脂肪比例、加工損失與花費 (Latorre, 2003)。文獻指出增加屠宰體重可減少每頭豬隻間的屠宰費用，減少冷凍與加工過程之損失 (Ellis and Bertol, 2001)。

表十六、不同品種與性別對於豬隻前、中與後段屠體組成之影響

Table 16. Effects of pig's breeds and sexes on the front, middle and rear partition carcass composition

	Duroc		Landrace		Yorkshire		SEM	Significant		
	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts		B	S	B×S
前段部位 Front part										
瘦肉重 Lean weight (kg)	8.736 <sup>a</sup>	8.872 <sup>a</sup>	8.683 <sup>a</sup>	8.712 <sup>a</sup>	8.426 <sup>ab</sup>	8.595 <sup>ab</sup>	0.67	**	NS	NS
脂肪重 Fat weight (kg)	1.799 <sup>c</sup>	1.721 <sup>c</sup>	1.923 <sup>b</sup>	1.886 <sup>b</sup>	2.156 <sup>a</sup>	2.026 <sup>a</sup>	0.22	**	NS	NS
肉脂比 Lean:Fat	4.76 <sup>a</sup>	5.13 <sup>a</sup>	4.67 <sup>a</sup>	4.75 <sup>b</sup>	3.92 <sup>b</sup>	4.55 <sup>c</sup>	0.17	**	*	NS
肉骨比 Lean:Bone	2.66 <sup>a</sup>	2.71 <sup>a</sup>	2.43 <sup>b</sup>	2.53 <sup>b</sup>	2.22 <sup>c</sup>	2.27 <sup>c</sup>	0.14	*	NS	NS
中段部位 Middle part										
瘦肉重 Lean weight (kg)	8.123 <sup>b</sup>	8.179 <sup>b</sup>	8.436 <sup>a</sup>	8.579 <sup>a</sup>	8.692 <sup>a</sup>	8.543 <sup>a</sup>	0.67	**	NS	NS
脂肪重 Fat weight (kg)	2.095 <sup>b,x</sup>	1.676 <sup>a,y</sup>	1.736 <sup>c,x</sup>	1.469 <sup>ab,y</sup>	2.532 <sup>a,x</sup>	1.765 <sup>a,y</sup>	0.29	**	*	NS
肉脂比 Lean:Fat	3.86 <sup>b,y</sup>	4.26 <sup>b,x</sup>	4.17 <sup>a,y</sup>	4.53 <sup>a,x</sup>	3.66 <sup>c,y</sup>	3.98 <sup>c,x</sup>	0.19	*	*	NS
肉骨比 Lean:Bone	3.98 <sup>b,y</sup>	4.15 <sup>b,x</sup>	4.53 <sup>a,y</sup>	4.74 <sup>a,x</sup>	3.67 <sup>c,x</sup>	3.72 <sup>c,x</sup>	0.13	**	*	NS
後段部位 Rear part										
瘦肉重 Lean weight (kg)	8.902 <sup>a,x</sup>	8.996 <sup>a,x</sup>	8.636 <sup>b,y</sup>	8.751 <sup>b,x</sup>	8.123 <sup>c,y</sup>	8.264 <sup>c,x</sup>	0.71	**	*	NS
脂肪重 Fat weight (kg)	1.523 <sup>b,x</sup>	1.492 <sup>b,y</sup>	1.543 <sup>b,x</sup>	1.533 <sup>b,x</sup>	1.756 <sup>a,x</sup>	1.623 <sup>a,y</sup>	0.39	*	*	NS
肉脂比 Lean:Fat	5.86 <sup>a,y</sup>	6.02 <sup>a,x</sup>	5.59 <sup>b,x</sup>	5.51 <sup>b,x</sup>	4.62 <sup>c,y</sup>	5.09 <sup>c,x</sup>	0.14	*	*	NS
肉骨比 Lean:Bone	4.01	4.18	4.06	3.94	3.70	3.85	0.21	NS	NS	NS

(B) Breeds ; Duroc ; Landrace ; Yorkshire. (S) Sexes ; Barrows ; Gilts.

NS: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

<sup>a, b, c</sup> Values in the different breeds of the same sexes with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>x, y, z</sup> Values in the different sexes of the same breeds with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

表十七、不同性別與屠宰時活體重對於豬隻前、中與後段屠體組成之影響

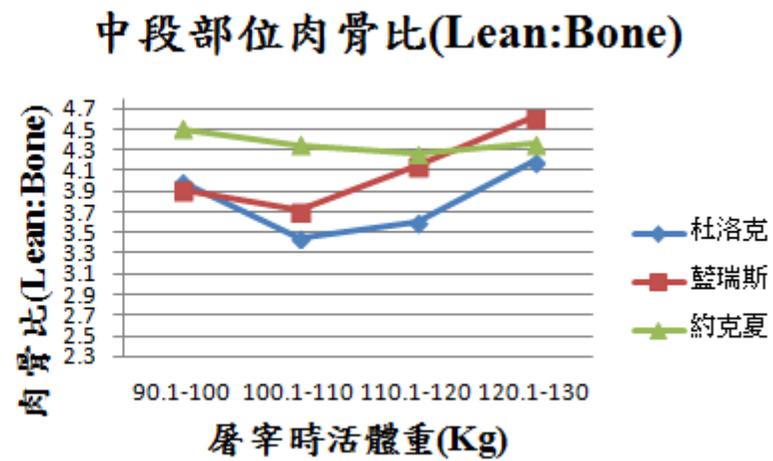
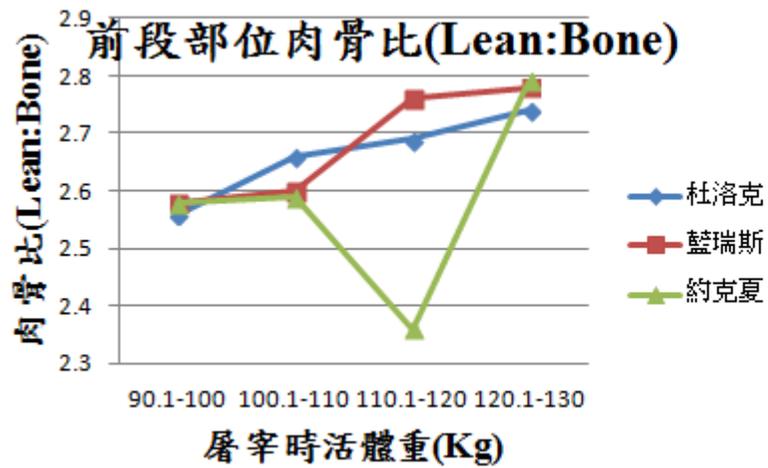
Table 17. Effects of pig's sexes and slaughter weights on the front, middle and rear partition carcass composition

(KG)	Barrows				Gilts				SEM	Significant		
	90.1-100	100.1-110	110.1-120	120.1-130	90.1-100	100.1-110	110.1-120	120.1-130		S	W	S×W
前段部位 Front part												
瘦肉重 Lean weight (kg)	7.542 <sup>d</sup>	8.525 <sup>c</sup>	9.054 <sup>b</sup>	10.055 <sup>a</sup>	7.821 <sup>d</sup>	8.633 <sup>c</sup>	9.418 <sup>b</sup>	10.419 <sup>a</sup>	0.41	NS	**	NS
脂肪重 Fat weight (kg)	1.635 <sup>d</sup>	1.793 <sup>c</sup>	2.088 <sup>b</sup>	2.342 <sup>a</sup>	1.436 <sup>c</sup>	1.685 <sup>b</sup>	2.166 <sup>a</sup>	2.207 <sup>a</sup>	0.11	NS	**	NS
肉脂比 Lean:Fat	4.76 <sup>a</sup>	4.75 <sup>a</sup>	4.54 <sup>b</sup>	4.38 <sup>c</sup>	5.44 <sup>b</sup>	5.69 <sup>a</sup>	4.46 <sup>b</sup>	4.57 <sup>ab</sup>	0.12	*	*	NS
肉骨比 Lean:Bone	2.47 <sup>d</sup>	2.63 <sup>c</sup>	2.72 <sup>b</sup>	2.73 <sup>a</sup>	2.67 <sup>bc</sup>	2.70 <sup>b</sup>	2.79 <sup>ab</sup>	2.85 <sup>a</sup>	0.19	NS	**	NS
中段部位 Middle part												
瘦肉重 Lean weight (kg)	7.737 <sup>d</sup>	8.763 <sup>c</sup>	9.736 <sup>b</sup>	10.252 <sup>a</sup>	7.989 <sup>d</sup>	8.968 <sup>c</sup>	9.751 <sup>b</sup>	10.380 <sup>a</sup>	0.41	NS	**	NS
脂肪重 Fat weight (kg)	1.446 <sup>d</sup>	1.679 <sup>c</sup>	2.513 <sup>a</sup>	2.195 <sup>b</sup>	1.351 <sup>d</sup>	1.651 <sup>c</sup>	1.917 <sup>b</sup>	2.113 <sup>a</sup>	0.22	*	**	*
肉脂比 Lean:Fat	5.84 <sup>a</sup>	5.87 <sup>a</sup>	4.33 <sup>c</sup>	4.74 <sup>b</sup>	6.21 <sup>a</sup>	5.92 <sup>b</sup>	5.30 <sup>c</sup>	4.95 <sup>d</sup>	0.11	*	*	NS
肉骨比 Lean:Bone	3.61 <sup>c</sup>	3.89 <sup>b</sup>	4.20 <sup>a</sup>	4.12 <sup>a</sup>	3.76 <sup>d</sup>	3.97 <sup>c</sup>	4.64 <sup>a</sup>	4.52 <sup>b</sup>	0.09	*	**	NS
後段部位 Rear part												
瘦肉重 Lean weight (kg)	7.564 <sup>d</sup>	8.231 <sup>c</sup>	8.990 <sup>b</sup>	9.456 <sup>a</sup>	7.913 <sup>d</sup>	8.664 <sup>c</sup>	8.952 <sup>b</sup>	9.582 <sup>a</sup>	0.17	*	**	NS
脂肪重 Fat weight (kg)	1.210 <sup>b</sup>	1.253 <sup>b</sup>	1.878 <sup>a</sup>	1.928 <sup>a</sup>	0.966 <sup>c</sup>	0.940 <sup>c</sup>	1.608 <sup>b</sup>	1.799 <sup>a</sup>	0.11	*	**	NS
肉脂比 Lean:Fat	7.34 <sup>a</sup>	7.05 <sup>b</sup>	5.76 <sup>c</sup>	5.59 <sup>d</sup>	8.40 <sup>a</sup>	7.19 <sup>b</sup>	5.90 <sup>c</sup>	5.84 <sup>c</sup>	0.26	*	**	NS
肉骨比 Lean:Bone	4.43 <sup>c</sup>	4.64 <sup>b</sup>	4.68 <sup>b</sup>	4.90 <sup>a</sup>	4.54 <sup>c</sup>	4.78 <sup>b</sup>	4.95 <sup>a</sup>	5.01 <sup>a</sup>	0.11	NS	*	NS

(S) Sexes ; Barrows ; Gilts. (W) Slaughter weights.

NS: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

<sup>a, b, c</sup> Values in the different weights of the same sexes with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).



圖九、前段與中段部位肉骨比 (Lean:Bone) 於品種與屠宰時活體重間之交感效應。

Fig. 9. Interaction effect of breeds and slaughter weights on front part and middle part Lean:Bone in pigs.

### 三、不同豬隻品種、性別與屠宰時活體重對於分切部位肉重之影響

#### 品種

比較杜洛克、藍瑞斯、約克夏於不同性別下分切部位肉重之差異（表 18）。結果顯示，除了小里脊肉重無顯著差異以外，其於部位肉於品種間皆有顯著的差異（ $P < 0.01$ ）。藍瑞斯有較重之肩胛肉重，而約克夏之肩胛肉重較輕（ $P < 0.01$ ）。比較前腿肉重之差異，杜洛克顯著較重，公畜平均為 5.64 kg、母畜為 5.78 kg，而約克夏則為最輕，公畜為 5.23 kg、母畜為 5.21 kg（ $P < 0.01$ ）。背脊肉重方面，藍瑞斯有顯著較重之背脊肉重，其次為杜洛克，最低為約克夏（ $P < 0.01$ ）。小里脊肉重方面，各品種間皆無顯著差異（ $P > 0.05$ ）。腹脇肉重方面，不同品種與性別間產生交互效應（ $P < 0.01$ ），杜洛克與約克夏之閹公豬有較女豬重之腹脇肉重，但藍瑞斯則反之。其原因推論為腹脇肉為中段部位最重之部位肉，而豬隻屠體長與中段部位肉重關係密切，可由表 29 至表 34 之相關分析得知，不同豬隻品種之屠體長與腹脇肉重皆達顯著正相關（ $P < 0.05$ ）。則可說明除豬隻品種與性別之外，腹脇肉重亦受到豬隻屠體長之影響，因此藍瑞斯女豬上有較閹公豬重之腹脇肉重可能與其較長之屠體長而有較長之腹脇長度有關。但整體而言，約克夏種有最高之腹脇肉重，其次為藍瑞斯，最低為杜洛克（ $P < 0.01$ ）。後腿肉重則以杜洛克為最高，其次為藍瑞斯，最低為約克夏（ $P < 0.01$ ）。

綜上所述，杜洛克有較高之前腿與後腿肉產率，而藍瑞斯有較高之肩胛肉與背脊肉產率，而約克夏有較高之腹脇肉產率。Gispert *et al.* (2007) 比較杜洛克，藍瑞斯與大白豬之屠體性狀發現杜洛克有較短之屠體長與較低之腹脇肉產率。瘦肉率方面，藍瑞斯有較佳的瘦肉率表現（ $P < 0.01$ ）。Lo *et al.* (1992) 研究品種對生長性能、超音波測定、屠體性狀與屠肉品質之影響，結果顯示：杜洛克比藍瑞斯有較短的屠體長，較薄的第十肋背脂厚度，較大的腰眼面積，與較發達的四肢。

## 性別

比較閹公豬與女豬於不同屠宰時活體重下分切部位肉重之差異(表 19)。結果顯示,肩胛肉、前腿肉、後腿肉、小里脊及腹脇肉於不同性別間無顯著差異( $P > 0.05$ )。但在肩胛肉重發現,於不同性別下不同活體重之間有顯著之交感效應( $P < 0.05$ ),閹公豬之肩胛肉重於 90.1-120 kg 時增重較迅速後則趨於平緩,女豬則為 90.1-110 kg 增重迅速,110.1-120kg 趨於平緩,120.1-130 kg 則又增重迅速,因此僅為不同性別間肩胛肉之增重變化的斜率有所不同所產生之交感效應。而在背脊肉重方面,女豬顯示顯著較重於閹公豬( $P < 0.05$ )。肉豬屠體長不僅表示該豬的體型,更間接地表示出其背脊肉的最大長度,而由表 29 至表 34 可發現豬隻屠體長與背脊肉皆呈顯著正相關( $P < 0.05$ )。在各部位分切肉中背脊肉屬高價值之分切部位,因國人喜好之部位肉為背脊肉、腹脇肉與肩胛肉,其中又以背脊肉單價為最高(中央畜產會,2012/5 月)。而大多文獻均指出女豬有較優於閹公豬之屠體分切率(黃等,1984;羅與黃,1995;Weatherup *et al.*, 1998;呂等,2000)。而在此試驗中,雖僅在背脊肉重,女豬有顯著較重之背脊肉重( $P < 0.05$ )。但在瘦肉率方面,女豬皆顯著高於閹公豬( $P < 0.05$ )。此與 Correa *et al.* (2006) 研究發現性別與成長速率對於脂肪堆積有顯著影響,閹公豬與生長速率較快之豬隻有較高之脂肪堆積相符。Bahelka *et al.* (2007) 比較三種不同品種之閹公豬及女豬屠體性狀發現,女豬有較高之分切部位肉重,而閹公豬則有較厚之平均背脂厚度、脂肪重與體脂率。其他文獻亦指出相似結果(Larzul *et al.*, 1997; Tischendorf *et al.*, 2002; Cassady *et al.*, 2004)。此結果也反映出肉品市場毛豬拍賣時,通常為女豬價格較高之緣故(黃,2005),亦間接顯示出瘦肉率高低主導市場價格,瘦肉率較高豬隻具有較佳之加工特性。

## 屠宰時活體重

表 19 為比較不同性別下屠宰時活體重對於豬隻屠體分切部位肉重之影響。屠宰時活體重 90-130 kg，以每 10 kg 為一級距。結果顯示，各部位分切肉重（包含肩胛肉、前腿肉、後腿肉、背脊肉、小里脊肉及腹脇肉等）皆隨著豬隻體重上升而增加（ $P < 0.01$ ）呈現顯著正相關（ $P < 0.05$ ）。瘦肉率則隨著體重提升而下降（ $P < 0.01$ ）呈現顯著負相關（ $P < 0.05$ ）（表 29 至表 34）。與 Serrano *et al.* (2008) 比較不同屠宰時活體重於伊比利亞豬之屠體性狀之研究指出，後腿肉重、肩胛肉重與其他分切部位肉重皆顯著提升重量；瘦肉率則隨活體重增加而下降之結果相符。此現象可以解釋為以豬隻的生長，體重的增長為影響食肉生產的關鍵。動物在出生後有一段緩慢生長期，接著是快速生長期，到了動物成熟時，骨骼、肌肉及重要器官的生長緩慢而後停止，後期能量則轉換為脂肪的堆積 (Brody, 1945)。因此其分切部位肉重隨屠宰時活體重增長而增重，但瘦肉率隨之下降。

表十八、不同品種與性別對於豬隻分切部位肉重之影響

Table 18. Effects of pig's breeds and sexes on the distribution of primal cuts weight

	Duroc		Landrace		Yorkshire		SEM	Significant		
	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts		B	S	B×S
肩胛肉 Shoulder weight (kg)	2.39 <sup>a</sup>	2.41 <sup>a</sup>	2.40 <sup>a</sup>	2.51 <sup>a</sup>	2.07 <sup>b</sup>	2.19 <sup>b</sup>	0.45	**	NS	NS
前腿肉 Picnic weight (kg)	5.64 <sup>a</sup>	5.78 <sup>a</sup>	5.57 <sup>a</sup>	5.63 <sup>a</sup>	5.23 <sup>b</sup>	5.21 <sup>b</sup>	0.73	**	NS	NS
背脊肉 Loin weight (kg)	3.42 <sup>b,x</sup>	3.48 <sup>b,x</sup>	3.99 <sup>a,y</sup>	4.21 <sup>a,x</sup>	3.17 <sup>c,x</sup>	3.21 <sup>c,x</sup>	0.97	**	*	NS
小里脊 Tenderloin weight (kg)	0.51	0.52	0.52	0.49	0.51	0.52	0.11	NS	NS	NS
腹脇肉 Belly weight (kg)	4.98 <sup>c</sup>	4.82 <sup>b</sup>	5.12 <sup>b</sup>	5.21 <sup>a</sup>	5.34 <sup>a</sup>	5.31 <sup>a</sup>	0.51	**	NS	**
後腿肉 Ham weight (kg)	8.89 <sup>a</sup>	8.92 <sup>a</sup>	8.57 <sup>b</sup>	8.44 <sup>b</sup>	8.12 <sup>c</sup>	8.26 <sup>c</sup>	0.11	**	NS	NS
瘦肉率 Lean percentage (%)	57.67 <sup>b,y</sup>	57.98 <sup>b,x</sup>	58.42 <sup>a,y</sup>	58.74 <sup>a,x</sup>	56.13 <sup>c,y</sup>	56.80 <sup>c,x</sup>	0.42	**	*	NS

(B) Breeds ; Duroc ; Landrace ; Yorkshire. (S) Sexes ; Barrows ; Gilts.

NS: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

<sup>a, b, c</sup>Values in the different breeds of the same sexes with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>x, y</sup>Values in the different sexes of the same breeds with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

表十九、不同性別與屠宰時活體重對於豬隻分切部位肉重之影響

Table 19. Effects of pig's sexes and slaughter weights on the distribution of primal cuts weight

(KG)	Barrows				Gilts				SEM	Significant		
	90.1-100	100.1-110	110.1-120	120.1-130	90.1-100	100.1-110	110.1-120	120.1-130		S	W	S×W
肩胛肉 Shoulder weight (kg)	1.96 <sup>c</sup>	2.23 <sup>b</sup>	2.45 <sup>a</sup>	2.46 <sup>a</sup>	2.08 <sup>c</sup>	2.20 <sup>b</sup>	2.23 <sup>b</sup>	2.69 <sup>a</sup>	0.29	NS	**	*
前腿肉 Picnic weight (kg)	4.62 <sup>c</sup>	5.14 <sup>b</sup>	5.71 <sup>a</sup>	5.78 <sup>a</sup>	4.65 <sup>d</sup>	5.21 <sup>c</sup>	5.36 <sup>b</sup>	5.94 <sup>a</sup>	0.38	NS	**	NS
背脊肉 Loin weight (kg)	2.99 <sup>d</sup>	3.21 <sup>c</sup>	3.64 <sup>b</sup>	3.85 <sup>a</sup>	3.14 <sup>d</sup>	3.49 <sup>c</sup>	3.77 <sup>b</sup>	3.95 <sup>a</sup>	0.11	*	**	NS
小里脊 Tenderloin weight (kg)	0.45 <sup>c</sup>	0.50 <sup>b</sup>	0.55 <sup>ab</sup>	0.60 <sup>a</sup>	0.51 <sup>b</sup>	0.51 <sup>b</sup>	0.51 <sup>b</sup>	0.59 <sup>a</sup>	0.03	NS	**	NS
腹脇肉 Belly weight (kg)	4.04 <sup>d</sup>	4.82 <sup>c</sup>	5.23 <sup>b</sup>	5.67 <sup>a</sup>	4.11 <sup>d</sup>	4.72 <sup>c</sup>	5.54 <sup>b</sup>	5.71 <sup>a</sup>	0.21	NS	**	NS
後腿肉 Ham weight (kg)	7.44 <sup>d</sup>	8.09 <sup>c</sup>	8.88 <sup>b</sup>	9.33 <sup>a</sup>	7.72 <sup>d</sup>	8.21 <sup>c</sup>	8.78 <sup>b</sup>	9.42 <sup>a</sup>	0.39	NS	**	NS
瘦肉率 Lean percentage (%)	58.03 <sup>a</sup>	57.98 <sup>a</sup>	57.33 <sup>b</sup>	56.87 <sup>c</sup>	58.85 <sup>a</sup>	58.73 <sup>a</sup>	58.23 <sup>b</sup>	57.46 <sup>c</sup>	0.33	*	**	NS

(S) Sexes ; Barrows; Gilts. (W) Slaughter weights.

NS: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

<sup>a-d</sup>Values in the different weights of the same sexes with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

#### 四、不同品種、性別與屠宰時活體重對於一般成分分析、酸鹼值、保水力與蒸煮失重之影響

##### 品種

表 20 為不同品種豬隻閹公豬與女豬一般成分分析、酸鹼值、保水力與蒸煮失重之結果。於第 10/11<sup>th</sup> 肋背最長肌之一般成分分析之比較，其中於脂肪含量之比較，品種方面杜洛克種 > 藍瑞斯種 > 約克夏種 ( $P < 0.05$ )，而在水分、蛋白質與灰分含量於各品種間無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。以一般成分之各項目進行相關性分析 (表 35) 結果顯示水分與脂肪含量呈顯著負相關 ( $-0.65, P < 0.05$ )，蛋白質與脂肪含量呈負相關 ( $-0.59, P < 0.05$ )。鄭 (2003) 提出，當肌肉內脂肪含量增加時，水分與粗蛋白的比例會隨之減少，此與試驗中之粗蛋白、水分與粗脂肪之相關性分析結果一致。至於比較 pH 值、保水力與蒸煮失重之結果，陳 (2000) 指出一般活體肌肉組織之 pH 值約為 7.4，於屠宰 1 小時後會緩慢降至 6.3-3.5，屠後 24 小時再降至 5.8-6.0 之間。而此試驗之屠後 24 小時背最長肌 pH 值位於 5.87 至 6.17 之間，且比較背最長肌與後腿之 pH1 與 pH24 發現，杜洛克之屠後 pH 值顯著較高、而約克夏較低 ( $P < 0.05$ )。且背最長肌肉之 pH1 與 pH24 呈正相關 ( $0.58, P < 0.05$ )。酸鹼值對保水力之影響甚大，保水力的定義為應用任何力量，如加壓、加熱與挽切等，肌肉本身可保有的水分或添加水分的能力 (陳, 2000)。而家畜屠宰前的肌肉化學變化，例如：乳酸的產生、ATP 的降解、pH 值或鹽類的添加等均會影響肌肉蛋白間之空間，進而影響肌肉之保水力 (陳, 2000)。杜洛克較高之屠後 24 小時背最長肌 pH 值表現，導致杜洛克之保水力表現亦較高與較低之蒸煮失重，而約克夏則反之 ( $P < 0.05$ )，相關性分析保水力與蒸煮失重呈負相關 ( $-0.52, P < 0.05$ ) 此與 Van Oeckel *et al.* (1999) 在研究中指出，若在生鮮肉時有較高之保水力，在烹煮時也會降低蒸煮失重之結果相符。而事實上肌肉中水分主要有三種型式：結合水、固定水與游離水三種。水分子的肌肉蛋白結合能力主要受肌肉蛋白間的淨電荷影響，此試驗比較蛋白質與保水力之相關性分析 (表 35) 結果呈正相關 ( $0.42, P < 0.05$ )。Bendall and Swatland (1988) 報告中提到豬肉的 pH 值與保水性之關係成兩段式，即 pH 值與等電點越遠，其保水力越佳。此試驗結果 pH 值位於 5.87 至 6.17 之間，其相關性呈正相關  $r=0.46$  (表

35) ( $P < 0.05$ )。

## 性別

性別間之一般成份分析、pH 值、保水力與蒸煮失重之比較 (表 21)，結果顯示女豬有較閹公豬高之蛋白質含量、較低之脂肪含量 ( $P < 0.05$ )。此與 Martel *et al.* (1988)、Weatherrup *et al.* (1998) 與 Beattie *et al.* (1999) 之研究均顯示女豬有較閹公豬高之蛋白質含量與較低之脂肪含量。且蛋白質與脂肪含量呈顯著負相關 ( $-0.59, P < 0.05$ )。而水分與灰分則無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。而背最長肌與後腿之 pH1 與 pH24 之表現則無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。其中在背最長肌之 pH24 於不同品種與性別比較中在統計下產生交感效應，藍瑞斯與約克夏之屠後 24 小時之 pH 值女豬皆高於閹公豬之趨勢，而杜洛克則反之。而在不同品種下閹公豬與女豬間酸鹼值呈現不同趨勢之原因可能在於豬隻於屠宰時所受緊迫程度不同所致，陳與陳 (1997) 曾指出，不同來源豬隻酸鹼值與顏色差異會因豬隻品系、飼養年齡亦或是屠宰前趕豬方式不同所造成之結果。因此交感效應之產生可能為不同品種與性別的豬隻受緊迫程度較低或抗緊迫的能力較佳，使豬肉 pH 值下降速率不一，進而導致保水力有所差異。而保水力與蒸煮失重之結果，女豬顯示較佳之保水力與較低之蒸煮失重 ( $P < 0.05$ )，此與 Beattie *et al.* (1999) 指出閹公豬之蒸煮失重率較女豬高結果相近。肌肉中保水力受諸多原因之影響(如 pH 值、乳酸的產生、ATP 的降解等)，雖性別間 pH 值無顯著差異 ( $P > 0.05$ )，但由於肌肉中保水力與粗蛋白呈正相關 ( $0.42, P < 0.05$ )，因此推測閹公豬與女豬之間保水力差異來自於肌肉中蛋白質含量之不同，而保水力與蒸煮失重呈負相關 ( $-0.52, P < 0.05$ )。

## 屠宰時活體重

表 21 為比較不同性別下屠宰時活體重於一般成份、pH 值、保水力與蒸煮失重之差異性，於第 10/11<sup>th</sup> 肋背最長肌之一般成分分析可以發現，隨著屠宰時活體重之增加，水分與蛋白質含量顯著降低 ( $P < 0.05$ )。而脂肪含量則隨屠宰時活體重之增加而顯著增加 ( $P < 0.05$ )。灰分則在各組間無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。而在 pH 值、保水力與蒸煮失重方面，屠宰時活體重之變化則無顯著之影響 ( $P > 0.05$ )。以豬隻生長觀點而言，其生長過程為影響食肉生產的關鍵。動物在出生

後有一段緩慢生長期，接著是快速生長期，到了動物成熟時，骨骼、肌肉及重要器官的生長緩慢而後停止，後期能量則轉換為脂肪的堆積 (Brody, 1945)。吳等 (2012) 指出隨著屠宰時活體重之增加，屠體重、屠宰率、屠體長、背脂厚度、腰眼面積、及分切部位肉重皆顯著提升；瘦肉率則顯著下降 ( $P < 0.05$ )。於感官大理石紋評分，當屠宰時活體重增加，大理石紋評分亦有隨之提升之趨勢 ( $P > 0.05$ )。陳 (2000) 指出不同豬隻來源肉中蛋白質含量發現，於同一時期中生長速度較快之豬隻其蛋白質含量較高，而隨著飼養期之延長，肌肉中水分含量會隨著蛋白質與脂肪含量之增加而有下降之現象。鄭 (2003) 指出，當肌肉內脂肪含量增加時，水分與粗蛋白之比例會隨之減少，由此可以作為隨著豬隻屠宰時活體重之增加，肌肉內脂肪含量、水分與蛋白質比例上之改變之解釋，由一般成分各項目進行相關性分析 (表 35) 之結果顯示水分與脂肪含量呈顯著負相關 ( $-0.65, P < 0.05$ )，蛋白質與脂肪含量呈負相關 ( $-0.59, P < 0.05$ )。而由吳等 (2012) 之研究指出屠宰時活體重與大理石紋評分之相關性，屠宰時活體重與大理石紋評分呈正相關。大理石紋是決定豬肉品質的主要因素之一。肌肉的大理石紋脂肪的含量為品質分級的主要因子，其關係肌肉的潤滑性、剪力值與緊實度等，進而影響食肉品嚐時風味與接受度 (Miller, 1994)。因此肌肉之大理石紋分佈通常為評估肉質品質優劣的良好指標。

表二十、不同品種與性別對於豬隻背最長肌一般成分、保水力與酸鹼值之影響

Table 20. Effects of pig's breeds and sexes on proximate analysis, WHC, and pH of LD muscle

	Duroc		Landrace		Yorkshire		SEM	Significant		
	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts		B	S	B×S
水分(%) Water	74.17	74.21	74.38	74.55	74.21	74.29	0.15	NS	NS	NS
蛋白質(%) Protein	22.88 <sup>y</sup>	23.32 <sup>x</sup>	23.01 <sup>y</sup>	23.92 <sup>x</sup>	22.72 <sup>y</sup>	23.11 <sup>x</sup>	0.23	NS	*	NS
脂肪(%) Fat	1.92 <sup>a,x</sup>	1.73 <sup>a,y</sup>	1.61 <sup>b,x</sup>	1.31 <sup>c,y</sup>	1.62 <sup>b,x</sup>	1.56 <sup>b,x</sup>	0.11	*	*	NS
灰分(%) Ash	1.38	1.39	1.22	1.29	1.27	1.31	0.05	NS	NS	NS
保水力(%) WHC	68.14 <sup>a,y</sup>	69.56 <sup>a,x</sup>	68.22 <sup>a,x</sup>	68.45 <sup>b,x</sup>	67.12 <sup>b,x</sup>	67.23 <sup>c,x</sup>	0.36	*	*	NS
蒸煮失重(%) Cooling loss	18.71 <sup>b,x</sup>	17.23 <sup>c,y</sup>	18.66 <sup>b,y</sup>	19.19 <sup>b,x</sup>	21.14 <sup>a,x</sup>	20.33 <sup>a,y</sup>	0.55	*	*	NS
Ham pH1	6.42 <sup>a</sup>	6.47 <sup>a</sup>	6.21 <sup>b</sup>	6.22 <sup>b</sup>	6.17 <sup>b</sup>	6.23 <sup>b</sup>	0.12	*	NS	NS
Ham pH24	6.23 <sup>a</sup>	6.26 <sup>a</sup>	6.01 <sup>b</sup>	6.14 <sup>b</sup>	6.02 <sup>b</sup>	6.11 <sup>b</sup>	0.11	*	NS	NS
Loin pH1	6.31 <sup>a</sup>	6.29 <sup>a</sup>	6.01 <sup>b</sup>	6.11 <sup>b</sup>	6.01 <sup>b</sup>	5.99 <sup>b</sup>	0.09	*	NS	NS
Loin pH24	6.17 <sup>a</sup>	6.11 <sup>a</sup>	5.87 <sup>b</sup>	5.92 <sup>b</sup>	5.88 <sup>b</sup>	5.93 <sup>b</sup>	0.17	*	NS	*

(B) Breeds ; Duroc ; Landrace ; Yorkshire. (S) Sexes ; Barrows ; Gilts.

NS: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

<sup>a, b, c, d</sup> Values in the different breeds of the same sexes with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>x, y</sup> Values in the different sexes of the same breeds with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

表二十一、不同性別與屠宰時活體重對於豬隻背最長肌一般成分、保水力與酸鹼值之影響

Table 21. Effects of pig's sexes and slaughter weights on proximate analysis, WHC, and pH of LD muscle

(KG)	Barrows				Gilts				SEM	Significant		
	90.1-100	100.1-110	110.1-120	120.1-130	90.1-100	100.1-110	110.1-120	120.1-130		S	W	S×W
水分(%) Water	74.43 <sup>a</sup>	74.01 <sup>b</sup>	73.79 <sup>c</sup>	73.75 <sup>c</sup>	74.46 <sup>a</sup>	74.17 <sup>b</sup>	74.50 <sup>a</sup>	73.56 <sup>c</sup>	0.11	NS	*	NS
蛋白質(%) Protein	22.55 <sup>a</sup>	22.13 <sup>b</sup>	22.00 <sup>bc</sup>	21.76 <sup>c</sup>	23.08 <sup>a</sup>	22.61 <sup>b</sup>	22.44 <sup>c</sup>	22.54 <sup>bc</sup>	0.19	*	*	NS
脂肪(%) Fat	1.08 <sup>c</sup>	1.72 <sup>b</sup>	1.75 <sup>b</sup>	2.47 <sup>a</sup>	0.54 <sup>d</sup>	0.80 <sup>c</sup>	1.20 <sup>a</sup>	1.04 <sup>b</sup>	0.03	*	*	NS
灰分(%) Ash	1.23	1.20	1.23	1.23	1.23	1.23	1.20	1.27	0.04	NS	NS	NS
保水力(%) WHC	67.29	67.21	67.17	68.15	68.36	68.30	68.24	68.95	0.31	*	NS	NS
Ham pH1	6.34	6.32	6.29	6.25	6.33	6.33	6.30	6.20	0.07	NS	NS	NS
Ham pH24	6.28	6.09	6.14	6.19	6.40	6.35	6.20	6.26	0.09	NS	NS	NS
Loin pH1	5.93	5.97	5.81	5.86	6.02	5.99	5.94	5.94	0.11	NS	NS	NS
Loin pH24	5.88	5.95	5.80	5.89	5.88	5.97	5.94	5.90	0.23	NS	NS	NS

(S) Sexes ; Barrows ; Gilts. (W) Slaughter weights.

NS: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

<sup>a, b, c</sup> Values in the different weights of the same sexes with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

## 五、不同豬隻品種與性別間對於肉色、大理石紋與緊實度之影響

### 品種

表 22 為不同品種與性別間肉色、大理石紋與緊實度之差異。屠肉品質評級是以 NPPC (1991) 之屠肉品質表，針對不同品種與性別之豬背最長肌肉進行肉色、大理石紋與緊實度之評分，綜合此三項來評斷消費者對於屠肉品質之第一印象。肉色分為 6 分制，1 分為淡粉紅，6 分為深紅色。大理石紋，以 1-10 分表示，數值低表示肉中肌內脂肪含量少，數值高表示肌內脂肪含量多。緊實度，以 1-5 分表示，數值低表示肌肉緊實度越差，數值高表示肌肉緊實度越佳。

屠肉品質評級之結果顯示，杜洛克有顯著較高的肉色、大理石紋與緊實度評分 ( $P < 0.05$ )，而約克夏之肉色、大理石紋與緊實度評分表現較差 ( $P < 0.05$ )。而肉色與大理石紋評分結果亦反映在色差儀所測定之結果。杜洛克有顯著較高的紅色值 ( $a^*$ ) 與黃色值 ( $b^*$ ) ( $P < 0.05$ )。而約克夏則表現較低之肉色與大理石紋評分且紅色值 ( $a^*$ ) 與黃色值 ( $b^*$ ) 亦較低 ( $P < 0.05$ )，但有較高的亮度值 ( $L^*$ ) ( $P < 0.05$ )。本試驗亦針對肉品外觀與色差儀之結果進行相關性分析 (表 36)，結果顯示肉色與緊實度 ( $r=0.48$ )、紅色值 ( $a^*$ ) ( $r=0.43$ ) 與背最長肌肉之 pH24 ( $r=0.52$ ) 呈正相關 ( $P < 0.05$ )。大理石紋與黃色值 ( $b^*$ ) 呈正相關 ( $r=0.49$ ) ( $P < 0.05$ )。其中亮度值 ( $L^*$ ) 之分析結果顯示，於品種與性別間產生交感效應 ( $P < 0.05$ )，杜洛克與藍瑞斯之女豬  $L^*$  值皆低於閹公豬，而約克夏種則反之。而試驗中  $L^*$  值於品種與性別間產生交感效應。其可能與鄭 (2003) 研究中所提出  $L^*$  值變化與肌肉表現滲水多寡呈正相關，因肌肉表面滲水較多時易造成表面反光進而造成  $L^*$  值較高之現象相符，約克夏於此試驗中屠後 24 小時之背最長肌酸鹼值、保水力與緊實度評分皆較杜洛克與藍瑞斯為低，由相關性分析可以知道緊實度與背最長肌肉之 pH24 ( $r=0.47$ ) 呈正相關 ( $P < 0.05$ )。亮度值與背最長肌肉之 pH24 ( $r=-0.44$ ) 呈負相關 ( $P < 0.05$ )。故其肌肉表面過多滲水造成  $L^*$  值較高之結果。而在此試驗中，約克夏普遍被觀察到緊實度較差，且肉色較淡。Henckel *et al.* (2002) 指出豬隻在屠宰過程中受到緊迫或勞動，其屠後肌肉 pH 值快速下降，因而降低紅色值，因而產生肉色較淡，緊實度較差之 PSE 肉。

## 性別

在許多研究中發現，遺傳因素（如品種、品系）、性別及肌肉部位對肌肉纖維類型與肉質品質皆具影響。而影響豬肉品質的因素很多，主觀的判定肉色、大理石紋與緊實度通常可做為測定豬肉品質的參照

不同品種下性別之屠肉品質評級結果顯示（表 22）。女豬之肉色評分普遍較閹公豬高之趨勢，但統計上無顯著差異（ $P>0.05$ ）。而在大理石紋評分上，閹公豬顯著較女豬高（ $P<0.05$ ）。緊實度在閹公豬與女豬之間無顯著差異（ $P>0.05$ ）。而在色差儀的結果，亮度值（ $L^*$ ）於性別間無顯著差異，紅色值（ $a^*$ ）女豬顯著高於閹公豬（ $P<0.05$ ）。黃色值（ $b^*$ ）閹公豬顯著高於女豬（ $P<0.05$ ）。Cason *et al.*（1987）指出，肉中脂肪含量與所測得之黃色值（ $b^*$ ）呈正相關。而此次試驗結果亦說明脂肪含量及肉中之色素含量為影響肉類色澤的直接與間接因素（Hill and Dansky, 1951；Solberg, 1968；Lyon and Cason, 1995；Hillebrand *et al.*, 1996）。

肉品之外觀常為消費者購買肉品時的第一印象，以肉色、大理石紋與緊實度判定食肉品質為最簡易、最重要的指標。Cisneros *et al.*（1996）研究指出閹公豬比女豬有較高之大理石紋評分。Fernandez *et al.*（1999）研究 DL 二品種豬肉之 IMF 含量對肉質之影響，指出 IMF 含量在 3.5% 以下，豬肉的接受度隨 IMF 的增加而增加。顯示適度提高 IMF 含量有助提高消費者之接受度，進而提升豬肉附加價值。雖然大理石紋不能完全代表 IMF 含量，但兩者之間為正相關（0.31），而在國外市場或國內外銷廠之屠肉評級為配合背脂厚度或加上肉色、大理石紋等加以評分後再進行分級，因此肉色與大理石紋也是影響市場價格的重要指標。大理石紋多寡與嫩度、多汁性和適口性有密切的相關（Miller, 1994）。

綜觀以上結果，屠肉品質評級中，顏色、大理石紋與緊實度評分，品種方面以杜洛克種皆顯示較高評分。而性別方面，女豬有較高之紅色值表現（ $a^*$ ），閹公豬因有較高之大理石紋評分與黃色值（ $b^*$ ），若與美國肉品科學協會所訂定之理想豬肉品質指標下比較，杜洛克閹公豬較為理想。

表二十二、不同品種與性別豬隻背最長肌屠肉品質之結果

Table 22. Effects of pig's breeds and sexes of on meat quality evaluation of LD muscle

	Duroc		Landrace		Yorkshire		SEM	Significant		
	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts		B	S	B*S
肉色 Color	5.69 <sup>a</sup>	5.77 <sup>a</sup>	4.99 <sup>b</sup>	5.01 <sup>b</sup>	4.72 <sup>c</sup>	4.65 <sup>c</sup>	0.12	*	NS	NS
大理石紋 Marbling	2.66 <sup>a,x</sup>	1.72 <sup>a,y</sup>	2.05 <sup>b,x</sup>	1.69 <sup>ab,y</sup>	1.78 <sup>c,x</sup>	1.66 <sup>b,y</sup>	0.11	*	*	NS
緊實度 Firmness	2.98 <sup>a</sup>	2.88 <sup>a</sup>	2.85 <sup>b</sup>	2.78 <sup>b</sup>	2.43 <sup>c</sup>	2.59 <sup>c</sup>	0.23	*	NS	NS
亮度值, L* (Lightness)	50.18 <sup>b</sup>	49.58 <sup>b</sup>	49.58 <sup>c</sup>	49.55 <sup>b</sup>	51.48 <sup>a</sup>	52.48 <sup>a</sup>	0.34	*	NS	*
紅色值, a* (Redness)	7.89 <sup>a,y</sup>	8.96 <sup>a,x</sup>	7.64 <sup>b,y</sup>	8.24 <sup>b,x</sup>	4.66 <sup>c,y</sup>	5.78 <sup>c,x</sup>	0.16	*	*	NS
黃色值, b* (Yellowness)	9.74 <sup>a,x</sup>	8.77 <sup>a,y</sup>	7.99 <sup>b,x</sup>	8.01 <sup>b,x</sup>	7.12 <sup>c,x</sup>	6.48 <sup>c,y</sup>	0.24	*	*	NS

(B) Breeds ; Duroc ; Landrace ; Yorkshire. (S) Sexes ; Barrows ; Gilts.

NS: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

<sup>a, b, c</sup>Values in the different breeds of the same sexes with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>x, y</sup>Values in the different sexes of the same breeds with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

## 六、不同品種與性別豬之背最長肌之剪力值、肌纖維數目與質地分析

### 品種

不同品種與性別下豬隻背最長肌之剪力值、質地分析與肌纖維數目之結果於表 23 中，而在品種與性別間皆於剪力值、硬度值與肌纖維數目具有顯著差異，而此試驗中剪力值在 5.660~7.996 kg/cm<sup>2</sup> 之間。其中品種間之比較，結果顯示，杜洛克剪力值顯著較低，藍瑞斯居中，約克夏剪力值較高 ( $P < 0.05$ )。而質地描述分析之結果，硬度值與剪力值有相似之結果，杜洛克顯示有顯著較低之硬度值，約克夏則顯示較高之硬度值 ( $P < 0.05$ )。而 Jeong *et al.* (2010) 指出剪力值與硬度值分別與咀嚼性呈正相關。Enfält *et al.* (1996) 亦指出剪力值與咀嚼時間、咬切阻力呈正相關，與嫩度及總接受度呈負相關。而在試驗中內聚性、彈性與咀嚼性在品種間無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。潘 (2009) 指出單位面積下肌纖維數目多寡會造成食肉嫩度上之差異，因此本試驗亦比較不同品種與性別豬隻肌肉纖維切片 (圖 14)，並將量化之肌纖維數目結果列於表 23 中，杜洛克，其單位面積肌纖維數目較藍瑞斯與約克夏多 ( $P < 0.05$ )，且由圖 14 中可以發現於單位面積內杜洛克肌纖維較細且分布較密集，因此其剪力值表現較低，剪力值與單位面積下之肌纖維數目呈高度負相關 ( $r = -0.67, P < 0.05$ ) (表 37)。

### 性別

不同品種與性別豬之背最長肌之剪力值、質地描述儀與肌纖維數目之結果於表 23 中，性別間之比較，閹公豬之剪力值與硬度值皆較女豬低 ( $P < 0.05$ )。而在內聚性、彈性與咀嚼性則在性別間無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。肌纖維數目之比較，性別之間未達顯著差異 ( $P > 0.05$ )，但仍可以發現於各品種下閹公豬有較女豬高之肌纖維數目之趨勢。閹公豬具有較低之剪力值與硬度值可能原因為，其背最長肌因具有較高之粗脂肪含量、大理石紋評分與單位面積下有較多之肌纖維數目之趨勢所致，影響肌肉剪力值的因素眾多例如：肌肉內脂肪含量、肌纖維形式與結締組織含量等，而當肌肉內脂肪含量較高時，肌肉有較佳的嫩度表現與較低的剪力值 (Hovenier *et al.*, 1993)。而肌肉中大理石紋會影響其潤滑性、應力與緊實度等，進而影響肉品嚐時風味與接受度 (Miller, 1994)。Crouse *et al.* (1991) 曾指

出肌纖維數目與肉之嫩度表現為正相關，肌纖維越細，單位面積越多者，其嫩度表現亦較佳，且王(2003)亦指出單位面積內肌纖維較多且越細者，其較易咬斷。

剪力值的高低對於肉的嫩度有絕對的關係，當剪力值較低時則代表食肉嫩度較嫩。Wood *et al.* (1999) 指出當肌肉內脂肪含量較高時，肌肉則表現較高的嫩度評分與較低的剪力值，鄭(2003)亦指出肌肉內脂肪含量與剪力值呈高度負相關 ( $r=-0.965, P<0.05$ )。因此於本試驗中背最長肌之剪力值與粗脂肪含量、大理石紋評分、感官品評嫩度評分之相關性分析(表 37)，其剪力值與粗脂肪含量 ( $r=-0.52, P<0.05$ )、大理石紋評分 ( $r=-0.48, P<0.05$ ) 與嫩度評分 ( $r=-0.72, P<0.05$ ) 呈高度負相關。可藉由粗脂肪含量與大理石紋評分與剪力值三者之間的關係證明，脂肪含量與大理石紋為杜洛克與閩公豬之剪力值較低之原因之一。Brewer *et al.* (2002) 比較杜洛克與其他四種品種豬隻背最長肌，發現杜洛克與盤克夏種具較低之剪力值，而 Enfalt *et al.* (1996) 亦比較不同豬種之背最長肌質地分析，發現具有杜洛克血統者有較低之剪力值與較少之咀嚼時間，在感官品評上其總接度與嫩度有較佳之評分，因此此試驗與過去之研究有相似之結果。而影響食肉剪力值與嫩度除了脂肪含量外，Crouse *et al.* (1991) 曾指出肌纖維與肉之嫩度表現具有相關，肌束內纖維越細，剪力值亦隨之降低；而當單位面積下肌纖維數目較多且較細時，肉也較易於咬斷(王，2003)。王(2003)亦指出日本鹿兒島黑豬擁有較多肌纖維且纖維較細，鹿兒島黑豬肉具有高保水力與較佳肉質彈性。且肌纖維數量與面積和食肉的滴水失重具有相關性，當單位面積下肌纖維數目越多其滴水失重比率較低，肌纖維面積越少則增加滴水失重比率。由此可得之，肌纖維數目不僅對食肉之剪力值有顯著影響，更影響其食肉品質。且此試驗結果得知單位面積內肌纖維數目可反映於物性測定儀上 ( $P<0.05$ )。並於此試驗中肌纖維數目切片、剪力值與感官品評之嫩度表現之間具有相關性，可相互呼應此試驗結果。圖 14 為不同豬隻品種與性別間背最長肌之肌纖維切片。

表二十三、不同品種與性別豬隻背最長肌剪力值、質地描述儀與肌纖維數目之結果

Table 23. Effects of pig's breeds and sexes on shear value, texture profile analysis, and muscle fiber number of LD muscle

	Duroc		Landrace		Yorkshire		SEM	Significant		
	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts		B	S	B*S
肌纖維數目 Muscle fiber number	237.23 <sup>a</sup>	234.41 <sup>a</sup>	182.11 <sup>b</sup>	181.78 <sup>b</sup>	163.29 <sup>c</sup>	143.32 <sup>c</sup>	1.01	*	NS	NS
剪力值 Shear value	5.660 <sup>c,y</sup>	6.021 <sup>c,x</sup>	6.445 <sup>b,x</sup>	6.558 <sup>b,x</sup>	7.086 <sup>a,y</sup>	7.996 <sup>a,x</sup>	0.43	**	*	NS
硬度 Hardness	4.542 <sup>c,y</sup>	5.988 <sup>c,x</sup>	6.213 <sup>b,x</sup>	6.399 <sup>b,x</sup>	6.971 <sup>a,y</sup>	7.521 <sup>a,x</sup>	0.29	**	*	NS
內聚性 Cohesiveness	0.662	0.636	0.647	0.618	0.644	0.596	0.21	NS	NS	NS
彈性 Elasticity	0.633	0.695	0.702	0.639	0.660	0.657	0.11	NS	NS	NS
咀嚼性 Chewiness	1.012	1.123	0.964	0.937	1.011	0.957	0.13	NS	NS	NS

(B) Breeds ; Duroc ; Landrace ; Yorkshire.(S) Sexes ; Barrows ; Gilts.

NS: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

<sup>a, b, c</sup>Values in the different breeds of the same sexes with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>x, y, z</sup>Values in the different sexes of the same breeds with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

## 七、不同豬隻品種與性別之背最長肌核苷酸關聯物分析

### 品種

表 24 為不同品種與性別之肌肉中核苷酸關聯物之比較。Bendall (1973) 發現在死後僵直的過程中，ATP (adenosine 5'-triphosphate) 逐漸被去磷酸化，轉變為 ADP (adenosine 5'-diphosphate) 和 AMP (adenosine 5'-monophosphate)，再經過去胺作用成為 IMP (inosine 5'-monophosphate)，進而代謝成肉苳 (inosine, INO) 和次黃嘌呤 (hypoxanthine, HYP)。而 ATP 於體內降解路徑大致為：ATP→ADP→AMP→IMP→INO→HYP (Tsai *et al.*, 1972)。而由表 24 所示，各組間肌肉中 ATP、ADP 與 AMP 幾乎已降解殆盡，且在各品種間無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。王 (1995) 指出家畜在屠後 24 小時測定時，發現 ATP 均已完全消耗殆盡，並且 ADP 與 AMP 隨這貯存時間的增加均維持微量。而屠後肌肉中核苷酸關聯物含量受許多因素影響包括品種、年齡與屠宰方式等。Tsai *et al.* (1972) 曾指出，豬隻因品系不同與屠宰年齡不同，肌肉內核苷酸關聯物含量亦有所差異。鄭 (2003) 報告中指出，ATP 含量與酸鹼值具有負相關 (-0.301)，若豬隻屠宰時所受之緊迫程度不同，其 ATP 降解速度也有所不同，進而造成核苷酸關聯物含量上之差異。而鄭 (2002) 也指出，追趕時所造成之緊迫處理會使白肉雞胸肉與腿肉 ATP 含量降解速度加快，進而影響肌肉中 ADP、AMP 與 IMP 的含量。而核苷酸關聯物又根據鹼基的不同，又有鳥嘌呤核苷酸 (鳥苷酸，GMP)、胞嘧啶核苷酸 (胞苷酸，CMP)、尿嘧啶核苷酸 (尿苷酸，UMP)。他們是合成生物大分子核糖核酸 (RNA) 及脫氧核糖核酸 (DNA) 的前身物，而 ATP 在降解的過程中可能會影響其合成代謝、分解代謝及代謝調節。

IMP 與 GMP 為食肉中主要的風味物質，但因 GMP 在肉中含量相當低，因此 IMP 為肉中鮮味之主要來源，其可提供肉類食品優良之風味，亦可做為風味添加劑 (Kawai *et al.*, 2002)。Dinarieva and Safronova (1973) 指出 IMP 與 GMP 對牛、豬肉烹煮食風味的產生很重要；其在肉中含量多寡來決定肉品的風味強度 (Yano *et al.*, 1995)。試驗中比較各組間 IMP 與 GMP 之含量，結果顯示。杜洛克顯著較高之 IMP 含量，其次為藍瑞斯，最後為約克夏 ( $P < 0.05$ )。GMP 含量則於各組之間無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。黃 (1997) 研究指出杜洛克有較高之 IMP

含量其風味可能較佳。有上述可得知，杜洛克肌肉中與肉類風味有關之 IMP 含量較高，故以增進屠肉品質與風味而言，可於市售雜交豬系統中增加杜洛克種之血統比例，而過去研究指出杜洛克具有優良之生產性狀，飼料換肉率表現佳、屠體性狀有著強健之前後軀、較大之腰眼面積以及背最長肌有著較佳之大理石紋等優點，但其缺點是繁殖性狀不佳，母性較差，屠體產肉量稍低，因此在雜交系統中常被作為終端父畜，以達到增進瘦肉量以及屠肉品質。

除了 GMP 與 IMP 之外，不同的核苷酸關聯物在肉中亦能影響其風味變化。Kuda *et al.* (2008) 指出 HYP 含量增加會造成風味的流失與苦味的產生，且 HYP 含量與肉的接受度呈負相關。Terasaki *et al.* (1965) 曾提出 IMP 與家禽肉風味有關，而 INO 則呈無味，HYP 則呈苦味。而一般來說，INO 與 HYP 的含量隨貯存時間的增加而提升 (王, 1995)。基於貯存時間亦會造成 INO 與 HYP 含量之變化，故此試驗均於同一時間分析完成以減少貯存時間所造成之實驗誤差。比較各組間 INO 與 HYP 含量，可以發現無論是 INO 或 HYP 均於各品種間無顯著差異。

CMP 含量於品種間有顯著差異 ( $P < 0.01$ )，約克夏種有較高之 CMP 含量表現 ( $P < 0.01$ )。但於品種與性別間產生交感效應 ( $P < 0.05$ )，杜洛克與約克夏之 CMP 含量閹公豬高於女豬之表現，然而藍瑞斯則反之。Dinarieva and Safronova (1973) 指出 IMP 與 GMP 對牛、豬肉烹煮食風味的產生很重要，而 AMP 與 CMP 則無影響，INO 則對於蒸煮後的肉品風味有關。因此在此試驗中雖 CMP 含量在品種間有顯著差異 ( $P < 0.01$ )，但是其對於風味較無顯著影響。

## 性別

表 24 為不同品種與性別之肌肉中核苷酸關聯物之比較。性別方面之比較結果顯示，肌肉中 ATP、ADP 與 AMP 幾乎已降解殆盡，且在各組間無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。IMP 為食肉中風味物質代表，雖於統計尚未達顯著水準 ( $P > 0.05$ )，但閩公豬表現較女豬高的 IMP 含量之趨勢。與黃 (1997) 指出性別比較於豬隻 IMP 含量上，不論品系與年齡，性別上具有公豬  $>$  閩公豬  $>$  女豬之含量差異之結果相符。Dinarijeva and Safronova (1973) 指出 IMP 與 GMP 對牛、豬肉烹煮食風味的產生很重要，而 AMP 與 CMP 則無影響，INO 則對於蒸煮後的肉品風味有關。因此在此試驗中雖 CMP 含量雖亦於性別間有顯著差異 ( $P < 0.05$ )，但是其對於風味較無顯著影響。而 UMP、GMP、HYP 與 INO 含量則在各組間無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。

表二十四、不同品種與性別豬隻背最長肌核苷酸關聯物含量 (mg/g)

Table 24. Effects of pig's breeds and sexes on ATP content of LD muscle (mg/g)

	Duroc		Landrace		Yorkshire		SEM	Significant		
	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts		B	S	B*S
CMP	0.1437 <sup>a,x</sup>	0.1093 <sup>a,y</sup>	0.0391 <sup>c,y</sup>	0.0689 <sup>b,x</sup>	0.0643 <sup>b,x</sup>	0.0310 <sup>c,y</sup>	0.0011	**	*	*
UMP	0.0924	0.0650	0.0864	0.1099	0.0925	0.0853	0.0020	NS	NS	NS
ATP	0.0071	0.0097	0.0090	0.0086	0.0075	0.0074	0.0011	NS	NS	NS
ADP	0.0068	0.0069	0.0074	0.0080	0.0077	0.0068	0.0014	NS	NS	NS
GMP	0.0663	0.0522	0.0499	0.0423	0.0579	0.0531	0.0019	NS	NS	NS
IMP	1.3457 <sup>a</sup>	1.1173 <sup>a</sup>	0.6431 <sup>b</sup>	0.6343 <sup>b</sup>	0.5070 <sup>c</sup>	0.4888 <sup>c</sup>	0.0036	**	NS	NS
HYP	0.0041	0.0036	0.0050	0.0052	0.0045	0.0057	0.0010	NS	NS	NS
AMP	0.0066	0.0070	0.0070	0.0053	0.0055	0.0050	0.0011	NS	NS	NS
INO	0.2929	0.1534	0.2841	0.3012	0.2900	0.2350	0.0022	NS	NS	NS

(B) Breeds ; Duroc ; Landrace ; Yorkshire ; (S) Sexes ; Barrows ; Gilts.

NS: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

<sup>a, b, c</sup>Values in the different breeds of the same sexes with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>x, y</sup>Values in the different sexes of the same breeds with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

## 八、不同豬隻品種與性別之背最長肌游離胺基酸含量分析

### 品種

表 25 為不同品種與性別之肌肉中游離胺基酸含量之比較。胺基酸本身之呈味可分為苦、甜、酸、鹹與鮮味，黃 (1997) 說明胺基酸本身風味可分為下列幾種甜味胺基酸有絲胺酸 (Ser)、丁胺酸 (Thre) 與甘胺酸 (Gly)；苦味胺基酸其中包括精胺酸 (Arg)、組胺酸 (His)、異白胺酸 (Ile)、白胺酸 (Leu)、纈胺酸 (Val)、苯丙胺酸 (Phe)、丙胺酸 (Ala) 與羥脯胺酸 (Hyp)；鮮味胺基酸包括甲硫胺酸 (Met)、麩胺酸 (Glu) 與天門冬胺酸 (Asp)。而 Suzuki *et al.* (1991) 認為牛磺酸 (Tau)、麩胺酸 (Glu)、麩醯胺酸 (Gln)、甘胺酸 (Gly)、丙胺酸 (Ala) 與肌肽 (Car) 為肉類主要產生風味之胺基酸。比較具有風味的胺基酸，包含甜味、苦味與鮮味胺基酸，分別敘述如下。

首先比較甜味胺基酸有絲胺酸 (Ser)、丁胺酸 (Thre) 與甘胺酸 (Gly)。結果顯示，絲胺酸 (Ser) 與甘胺酸 (Gly) 在品種間無顯著差異 ( $P > 0.05$ )；而丁胺酸含量 (Thre)，以杜洛克顯著較高之含量表現，藍瑞斯與約克夏較低 ( $P < 0.05$ )。而在苦味胺基酸有精胺酸 (Arg)、組胺酸 (His)、異白胺酸 (Ile)、白胺酸 (Leu)、纈胺酸 (Val) 與苯丙胺酸 (Phe)。結果顯示，精胺酸 (Arg)、異白胺酸 (Ile)、纈胺酸 (Val) 與苯丙胺酸 (Phe) 之含量於品種間皆無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。組胺酸 (His) 含量於品種間差異顯著，杜洛克有顯著較藍瑞斯與約克夏低之組胺酸 (His) 含量 ( $P < 0.05$ )，而比較白胺酸 (Leu) 含量，藍瑞斯顯著高於杜洛克與約克夏 ( $P < 0.05$ )。在分析項目中鮮味胺基酸包括甲硫胺酸 (Met)、麩胺酸 (Glu) 與天門冬胺酸 (Asp)，在麩胺酸 (Glu) 含量方面，杜洛克之麩胺酸 (Glu) 含量有較高之趨勢，但其差異未達顯著標準 ( $P > 0.05$ )，而甲硫胺酸 (Met) 與天門冬胺酸 (Asp) 含量在各品種間皆無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。

具有生理特性之胺基酸含量比較，包括精胺酸 (Arg)、組胺酸 (His)、色胺酸 (Trp)、磷絲胺酸 (Phospho-Ser) 與牛磺酸 (Tau)。精胺酸 (Arg)、色胺酸 (Trp) 與磷絲胺酸 (Phospho-Ser) 於品種間皆無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。而組胺酸 (His) 則以藍瑞斯含量最高，杜洛克含量最低 ( $P < 0.05$ )。黃 (1997) 以胺基酸本身之風味進行分類，組胺酸 (His) 屬於苦味胺基酸，但其具有提升免疫作用之生理

功能。而比較牛磺酸 (Tau) 於在品種間差異顯著 ( $P < 0.05$ )，杜洛克具有顯著較藍瑞斯與約克夏高之牛磺酸含量 (Tau)。牛磺酸為一種特殊之含硫胺基酸，最早由牛膽汁分離被發現，故稱為牛磺酸 (林, 1999)，為人體中非必需胺基酸。牛磺酸在動物組織中廣泛分布，尤其以海洋動物體內含量較高，牛磺酸具有抗氧化之生理功能，其抗氧化機制為：降低氧化壓力及清除自由基。在動物實驗中證實其具有清除自由基的能力 (Sies and Murphy, 1991)。而牛磺酸於風味上之影響，Suzuki *et al.* (1991) 曾提出牛磺酸 (Tau) 為肉類主要產生風味之胺基酸，其能產生似肉之風味。另外代表性之功能性胺基酸還有肌肽 (Car) 與甲肌肽 (Ans)，其中肌肽被認為具有參與人體許多生理功能的重要角色，許多報告指出其具有抗氧化與緩衝肌肉的活動，在骨骼肌中含有高濃度的肌肽 (Kantha *et al.*, 2000; Mei *et al.*, 1998; 吳, 1999)。但肌肽 (Car) 與甲肌肽 (Ans) 在品種間皆無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。綜上述之結果，杜洛克在甜味胺基酸有較高含量，苦味胺基酸含量較低，而在呈鮮味胺基酸含量雖未達顯著標準，但較其他兩種品種豬隻含量較高之趨勢。

## 性別

表 25 為不同品種與性別之肌肉中游離胺基酸含量之比較。在性別間，各種呈味胺基酸與生理胺基酸皆無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。黃 (1997) 對藍瑞斯 (L)、約克夏 (Y)、杜洛克 (D)、三品種雜交肉豬 (LYD) 及台灣黑毛豬五種品系豬隻分析游離胺基酸之研究，指出影響肉中胺基酸含量因素包含動物種類、品種、年齡、性別、肌肉部位與 pH 值等，結果顯示，游離胺基酸含量於性別上則公豬肉含量顯著高於閹公豬肉與女豬肉 ( $P < 0.05$ )，而閹公豬與女豬兩者並無差異 ( $P > 0.05$ )。比較閹公豬和女豬於不同肌肉部位游離胺基酸含量，在背最長肌中脯胺酸含量有差異，腹脇肉則無差異 (Okitani *et al.*, 1986)。

表二十五、不同品種與性別豬隻背最長肌游離胺基酸含量 (mg/g)

Table 25. Effects of pig's breeds and sexes on free amino acid content of the LD muscle(mg/g)

	Duroc		Landrace		Yorkshire		SEM	Significant		
	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts		B	S	B×S
Phosphoserine	0.0114	0.0108	0.0138	0.0148	0.0132	0.0128	0.0011	NS	NS	NS
Serine	0.0303	0.0296	0.0298	0.0291	0.0287	0.0243	0.0023	NS	NS	NS
Threonine	0.0077 <sup>a</sup>	0.0068 <sup>a</sup>	0.0048 <sup>bc</sup>	0.0042 <sup>b</sup>	0.0057 <sup>b</sup>	0.0041 <sup>b</sup>	0.0011	*	NS	NS
Hisidine	0.0021 <sup>c</sup>	0.0028 <sup>b</sup>	0.0068 <sup>a</sup>	0.0062 <sup>a</sup>	0.0052 <sup>b</sup>	0.0068 <sup>a</sup>	0.0012	*	NS	NS
Taurine	0.0579 <sup>a</sup>	0.0559 <sup>a</sup>	0.0369 <sup>b</sup>	0.0349 <sup>b</sup>	0.0388 <sup>b</sup>	0.0347 <sup>b</sup>	0.0033	*	NS	NS
Glycine	0.0394	0.0378	0.0287	0.0292	0.0411	0.0388	0.0019	NS	NS	NS
Arginine	0.0068	0.0073	0.0072	0.0061	0.0079	0.0062	0.0013	NS	NS	NS
Anserine	0.6897	0.6785	0.6972	0.6811	0.6866	0.6714	0.0052	NS	NS	NS
Valine	0.0339	0.0441	0.0462	0.0447	0.0511	0.0536	0.0023	NS	NS	NS
Methonine	0.0047	0.0052	0.0041	0.0051	0.0044	0.0047	0.0023	NS	NS	NS
Isoleucine	0.0063	0.0071	0.0061	0.0067	0.0078	0.0082	0.0014	NS	NS	NS
Leucine	0.0067 <sup>b</sup>	0.0084 <sup>b</sup>	0.0127 <sup>a</sup>	0.0132 <sup>a</sup>	0.0078 <sup>b</sup>	0.0075 <sup>b</sup>	0.0025	*	NS	NS
Tryptophan	0.0678	0.0712	0.0662	0.0679	0.0787	0.0741	0.0014	NS	NS	NS
Phenylalanine	0.0228	0.0224	0.0211	0.0242	0.0239	0.0258	0.0023	NS	NS	NS
Lysine	0.0382	0.0278	0.0477	0.0322	0.0398	0.0369	0.0014	NS	NS	NS
Tyrosine	0.0078	0.0067	0.0069	0.0061	0.0081	0.0078	0.0025	NS	NS	NS
Carnosine	2.4501	2.5520	2.341	2.445	2.521	2.347	0.0123	NS	NS	NS
Glutamic Acid	0.0178	0.0185	0.0142	0.0157	0.0141	0.0149	0.0012	NS	NS	NS
Aspartic Acid	0.0161	0.0154	0.0137	0.0124	0.0140	0.0137	0.0012	NS	NS	NS

(B) Breeds ; Duroc ; Landrace ; Yorkshire ; (S) Sexes ; Barrows ; Gilts.

NS: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

<sup>a, b, c</sup> Values in the different breeds of the same sexes with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>x, y, z</sup> Values in the different sexes of the same breeds with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

## 九、不同豬隻品種與性別之背最長肌脂肪酸組成分析

### 品種

脂肪為肉中風味感受之一大關鍵，而因脂肪酸組成的變異與多寡皆會直接影響食肉中的風味，豬肉中的脂肪酸組成因品種不同而有所差異(史，1997; 廖等，2002)。且育種改良亦可改變屠體中脂肪酸組成。比較豬隻品種與性別於豬隻背最長肌中脂肪酸之影響。試驗結果如表 26 所示。

在飽和脂肪酸 (Saturated fatty acid, SFA) 部分，其中月桂酸 (C12:0)、肉豆蔻酸 (C14:0) 與軟脂酸 (C16:0) 比例在品種間皆無顯著差異 ( $P > 0.05$ )，而相較於杜洛克與藍瑞斯，約克夏有顯著較高之硬脂酸 (C18:0) 脂肪之比例 ( $P < 0.05$ )。單不飽和脂肪酸方面 (Monounsaturated fatty acid, MUFA)，棕櫚油酸 (C16:1) 與二十碳烯酸 (C20:1) 在各組間比例並無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。油酸 (C18:1) 則是以杜洛克與藍瑞斯顯著高於約克夏 ( $P < 0.05$ )。比較多不飽和脂肪酸 (Polyunsaturated fatty acid, PUFA)，次亞麻油酸 (C18:3) 與花生四烯酸 (C20:4) 在品種間皆無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。而亞麻油酸 (C18:2) 方面在品種間差異顯著 ( $P < 0.05$ )，約克夏比杜洛克與藍瑞斯有較高之含量 ( $P < 0.05$ )。但也在品種與性別間有交感效應之產生。其中杜洛克與約克夏之闖公豬表現較女豬高之亞麻油酸 (C18:2) 含量，而藍瑞斯則反之。關於品種與性別之間所呈現之趨勢不同之原因可由過去的研究發現，豬肉中脂肪酸組成雖會因豬隻品系不同而有所差異，而 Kellogg *et al.* (1977) 曾提出約克夏種有顯著較高之亞麻油酸 (C18:2) 含量，而屠體中脂肪酸組成雖可由育種改變，但豬肉中脂肪酸組成會因品種、飼糧、性別、年齡等而有所不同。Scott *et al.* (1981) 指出脂肪酸組成與豬隻年齡相關，其中亞麻油酸 (C18:2) 含量會隨著年齡的增加而降低，而不同的飼糧亦能改變豬肉中亞麻油酸 (C18:2) 之比例。潘等 (2008) 指出以大麥餵飼之豬隻其背最長肌中飽和度較高且脂肪熔點亦較高。Lampe *et al.* (2006) 使用大麥餵飼可使屠體脂肪酸組成中之不飽和脂肪酸降低，故碘價低而獲得較佳品質隻屠體。若降低屠體中不飽和脂肪酸含量可使屠體脂肪硬度加高，進而使屠體堅實且延長豬肉保存時間 (顏，1989)。且過去的文獻亦指出同性別之家畜脂肪堆積速度亦有所差異，因此在脂肪與脂肪酸之含量亦有所不同，Correa *et al.* (2006) 比較不同

成長速度與性別對於脂肪堆積與脂肪酸組成，發現成長速度較慢豬隻與女豬有顯著較低比例之飽和脂肪酸，與顯著較高比例之亞麻油酸（C18:2）與多元不飽和脂肪酸。因此雖此試驗中品種與性別於亞麻油酸（C18:2）產生交感效應，但亞麻油酸（C18:2）含量亦受許多因子影響，與過去的文獻結果比較下品種與性別是否為主要之影響因子仍有待確認。而脂肪酸組成能影響食肉風味，尤其是油酸（C18:1）與次亞麻油酸（C18:3）（Crouse *et al.*, 1982）。一般而言，食肉風味與食肉中飽和脂肪酸與單元不飽和脂肪酸呈正相關，而與多元不飽和脂肪酸呈負相關（Cameron and Enser, 1991）。在表 26 比較不同品種與性別間 SFA、MUFA 與 PUFA 比例，SFA 比例以約克夏最高（ $P < 0.05$ ）。而在 MUFA 方面，杜洛克與藍瑞斯顯著高於約克夏（ $P < 0.05$ ）。在 PUFA 方面，品種間未達顯著標準（ $P > 0.05$ ）。

## 性別

豬隻性別與品種於豬隻背最長肌中脂肪酸之影響如表 26 所示。在飽和脂肪酸（Saturated fatty acid, SFA）部分，月桂酸（C12:0）、肉豆蔻酸（C14:0）、軟脂酸（C16:0）與硬脂酸（C18:0）比例在性別間皆無顯著差異（ $P > 0.05$ ）。單元不飽和脂肪酸方面（Monounsaturated fatty acid, MUFA），女豬有顯著較閩公豬高之油酸（C18:1）比例（ $P < 0.05$ ）。而棕櫚油酸（C16:1）與二十碳烯酸（C20:1）則無顯著差異（ $P > 0.05$ ）。比較多不飽和脂肪酸（Polyunsaturated fatty acid, PUFA），亞麻油酸（C18:2）方面在品種間與性別差異顯著並產生交感效應（ $P < 0.05$ ），其中杜洛克與約克夏之閩公豬表現較女豬高之亞麻油酸（C18:2）含量，而藍瑞斯則反之。而造成品種與性別間趨勢不一之原因可能在於豬隻脂肪酸組成受年齡、飼糧、與生長速度不同而有所差異，因此若單比較品種與性別可能無法確實反映品種與性別間之差異性。次亞麻油酸（C18:3）與花生四烯酸（C20:4）在閩公豬與女豬間皆無顯著差異（ $P > 0.05$ ）。而在表 26 比較不同品種與性別間 SFA、MUFA 與 PUFA 比例，閩公豬有顯著較高之 SFA 比例（ $P < 0.05$ ），女豬有顯著較高之 MUFA 含量（ $P < 0.05$ ）。在 PUFA 方面，杜洛克種女豬與約克夏種女豬皆顯著高於其閩公豬（ $P < 0.05$ ），藍瑞斯種閩公豬高於女豬（ $P < 0.05$ ）。因此在 PUFA 比例上品種與性別有交感效應（ $P < 0.05$ ）。由於 PUFA 中亞麻油酸（C18:2）占很高比例，推測豬隻亞麻油酸組成受其他因子影響（如飼養方式、年齡與飼糧）甚大，因此有此效應產生。

表二十六、不同品種與性別豬隻背最長肌脂肪酸含量(%)

Table 26. Effects of pig's breeds and sexes on fatty acid analysis of the LD muscle(%)

	Duroc		Landrace		Yorkshire		SEM	Significant		
	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts		B	S	B×S
C12:0	4.113	3.878	4.299	3.928	4.001	4.007	0.052	NS	NS	NS
C14:0	1.347	1.342	1.547	1.556	1.334	1.326	0.039	NS	NS	NS
C16:0	23.789	23.845	23.875	23.514	23.141	22.885	0.089	NS	NS	NS
C16:1	1.021	1.024	1.008	1.009	1.005	1.001	0.023	NS	NS	NS
C18:0	13.386 <sup>b</sup>	13.515 <sup>b</sup>	12.742 <sup>c</sup>	13.005 <sup>b</sup>	17.898 <sup>a</sup>	15.047 <sup>a</sup>	0.036	*	NS	NS
C18:1	35.115 <sup>a,y</sup>	36.789 <sup>a,x</sup>	35.789 <sup>a,y</sup>	36.715 <sup>a,x</sup>	32.458 <sup>b,y</sup>	34.425 <sup>b,x</sup>	0.059	*	*	NS
C18:2	17.512 <sup>a,x</sup>	15.365 <sup>c,y</sup>	15.784 <sup>b,y</sup>	17.542 <sup>a,x</sup>	17.421 <sup>a,x</sup>	16.789 <sup>b,y</sup>	0.067	*	*	*
C18:3	0.879	1.056	1.008	0.758	0.728	0.879	0.012	NS	NS	NS
C20:1	0.720	0.774	0.778	0.695	0.724	0.854	0.023	NS	NS	NS
C20:4	0.254	0.221	0.212	0.193	0.232	0.218	0.009	NS	NS	NS
SFA	42.636 <sup>b,x</sup>	42.582 <sup>b,x</sup>	42.464 <sup>b,x</sup>	42.004 <sup>b,x</sup>	46.118 <sup>a,x</sup>	43.524 <sup>a,y</sup>	0.036	*	*	NS
MUFA	36.856 <sup>a,y</sup>	38.588 <sup>a,x</sup>	37.576 <sup>a,y</sup>	38.42 <sup>a,x</sup>	34.187 <sup>b,y</sup>	36.281 <sup>b,x</sup>	0.056	*	*	NS
PUFA	18.646 <sup>x</sup>	16.643 <sup>y</sup>	17.005 <sup>y</sup>	18.495 <sup>x</sup>	18.381 <sup>x</sup>	17.887 <sup>y</sup>	0.023	NS	*	*

(B)Breeds ; Duroc ; Landrace ; Yorkshire ; (S)Sexes ; Barrows ; Gilts.

NS: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

<sup>a, b, c</sup>Values in the different breeds of the same sexes with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>x, y</sup>Values in the different sexes of the same breeds with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

## 十、不同豬隻品種與性別之背最長肌脂肪熔點分析

### 品種

不同品種豬之背最長肌熔點測定如表 27 所示。熔點測定分為起始熔點與終端熔點之測定。最初熔點為當脂肪外緣開始由固態轉為液態時所記錄之溫度，而終端終點即為當脂肪由固態完全轉變為液態時所記錄之時間。脂肪熔點受豬隻脂肪酸組成所影響，脂肪酸組成因動物之品種、性別、飼養等有所差異，進而造成熔點表現不一。豬肉的脂肪品質決定於其所含的脂肪特性，包括脂肪的熔點、碳鏈長度與其脂肪酸之種類組成而異。一般而言，脂肪的碳鏈越長；不飽和鍵越少時，熔點顯示較高。而比較品種之差異，約克夏種顯示較高之初始熔點與終端熔點之表現，藍瑞斯種較低。蘇等(2006)亦指出豬隻品系不同脂肪酸亦有所差異，黑豬背最長肌之飽和脂肪酸含量較白豬高。Touraille *et al.* (1989) 於不同品種豬隻的研究中敘述，指出豬隻脂肪熔點與脂肪飽和度呈正相關。由表 26 之脂肪酸組成可得知約克夏種飽和度較高，因此其具有較高之脂肪熔點。在 Wood *et al.* (2003) 在報告中指出，不同脂肪酸之熔點有所差異，例如 C18:0 熔點為 69.6 °C，C18:1 熔點為 13.4°C，C18:2 熔點為-5.0°C，而 C18:3 熔點為-11.0°C，且隨脂肪酸不飽和度的增加，脂肪熔點亦隨之下降；故此試驗亦針對脂肪飽和度與脂肪熔點進行相關性分析，結果顯示最終熔點與 SFA 呈正相關 ( $r=0.49, P<0.05$ )，而與 MUFA 呈負相關 ( $r=-0.45, P<0.05$ ) (表 37)。

### 性別

比較不同品種豬隻性別對於脂肪熔點之差異性，表 27 顯示，不論品種閹公豬之起始熔點與終端熔點均顯著高於女豬，其原因在於脂肪酸組成閹公豬之脂肪飽和度較女豬高。Scott *et al.* (1981) 提出，體脂肪含量較高的豬隻，在組織中飽和度較高，且當肌肉內脂肪含量增加時，脂肪的飽和度亦隨之提升。故由於閹公豬具有顯著較高之脂肪含量，其飽和度較高，因此顯示較高之脂肪熔點。脂肪熔點表現較高，可使屠體脂肪硬度加高，進而使屠體堅實且延長豬肉保存時間(顏，1989)。

表二十七、不同品種與性別豬隻背最長肌之脂肪熔點 (°C)

Table 27. Effects of pig's breeds and sexes on melting points of the LD muscle(°C)

	Duroc		Landrace		Yorkshire		SEM	Significant		
	B	G	B	G	B	G		B	S	B×S
初始熔點 Initial melting point	29.78 <sup>b,x</sup>	28.74 <sup>b,y</sup>	28.74 <sup>c,x</sup>	29.01 <sup>b,x</sup>	31.25 <sup>a,x</sup>	30.17 <sup>a,y</sup>	0.23	*	*	NS
終端熔點 Fully melting point	44.78 <sup>a,x</sup>	43.12 <sup>a,y</sup>	41.15 <sup>b,x</sup>	40.99 <sup>b,x</sup>	45.42 <sup>a,x</sup>	43.78 <sup>a,y</sup>	0.41	*	*	NS

(B) Breeds ; Duroc ; Landrace ; Yorkshire ; (S) Sexes ; Barrows ; Gilts.

NS: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

<sup>a, b, c</sup> Values in the different breeds of the same sexes with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>x, y</sup> Values in the different sexes of the same breeds with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

## 十一、不同豬隻品種與性別之背最長肌感官品評分析

### 品種

表 28 為不同品種與性別間感官品評之差異。比較品種差異，顏色評分與氣味評分於各組之間無顯著差異 ( $P>0.05$ )，而在嫩度評分上之比較以杜洛克為最佳，藍瑞斯其次，約克夏最差。且不論是多汁性、風味、旨味與總接受度評分杜洛克皆為最高 ( $P<0.01$ )，約克夏在感官品評評分上嫩度、多汁性、風味、旨味與總接受度評分最差 ( $P<0.01$ )。Enfält *et al.* (1997) 品評不同豬種之背最長肌，發現具有杜洛克血統者，其背最長肌因具有較高之肌肉內脂肪 (Intramuscular fat, IMF) 含量與大理石紋評分，且有較低之剪力值，而在感官品評之嫩度與總接受亦具有顯著較高之評分。Gandemer *et al.* (1992) 曾指出，IMF 含量若越高。對於食肉的嫩度與多汁性有促進的功能。鄭 (2003) 亦提出，豬肉之脂肪含量與嫩度具有正相關 ( $r=0.843, P<0.05$ )。陳等 (2007) 指出，IMF 含量與感官品評評分呈正相關，大理石紋評分較高者，其感官品評亦呈現較佳評分。利用脂肪含量之差異性做為本試驗中杜洛公種與閩公豬其嫩度與多汁性評分較高之解釋相符 ( $P<0.05$ )。而關於影響風味的因素，此試驗中亦分析了如核苷酸關聯物、游離胺基酸含量與脂肪酸組成等。表 24 顯示杜洛克種與閩公豬有較高之 IMP 含量表現。Terasaki *et al.* (1965) 曾提出 IMP 與畜肉風味有關，而 Inosine 則呈無味，HYP 則呈苦味。因此 IMP 被認為是肉品鮮味之重要物質之一 (Fuke, 1994)。而杜洛克種在甜味胺基酸亦有較高含量，苦味胺基酸含量較低，而在呈鮮味胺基酸含量雖未達顯著標準 ( $P>0.05$ )，但仍較高於其他兩種品種豬隻含量，因此可藉由此胺基酸組成結果，可推測杜洛克種背最長肌有較佳之風味。食肉風味亦受到脂肪酸組成所影響 (Crouse *et al.*, 1982)。一般而言，除了硬脂酸 (C18:0) 與次亞麻油酸 (C18:3) 之外，食肉風味與食肉中飽和脂肪酸與單元不飽和脂肪酸呈正相關，而與多元不飽和脂肪酸呈負相關 (Cameron and Enser, 1991)。其中  $\omega$ -3 脂肪酸雖能增加食肉的营养價值，但在加熱烹煮的過程中，會導致加熱臭的情形發生，造成不良風味 (Stephan *et al.*, 2002)。此外，Cameron *et al.* (2000) 與 Kimata *et al.* (2002) 指出 MUFA 中的棕櫚油酸 (C16:1) 與油酸 (C18:1) 含量與豬肉的嫩度、多汁性、風味與總接受度評分呈正相關，與試驗對照後也發現，約克夏

顯示較低油酸 (C18:1) 含量，因此與試驗中約克夏風味評分較差相符，而由多項試驗結果證明杜洛克種有較佳食肉風味表現。

## 性別

表 28 為不同品種與性別間感官品評之差異。比較性別差異，閩公豬在嫩度、多汁性、風味與總接受度評分皆較女豬有較高之評分。其在嫩度上之差異主要原因在於閩公豬背最長肌因具有較高之脂肪含量與大理石紋評分，大理石紋會影響肌肉的潤滑性、應力與緊實度等，進而影響肉品嚐時風味與接受度 (Miller, 1994)。而表 21 與表 22 之粗脂肪含量與大理石紋評分，閩公豬皆顯著表現較女豬高 ( $P < 0.05$ )。肌肉內的大理石紋脂肪 (marbling) 的含量為品質分級的主要因子，其關係食用肉之風味、多汁性和可口性，且提供咀嚼時的潤滑感受。而風味評分上，閩公豬於核苷酸關聯物試驗中發現其具有較高之 IMP 含量，但於脂肪酸組成分析，閩公豬及女豬於 SFA 與 MUFA 含量各有優劣，故無法由脂肪酸組成之差異印證閩公豬具有較佳風味之原因，但由脂肪含量、大理石紋與核苷酸關聯物之試驗結果仍可證明閩公豬有較佳的風味與總接受度。Wood *et al.* (1996) 亦指出比較豬背最長肌感官品評的喜好性相關，發現總接受度與嫩度、風味、脂肪含量呈現正相關。

表二十八、不同品種與性別豬隻感官品評結果

Table 28. Effects of pig's breeds and sexes on sensory evaluation of the LD muscle

	Duroc		Landrace		Yorkshire		SEM	Significant		
	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts	Barrows	Gilts		B	S	B*S
顏色 Color	4.72	3.99	4.12	4.33	4.54	3.77	0.12	NS	NS	NS
氣味 Odor	5.89	5.66	5.78	5.77	5.69	5.50	0.11	NS	NS	NS
嫩度 Tenderness	6.99 <sup>a,x</sup>	6.42 <sup>a,y</sup>	5.72 <sup>b,x</sup>	5.44 <sup>b,y</sup>	5.01 <sup>c,x</sup>	4.99 <sup>c,x</sup>	0.23	*	*	NS
多汁性 Juiciness	6.11 <sup>a,x</sup>	5.21 <sup>a,y</sup>	5.78 <sup>b,x</sup>	5.44 <sup>a,y</sup>	4.21 <sup>c,x</sup>	4.11 <sup>c,y</sup>	0.17	*	*	NS
旨味 Umami	3.72 <sup>a</sup>	3.77 <sup>a</sup>	2.11 <sup>b</sup>	2.58 <sup>b</sup>	2.01 <sup>b</sup>	2.11 <sup>c</sup>	0.22	*	NS	NS
風味 Flavor	6.12 <sup>a,x</sup>	5.88 <sup>b,y</sup>	6.11 <sup>a,x</sup>	6.01 <sup>a,x</sup>	5.77 <sup>b,x</sup>	5.86 <sup>b,x</sup>	0.17	*	*	NS
總接受度 Overall acceptability	6.62 <sup>a,x</sup>	6.26 <sup>a,y</sup>	5.89 <sup>b,x</sup>	5.77 <sup>b,x</sup>	5.06 <sup>c,x</sup>	5.00 <sup>c,x</sup>	0.11	*	*	NS

(B) Breeds ; Duroc ; Landrace ; Yorkshire ; (S) Sexes ; Barrows ; Gilts.

NS: not significant, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

<sup>a, b, c</sup> Values in the different breeds of the same sexes with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>x, y, z</sup> Values in the different sexes of the same breeds with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

## 豬隻背最長肌肉質性狀與感官品評之相關分析

表 37 為豬隻背最長肌肉質性狀與感官品評之相關分析，結果顯示背最長肌肉之脂肪含量與大理石紋評分 ( $r=0.69$ )、飽和脂肪酸 ( $r=0.39$ )、單不飽和脂肪酸 ( $r=0.64$ )、肌纖維數目 ( $r=0.37$ )、嫩度評分 ( $r=0.59$ )、多汁性評分 ( $r=0.64$ )、旨味評分 ( $r=0.44$ )、風味評分 ( $r=0.35$ ) 與總接受度評分 ( $r=0.37$ ) 呈顯著正相關 ( $P<0.05$ )。但與剪力值 ( $r=-0.52$ ) 和硬度值 ( $r=-0.47$ ) 呈顯著負相關 ( $P<0.05$ )。而大理石紋評分與肌纖維數目 ( $r=0.41$ )、飽和脂肪酸 ( $r=0.61$ )、嫩度評分 ( $r=0.44$ )、多汁性評分 ( $r=0.59$ )、旨味評分 ( $r=0.47$ )、風味評分 ( $r=0.43$ ) 與總接受度評分 ( $r=0.33$ ) 呈顯著正相關 ( $P<0.05$ )。但與剪力值 ( $r=-0.48$ ) 和硬度值 ( $r=-0.39$ ) 呈顯著負相關 ( $P<0.05$ )。陳等 (2007) 指出，肌肉內脂肪含量與感官品評之評分呈正相關，且在報告中指出黑毛豬背最長肌的肌肉內脂肪含量顯著較雜交白毛豬高，而大理石紋評分較高者，其感官品評亦呈現出較佳的評分，此與試驗結果相符。而肌肉中脂肪含量會隨著豬隻活體重增加而增加，大理石紋評分以會隨之提升。而此可知，對肉質而言，較高之肌肉中脂肪含量與大理石紋分布有助於食肉品嚐之感受，進而影響消費者對於肉之喜好程度。而此試驗中結果證實，於較重之活體重之杜洛克種閩公豬，有較高之肌肉中脂肪含量與大理石紋評分，因此為其具有較佳之食肉風味原因之一。

除了以上分析之結果，在試驗中亦分別針對 IMP、GMP 與 HYP 對背最長肌之感官品評影響進行相關性分析 (表 38)。結果顯示，GMP 對風味評分 ( $r=0.45$ )、旨味評分 ( $r=0.47$ ) 呈顯著正相關 ( $P<0.05$ )。而與總接受度評分雖呈正相關，但差異不顯著 ( $P>0.05$ )；IMP 則是對風味評分 ( $r=0.47$ )、旨味評分 ( $r=0.52$ ) 與總接受度 ( $r=0.39$ ) 均為顯著正相關 ( $P<0.05$ )；HYP 則對於風味評分 ( $r=-0.21$ ,  $P>0.05$ )、旨味評分 ( $r=-0.36$ ,  $P<0.05$ ) 與總接受度 ( $r=-0.43$ ,  $P<0.05$ ) 呈負相關。Terasaki *et al.* (1965) 指出肉中 IMP 含量較高者，有較佳之適口性，而 HYP 含量較高者其風味表現較差且會有苦味之產生，HYP 含量與食肉之接受度呈負相關 (Kuda *et al.* 2008) 與此試驗相符，而杜洛克種背最長肌於此試驗中顯示較高之 IMP 含量。

比較游離胺基酸與感官品評之相關性 (表 38)，在試驗中亦分別針對甜味胺基酸代表絲胺酸 (Ser) 與丁胺酸 (Thre) 與鮮味胺基酸代表麩胺酸 (Glu) 與天

門冬胺酸 (Asp) 對背最長肌之感官品評影響進行相關性分析 (表 38)。結果顯示, Ser 對旨味評分 ( $r=0.39$ ) 呈顯著正相關 ( $P<0.05$ )。而與總接受度評分雖呈正相關 ( $r=0.23$ ), 但差異不顯著 ( $P>0.05$ ); Thre 則是對風味評分 ( $r=0.42$ ) 與旨味評分 ( $r=0.36$ ) 均為顯著正相關 ( $P<0.05$ ); Glu 則對於風味評分 ( $r=0.43, P>0.05$ ) 與旨味評分 ( $r=0.42, P<0.05$ ) 呈正相關; Asp 則對於風味評分 ( $r=0.42, P>0.05$ ) 與旨味評分 ( $r=0.39, P<0.05$ ) 呈正相關。綜觀甜味與鮮味胺基酸對於食肉感官品評亦有正面之影響, 而杜洛克在甜味胺基酸有較高含量, 苦味胺基酸含量較低, 而在呈鮮味胺基酸含量雖未達顯著標準, 但較其他兩種品種豬隻含量較高之趨勢。胺基酸為天然之呈味物質, 而在比較胺基酸濃度時較能比較個別胺基酸所呈現之單一呈味表現, 但關於複合物胺基酸之呈味更為複雜(黃等, 1997), 石田 (1978) 指出魚漿製品具有強烈之風味, 但並非特定單一胺基酸所導致, 乃共同作用。因此試驗中杜洛克種所表現之甜味胺基酸總量較高, 其在感官品評分析上亦顯示較高之風味與旨味評分。

比較脂肪酸組成與感官品評結果之相關性 (表 37) 顯示, SFA 對嫩度評分 ( $r=-0.43$ )、多汁性評分 ( $r=-0.52$ ) 呈負相關 ( $P<0.05$ ); MUFA 對嫩度評分 ( $r=0.42$ )、多汁性評分 ( $r=0.55$ )、風味評分 ( $r=0.33$ ) 與總接受度評分 ( $r=0.43$ ) 呈正相關 ( $P<0.05$ ); PUFA 對風味評分 ( $r=-0.33$ ) 呈負相關 ( $P<0.05$ )。肉中脂肪酸的組成與飽和度對肉的風味有很大的影響, 而由品種與性別間脂肪酸分析, 鄭(2003) 提出越多 SFA 含量將使剪力值下降, 並有較佳之嫩度, 與本試驗相左。主要原因在於約克夏雖表現較高之 SFA 含量, 但比較其脂肪含量與肌纖維數目表現皆為最少, 造成嫩度上表現較差, 因此本試驗於相關性分析結果與過去之研究不同。而脂肪酸對於風味之相關性, 本試驗中 MUFA 及 PUFA 與風味之相關性結果與 Cameron and Enser (1991) 及 Wood *et al.* (1996) 所認為除了硬脂酸 (C18:0) 與次亞麻油酸 (C18:3) 之外, MUFA 和 SFA 與風味呈正相關, 而 PUFA 與風味呈負相關之結果相符。而試驗中 SFA 與風味評分之相關性與過去研究相左, 其原因在於約克夏種之 SFA 含量組成, 主要差異在於其硬脂酸 (C18:0) 較杜洛克種與藍瑞斯種為高, 而 Kimata *et al.* (2001) 研究結果亦發現豬肉棕櫚油酸(C16:1) 含量和風味之間呈高度正相關 ( $r=0.963$ ); 而硬脂酸 (C18:0) 和風味之間呈高度負相關 ( $r=0.951$ )。此可能為約克夏雖具有較高之 SFA 含量, 但其感官品評風味評分不佳之原因。

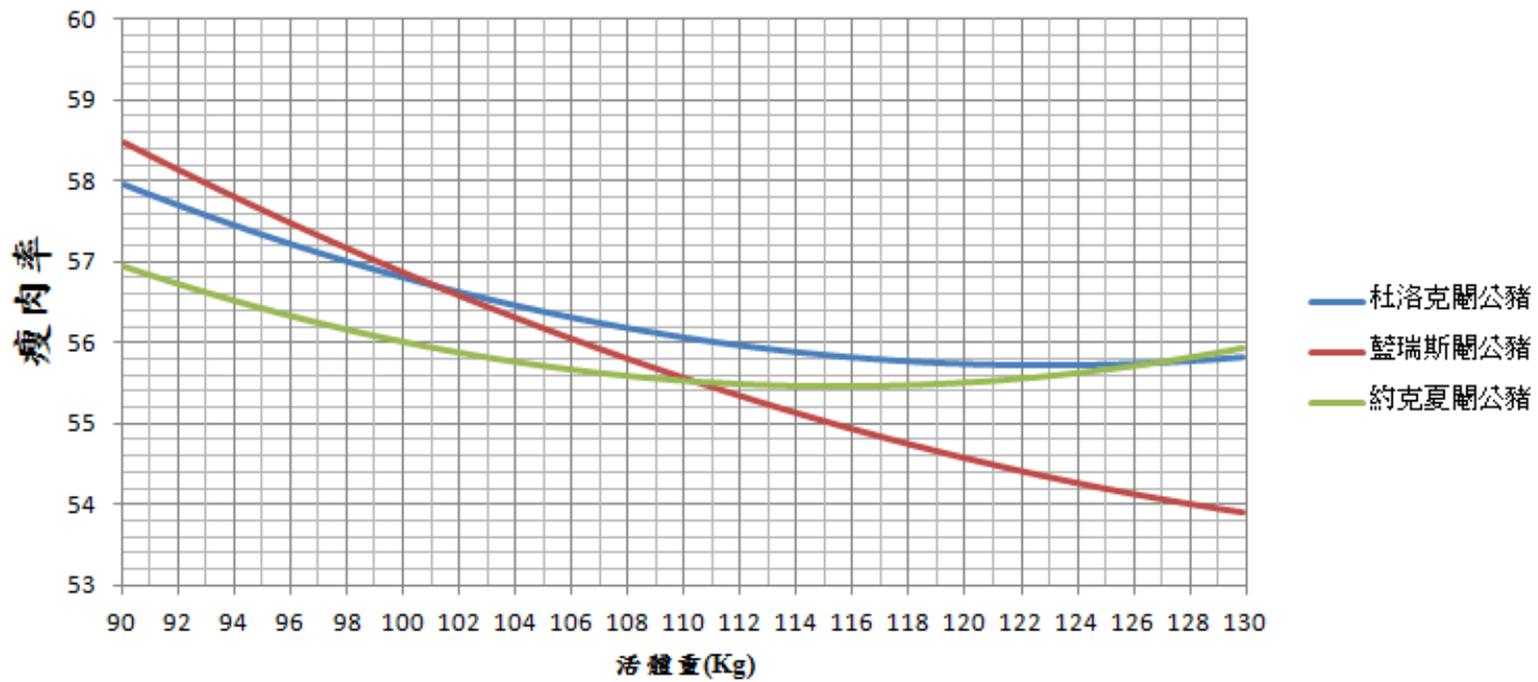
## 十二、探討屠宰時活體重與瘦肉率和腰眼面積與瘦肉率之 2 次曲線關係

### 豬隻屠宰時活體重與瘦肉率之 2 次曲線關係

圖 10 與 11 為不同品種與性別之豬隻屠宰時活體重與瘦肉率之 2 次曲線圖。結果顯示，屠宰時活體重於 100 公斤以下，藍瑞斯種閹公豬有較高之瘦肉率表現，其次為杜洛克種，最後為約克夏種。而隨著屠宰時活體重上升，藍瑞斯種閹公豬瘦肉率趨於直線下降，雖於屠宰時活體重為 102 公斤時瘦肉率表現最佳，但杜洛克種與約克夏則曲線並隨屠宰時體重增加瘦肉率下降較趨於平緩。應此屠宰時活體重於 102 公斤至 127 公斤時以杜洛克種閹公豬瘦肉率表現較佳。而在不同品種之女豬比較，杜洛克種與約克夏種於屠宰時體重分別為 104 公斤與 110 公斤以下，瘦肉率隨屠宰時活體重上升而增加，而隨著體重高過 110 公斤時再隨之下降，呈一個 2 次曲線。而藍瑞斯種女豬之瘦肉率趨於直線下降。Robison (1976) 指出豬隻屠體瘦肉量與脂肪量於各階段之增長應呈曲線。而體重過輕或過重皆不利於瘦肉率表現，國內過去研究豬隻生長，大多止於 95 公斤，此階段時瘦肉增長趨於直線增加，因此對於生長曲線的瞭解不夠詳盡。而由圖 10 與圖 11 可以發現不同品種與性別之豬隻不同屠宰時活體重下瘦肉率表現，上述各迴歸曲線中可見，瘦肉率與瘦肉重在二次迴歸曲線中瘦肉率隨著活體重增加呈負相關且為非線性模式之下降，而瘦肉重則以非線性模式隨體重上升而上升。因此以豬隻成長全期來看，瘦肉量與脂肪量應呈現 2 次曲線 (Robison, 1976)。由此看來豬隻生長到一定階段時，脂肪的沉積速度加快，不僅降低了飼料換肉率也降低了瘦肉率，皆不利於生產者。提升豬隻屠體瘦肉率有許多方法，其中以遺傳學的角度，瘦肉率屬高遺傳率之屠體性狀，因此選擇屠體瘦肉率高的品種做為種豬，可以顯著提升商業豬種之屠體瘦肉率，而利用討論活體重與瘦肉率之 2 次關係可以對於豬隻生長曲線了解較詳細以提供後裔豬隻育種之考量。

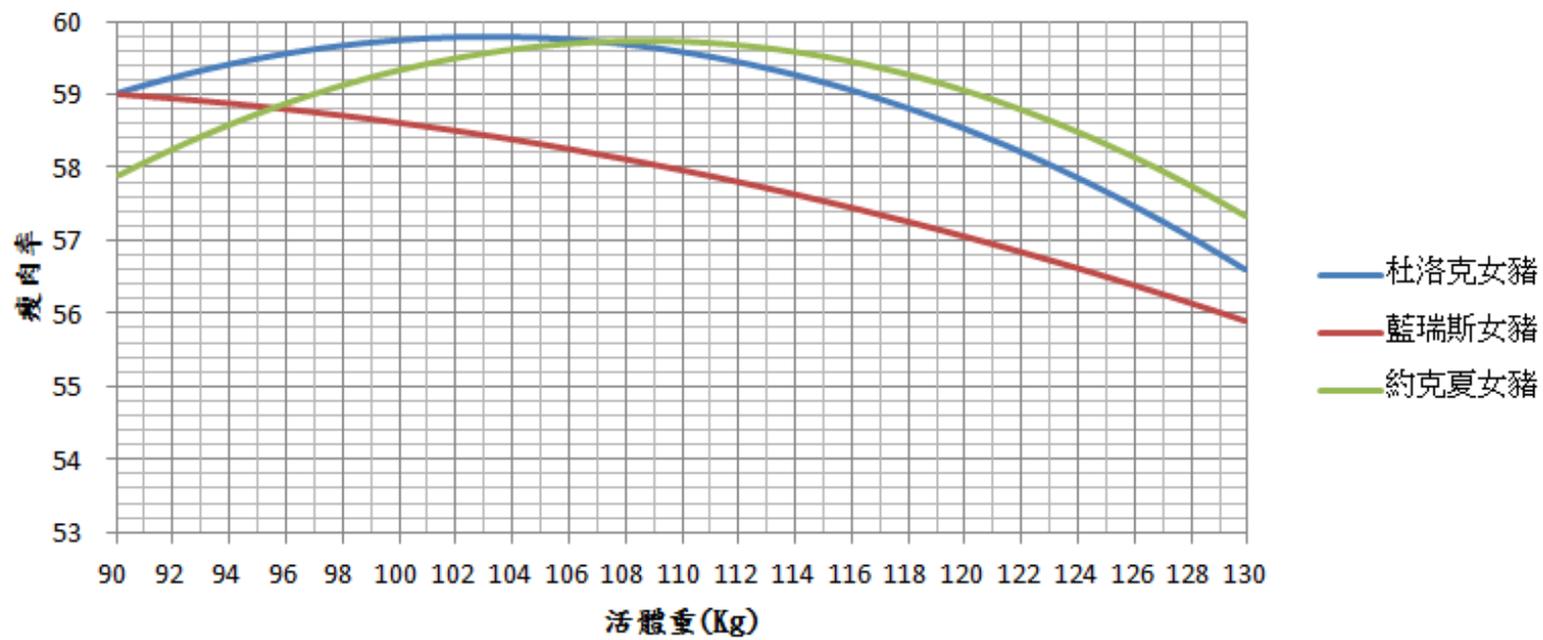
## 腰眼面積與瘦肉率之 2 次曲線關係

圖 12 與圖 13 為不同品種與性別之豬隻腰眼面積與瘦肉率之 2 次曲線圖。瘦肉率受諸多因素所影響，例如：豬隻品種、性別、體重等。而由豬隻屠體性狀相關性可以發現，腰眼面積與活體重呈正相關，但瘦肉率則與活體重呈負相關。陳與陳（1997）指出在相同屠體重下腰眼面積與瘦肉率呈正相關之關係。因此一般來說，將豬隻活體重於 90-130 公斤比較腰眼面積與瘦肉率之相關性，可能較無法看出腰眼面積與瘦肉率之關係。因此圖 12 與圖 13 為將活體重限制於 110.1-120 公斤之內，比較不同品種與性別豬隻腰眼面積與瘦肉率之關係。圖 12 顯示，不同品種之閹公豬，隨腰眼面積與瘦肉率呈正相關，隨著面積增加均瘦肉率顯著提升，而在相等腰眼面積下藍瑞斯種閹公豬有較高之瘦肉率表現，約克夏種閹公豬最低。但藍瑞斯種於瘦肉率增至約 59%，則隨著腰眼面積增加而下降，為 2 次曲線之變化。圖 13 為不同品種之女豬腰眼面積與瘦肉率之迴歸分析，隨腰眼面積之增加瘦肉率呈現較趨於線性增加，杜洛克種在相同腰眼面積之下，表現有較高之瘦肉率，其次為藍瑞斯，最後為約克夏種。但約克夏種隨腰眼面積之增加，瘦肉率增加較迅速，當腰眼面積增至  $60 \text{ cm}^2$  時，藍瑞斯種與約克夏種之間瘦肉率表現差異不大。杜洛克與藍瑞斯皆具有優良腰眼面積與瘦肉率之表現，而利用杜洛克種之優良肉性狀作為優良父系，而藍瑞斯作為優良母系以互補杜洛克在總肉量不足與較差母性之缺點並選育高腰眼面積之豬種以達到提升瘦肉率之目的，一般來說屠體性狀在遺傳上屬高遺傳率，例如：瘦肉率之遺傳率為 0.5-0.7 之間，腰眼面積為 0.4-0.6 之間，因此藉由選育種種豬之屠體性狀以達到改良其後裔肉豬隻屠體表現。



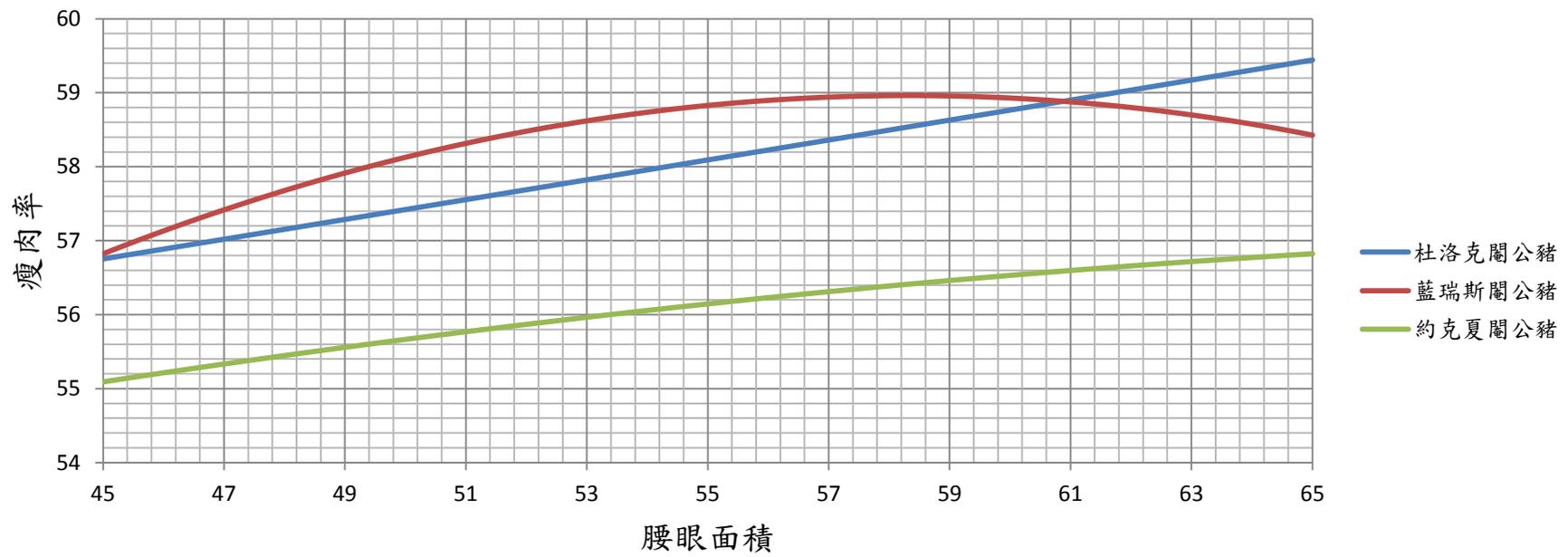
圖十、不同豬隻品種之闖公豬屠宰時活體重與瘦肉率二次曲線回歸預測。

Fig. 10. Quadratic regression prediction on body weight and lean percentage of barrows from different breeds.



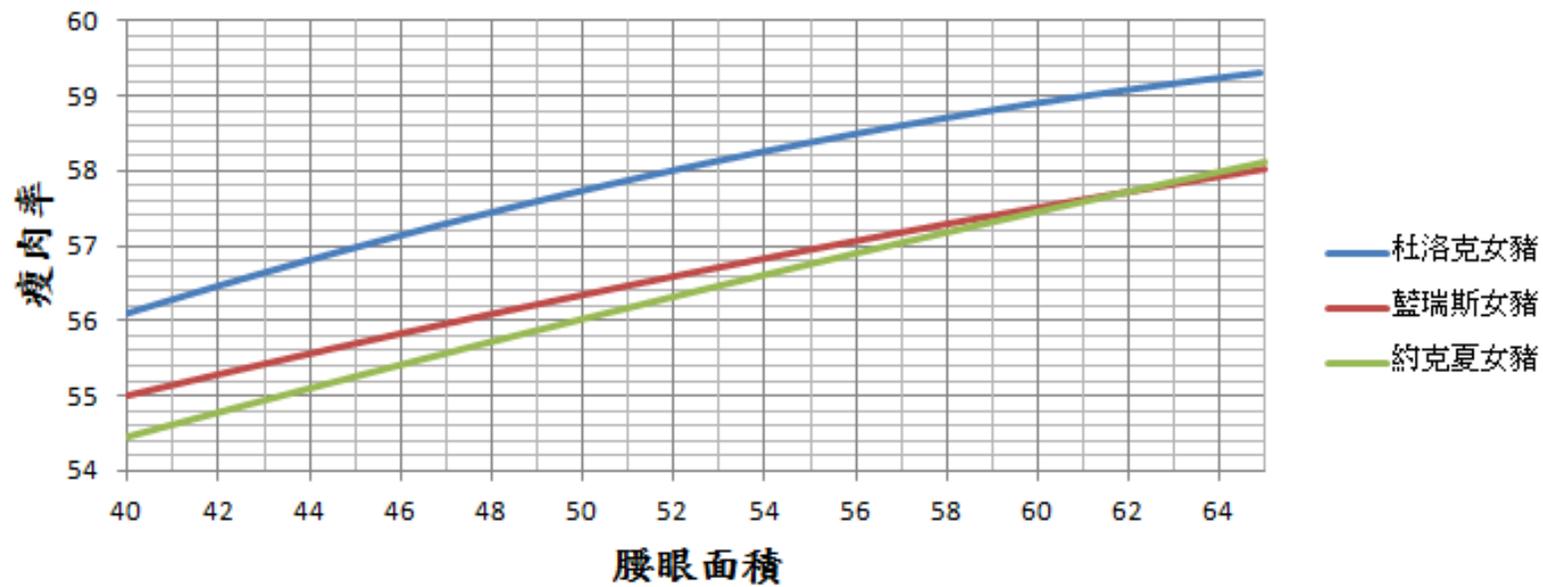
圖十一、不同豬隻品種之女豬屠宰時活體重與瘦肉率二次曲線回歸預測。

Fig. 11. Quadratic regression prediction on body weight and lean percentage of gilts from different breeds.



圖十二、不同豬隻品種之閩公豬腰眼面積與瘦肉率二次曲線回歸預測。

Fig. 12. Quadratic regression prediction on loin eye area and lean percentage of barrows from different breeds.



圖十三、不同豬隻品種之女豬腰眼面積與瘦肉率二次曲線回歸預測。

Fig. 13. Quadratic regression prediction on loin eye area and lean percentage of gilts from different breeds.

## 陸、結論

### 品種

比較不同豬隻品種於屠體性狀之影響，藍瑞斯種具有較長之屠體長，而杜洛克種最短 ( $P < 0.01$ )。藍瑞斯種具有較薄之第一肋、最後肋與最後腰椎背脂厚度，而約克夏種最厚 ( $P < 0.01$ )。杜洛克種具有最大之腰眼面積，約克夏種最小 ( $P < 0.01$ )。各品種豬隻於分切部位肉重各有所長，杜洛克種有較發達之前腿與後腿肉重 ( $P < 0.01$ )，藍瑞斯種有較重之肩胛肉與里脊肉重 ( $P < 0.01$ )，約克夏種則為腹脇肉重 ( $P < 0.01$ )。瘦肉率以藍瑞斯種最佳，約克夏種最差 ( $P < 0.01$ )。

比較不同豬隻品種於肉質性狀之影響，杜洛克種有較高之屠後一小時與二十四小時後腿肉與背最長肌之酸鹼值，約克夏種為最低 ( $P < 0.05$ )。而保水力表現與蒸煮失重表現以杜洛克種為最佳，約克夏種為最差 ( $P < 0.01$ )。在屠肉品質之結果，杜洛克種顯示較高之肉色評分、大理石紋評分與緊實度評分，而約克夏種評分皆顯著最低 ( $P < 0.05$ )。且杜洛克種有較高之紅色值 ( $a^*$ ) 與黃色值 ( $b^*$ )，約克夏種則有較高之亮度值 ( $L^*$ ) ( $P < 0.05$ )。物性測定方面，杜洛克種於單位面積下顯著藍瑞斯種與約克夏種較高之肌纖維數目 ( $P < 0.05$ ) 且其剪力值與硬度值表現亦較低 ( $P < 0.01$ )。而核苷酸關聯物方面，杜洛克種顯著較藍瑞斯種與約克夏種高之 IMP 含量。比較游離胺基酸含量，杜洛克種於甜味胺基酸有顯著較高的丁胺酸 (Thre) 與牛磺酸 (Tau) 含量，而藍瑞斯種於苦味胺基酸有顯著較高之白胺酸 (Leu) 含量，約克夏種於苦味胺基酸有顯著較高之組胺酸 (His) 含量。比較肌肉內脂肪酸含量，約克夏有顯著較高之硬脂酸 (C18:0) 與亞麻油酸 (C18:2) 之比例 ( $P < 0.05$ )。油酸 (C18:1) 則是以杜洛克與藍瑞斯顯著高於約克夏 ( $P < 0.05$ )。約克夏種有較高之 SFA 含量 ( $P < 0.05$ )，杜洛克種有顯著較高之 MUFA 含量 ( $P < 0.05$ )，PUFA 則在品種間無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。比較脂肪熔點之差異，約克夏種有較高之起始與終端脂肪熔點，感官品評之結果，杜洛克種有顯著較高之嫩度、多汁性、風味、旨味與總接受度評分，而約克夏種較低 ( $P < 0.05$ )。

## 性別

比較不同豬隻性別於屠體性狀之影響，女豬較閹公豬有顯著較長之屠體長( $P < 0.05$ )、較薄之第一肋、最後肋與最後腰椎背脂厚度( $P < 0.01$ )、與較大之腰眼面積( $P < 0.05$ )。比較分切部位肉重，女豬有較閹公豬重之背脊肉重( $P < 0.05$ )，且瘦肉率表現較高( $P < 0.05$ )。

比較背最長肌之一般成分、保水力與酸鹼值結果，女豬較閹公豬有較高之蛋白質含量( $P < 0.05$ )、較低之脂肪含量( $P < 0.05$ )與較佳之保水性與蒸煮失重表現( $P < 0.05$ )。而在屠肉品質方面，閹公豬有較女豬高之大理石紋評分( $P < 0.05$ )與黃色值( $b^*$ )( $P < 0.05$ )，較女豬低之紅色值( $a^*$ )( $P < 0.05$ )。而於物性測定方面，閹公豬有較女豬低之剪力值與硬度值( $P < 0.05$ )。比較具有風味性之核苷酸關聯物，其中包括 IMP、GMP 與 HYP，於性別之間無顯著差異( $P > 0.05$ )。比較游離胺基酸之差異，性別於游離胺基酸含量無顯著差異( $P > 0.05$ )。而脂肪酸組成之結果，女豬有顯著較閹公豬高之油酸(C18:1)比例( $P < 0.05$ )。SFA 部分閹公豬顯著較女豬高( $P < 0.05$ )，MUFA 部分閹公豬則顯著低於女豬( $P < 0.05$ )，PUFA 部分杜洛克種與約克夏種之閹公豬皆顯著高於女豬，但於藍瑞斯種則反之，並且交感效應達顯著水準( $P < 0.05$ )。比較脂肪熔點之差異，閹公豬有較高之起始與終端脂肪熔點，感官品評方面，閹公豬有較女豬佳之嫩度評分、多汁性評分、風味評分與總接受度評分( $P < 0.05$ )。

## 屠宰時活體重

比較豬隻屠宰時活體重於屠體性狀之影響，隨活體重之上升，屠宰率、屠體長、第一肋、最後肋與最後腰椎背脂厚度、腰眼面積亦隨之提升 ( $P < 0.01$ )。且分切部位肉重因活體重之上升，各部位肉重亦增重顯著 ( $P < 0.01$ )，而瘦肉率則顯著下降 ( $P < 0.01$ )。於一般成份分析之結果，隨活體重之上升，背最長肌之水分含量與蛋白質含量皆顯著下降 ( $P < 0.05$ )，而粗脂肪含量則顯著上升 ( $P < 0.05$ )。

近年來由於經濟成長與教育及生活水準之提升，民眾對於豬肉的選擇也更為謹慎，而在豬肉的品質上除了新鮮度與外觀上，優質豬肉之風味亦是目前台灣肉豬的發展趨勢，更為因應國外進口豬肉的對策，現今雜交豬已 LD 二品種豬為主流，原因不外乎希望藉取藍瑞斯種於屠體性狀與杜洛克種於肉質性狀上之優良表現，而此極端做法下固然得到優良之屠肉品質，但往往造成豬隻骨架過小無法支撐其身軀，故次試驗仍建議在育種上能回復過往以 LYD 為主之三品種雜交豬，閩公豬以消費者為銷售對象，而女豬則以加工業者為銷售對象，並重新實施屠體評級制度，以建立適當之育種策略，將提升國內豬肉產業之水準，使其更具競爭力。

表二十九、杜洛克種閩公豬屠體性狀之相關性分析

Table 29. Correlation of carcass traits of Duroc barrows

	活體重	屠體重	屠宰率	屠體長	第1肋	最後肋	最後腰椎	腰眼面積	肩胛肉	前腿肉	後腿肉	背脊肉	小里脊	腹脇肉	前肉脂比	前肉骨比	中肉脂比	中肉骨比	後肉脂比	後肉骨比	瘦肉率	總瘦肉重	
屠體重	0.98*																						
屠宰率	0.23	0.36																					
屠體長	0.66*	0.60*	-0.19																				
第1肋	0.48*	0.43*	0.23	0.31*																			
最後肋	0.42*	0.41*	0.21	0.33*	0.48*																		
最後腰椎	0.39*	0.38*	0.17	0.32*	0.43*	0.37*																	
腰眼面積	0.39*	0.31*	-0.11	0.36*	0.17	-0.10	-0.12																
肩胛肉	0.64*	0.63*	0.21	0.42*	0.31*	0.29	0.37*	0.28															
前腿肉	0.86*	0.72*	0.17	0.47*	0.33*	0.31*	0.29	0.23	0.42*														
後腿肉	0.81*	0.66*	0.13	0.36*	0.29	0.34*	0.33*	0.18	0.43*	0.57*													
背脊肉	0.69*	0.43*	0.22	0.52*	0.11	0.29	0.42*	0.35*	0.39*	0.43*	0.38*												
小里脊	0.73*	0.72*	0.26	0.48*	0.12	0.31*	0.37*	-0.01	0.45*	0.42*	0.36*	0.52*											
腹脇肉	0.79*	0.69*	0.17	0.32*	0.34*	0.33*	0.44*	0.26	0.37*	0.39*	0.42*	0.42*	0.42*										
前肉脂比	-0.28	-0.27	0.18	0.11	0.21	0.12	0.12	0.22	0.39*	0.43*	0.39*	0.38*	0.39*	0.32*									
前肉骨比	0.24	0.33*	0.21	0.21	0.11	0.15	-0.21	0.26	0.53*	0.46*	0.29	0.27	0.42*	0.33*	0.41*								
中肉脂比	-0.33*	-0.29	0.07	0.13	0.13	0.09	-0.29	0.37*	0.38*	0.39*	0.29	0.42*	0.35*	0.37*	0.12	0.24							
中肉骨比	0.27	0.26	0.13	0.11	0.14	0.08	-0.11	0.34*	0.39*	0.38*	0.38*	0.41*	0.39*	0.39*	0.26	0.31*	0.32*						
後肉脂比	-0.13	-0.11	0.11	0.23	0.11	0.11	-0.12	0.12	0.49*	0.42*	0.39*	0.29	0.37*	0.35*	0.27	0.22	0.29	0.31*					
後肉骨比	0.24	0.21	0.14	0.21	0.09	0.13	-0.13	0.27	0.42*	0.43*	0.43*	0.31*	0.38*	0.33*	0.32*	0.29	0.31*	0.33*	0.42*				
瘦肉率	-0.43*	-0.45*	0.12	0.36*	-0.33*	-0.29	-0.38*	0.19	0.29	0.27	0.39*	0.42*	0.29	-0.11	0.31*	0.29	0.43*	0.32*	0.39*	0.42*			
總瘦肉重	0.36*	0.42*	0.13	0.37*	0.17	0.11	0.27	0.37*	0.43*	0.45*	0.52*	0.46*	0.39*	0.29	0.39*	0.32*	0.31*	0.36*	0.34*	0.43*	-0.21		

\*  $P < 0.05$

表三十、杜洛克種女豬屠體性狀之相關性分析

Table 30. Correlation of carcass traits of Duroc gilts

	活體重	屠體重	屠宰率	屠體長	第1肋	最後肋	最後腰椎	腰眼面積	肩胛肉	前腿肉	後腿肉	背脊肉	小里脊	腹脇肉	前肉脂比	前肉骨比	中肉脂比	中肉骨比	後肉脂比	後肉骨比	瘦肉率	總瘦肉重	
屠體重	0.99*																						
屠宰率	0.31*	0.38*																					
屠體長	0.56*	0.42*	-0.22																				
第1肋	0.39*	0.39*	0.17	0.29*																			
最後肋	0.42*	0.44*	0.19	0.31*	0.38*																		
最後腰椎	0.38*	0.34*	0.09	0.34*	0.36*	0.37*																	
腰眼面積	0.37*	0.29*	-0.13	0.42*	0.11	-0.17	-0.12																
肩胛肉	0.65*	0.55*	0.24	0.33*	0.41*	0.25*	0.36*	0.24															
前腿肉	0.72*	0.42*	0.19	0.34*	0.20	0.33*	0.25*	0.26*	0.41*														
後腿肉	0.56*	0.56*	0.11	0.32*	0.21	0.31*	0.31*	0.11	0.33*	0.41*													
背脊肉	0.36*	0.33*	0.23	0.36*	0.11	0.28	0.32*	0.31*	0.29*	0.33*	0.33*												
小里脊	0.62*	0.55*	0.14	0.41*	0.12	0.33*	0.47*	-0.04	0.33*	0.34*	0.29*	0.44*											
腹脇肉	0.44*	0.42*	0.22	0.35*	0.42*	0.34*	0.34*	0.11	0.31*	0.31*	0.31*	0.37*	0.37*										
前肉脂比	-0.21	-0.28*	0.13	0.09	0.29*	0.11	0.11	0.12	0.11	0.23	0.26*	0.34*	0.34*	0.33*									
前肉骨比	0.22	0.29*	0.22	0.18	0.21	0.09	0.22	0.28*	0.21	0.34*	0.11	0.29*	0.39*	0.31*	0.29*								
中肉脂比	-0.31*	-0.27*	0.09	0.11	0.11	0.15	-0.27*	0.24	0.29*	0.34*	0.29*	0.33*	0.42*	0.29*	0.22	0.33*							
中肉骨比	0.28	0.29*	0.11	0.21	0.09	0.01	-0.01	0.34*	0.34	0.31*	0.14	0.42*	0.33*	0.17	0.17	0.21	0.31*						
後肉脂比	-0.23	0.12	0.17	0.22	0.08	0.07	-0.05	0.11	0.33	0.44*	0.22	0.22	0.29*	0.33*	0.23	0.07	0.33*	0.25*					
後肉骨比	0.33*	0.11	0.11	0.19	0.07	0.11	0.01	0.21	0.32	0.41*	0.33*	0.13	0.33*	0.31*	0.33*	0.11	0.26*	0.22	0.39*				
瘦肉率	-0.42*	-0.44*	0.29*	0.39*	-0.25*	-0.27*	-0.34*	0.33*	0.31*	0.28*	0.17	0.31*	0.31*	-0.21	0.37*	0.26*	0.28*	0.33*	0.31*	0.25*			
總瘦肉重	0.46*	0.47*	0.31*	0.42*	0.19	0.21	0.29*	0.36*	0.33*	0.31*	0.22	0.33*	0.36*	0.11	0.35*	0.29*	0.31*	0.34*	0.09	0.31*	-0.23		

\*  $P < 0.05$

表三十一、藍瑞斯種閩公豬屠體性狀之相關性分析

Table 31. Correlation of carcass traits of Landrace barrows

	活體重	屠體重	屠宰率	屠體長	第1肋	最後肋	最後腰椎	腰眼面積	肩胛肉	前腿肉	後腿肉	背脊肉	小里脊	腹脇肉	前肉脂比	前肉骨比	中肉脂比	中肉骨比	後肉脂比	後肉骨比	瘦肉率	總瘦肉重	
屠體重	0.97*																						
屠宰率	0.29*	0.22*																					
屠體長	0.43*	0.35*	-0.17																				
第1肋	0.29*	0.31*	0.12	0.24*																			
最後肋	0.33*	0.42*	0.14	0.32*	0.32*																		
最後腰椎	0.31*	0.29*	0.19	0.28*	0.43*	0.36*																	
腰眼面積	0.36*	0.33*	0.23*	0.29*	0.21*	-0.21*	-0.22*																
肩胛肉	0.57*	0.42*	0.26*	0.42*	0.31*	0.26*	0.33*	0.23*															
前腿肉	0.44*	0.41*	0.17	0.33*	0.26*	0.37*	0.32*	0.17	0.39*														
後腿肉	0.36*	0.48*	0.21*	0.32*	0.23*	0.34*	0.29*	0.33*	0.42*	0.31*													
背脊肉	0.51*	0.36*	0.26*	0.42*	0.17	0.26	0.33*	0.29*	0.33*	0.36*	0.37*												
小里脊	0.36*	0.42*	0.07	0.46*	0.19	0.42*	0.42*	-0.14	0.34*	0.31*	0.25*	0.34*											
腹脇肉	0.42*	0.34*	0.11	0.37*	0.33*	0.31*	0.33*	0.14	0.32*	0.29*	0.41*	0.30*	0.37*										
前肉脂比	-0.11	-0.23*	0.23*	0.05	-0.19	0.12	-0.17	0.23*	0.26*	0.17	0.13	0.33*	0.34*	0.32*									
前肉骨比	0.12	0.24*	0.24*	0.26*	0.15	0.17	0.23	0.27*	0.27*	0.22*	0.17	0.31*	0.39*	0.29*	0.29*								
中肉脂比	-0.21*	-0.11	0.11	0.14	0.01	0.16	-0.28*	0.34*	0.11	0.18	0.25*	0.29*	0.42*	0.31*	0.22	0.23*							
中肉骨比	0.21*	0.23*	0.08	0.04	0.16	0.02	-0.04	0.29*	0.12	0.21*	0.11	0.23*	0.33*	0.16	0.17	0.11	0.32*						
後肉脂比	-0.01	0.22*	0.12	0.12	0.07	0.17	-0.03	0.07	0.03	0.34*	0.29*	0.31*	0.29*	0.37*	0.23	0.17	0.34*	0.35*					
後肉骨比	0.12	0.17	0.26*	0.32*	0.19	0.13	0.07	0.16	0.05	0.27*	0.33*	0.12	0.33*	0.35*	0.33*	0.12	0.26*	0.22*	0.31*				
瘦肉率	-0.42*	-0.46*	0.24*	0.49*	-0.29*	-0.29*	-0.39*	0.39*	0.23*	0.29*	0.17	0.33*	0.31*	-0.31*	0.37*	0.36*	0.38*	0.31*	0.39*	0.25*			
總瘦肉重	0.46*	0.48*	0.33*	0.35*	0.26*	0.27*	0.28*	0.29*	0.30*	0.33*	0.42*	0.35*	0.36*	0.20	0.35*	0.29*	0.32*	0.24*	0.09	0.32*	-0.33		

\*  $P < 0.05$

表三十二、藍瑞斯種女豬屠體性狀之相關性分析

Table 32. Correlation of carcass traits of Landrace gilts

	活體重	屠體重	屠宰率	屠體長	第1肋	最後肋	最後腰椎	腰眼面積	肩胛肉	前腿肉	後腿肉	背脊肉	小里脊	腹脇肉	前肉脂比	前肉骨比	中肉脂比	中肉骨比	後肉脂比	後肉骨比	瘦肉率	總瘦肉重	
屠體重	0.97*																						
屠宰率	0.32*	0.23*																					
屠體長	0.33*	0.31*	-0.17																				
第1肋	0.31*	0.34*	0.09	0.29*																			
最後肋	0.43*	0.46*	0.21	0.33*	0.32*																		
最後腰椎	0.52*	0.29*	0.11	0.27*	0.44*	0.46*																	
腰眼面積	0.42*	0.35*	0.23*	0.25*	0.26*	-0.31*	-0.32*																
肩胛肉	0.36*	0.41*	0.25*	0.49*	0.31*	0.33*	0.29*	0.33*															
前腿肉	0.42*	0.44*	0.13	0.34*	0.25*	0.35*	0.31*	0.27*	0.32*														
後腿肉	0.39*	0.45*	0.23*	0.31*	0.27*	0.34*	0.42*	0.32*	0.44*	0.42*													
背脊肉	0.55*	0.34*	0.24*	0.43*	0.16	0.41*	0.34*	0.25*	0.31*	0.38*	0.37*												
小里脊	0.37*	0.32*	0.02	0.45*	0.12	0.45*	0.45*	-0.11	0.35*	0.39*	0.23*	0.35*											
腹脇肉	0.45*	0.35*	0.19	0.34*	0.53*	0.32*	0.36*	0.12	0.36*	0.39*	0.45*	0.31*	0.31*										
前肉脂比	-0.21	-0.33*	0.23*	0.07	-0.32*	0.11	0.11	0.25*	0.28*	0.47*	0.03	0.34*	0.36*	0.33*									
前肉骨比	0.12	0.34*	0.25*	0.29*	0.12	0.16	0.21	0.24*	0.29*	0.52*	0.13	0.33*	0.34*	0.30*	0.31*								
中肉脂比	-0.23*	-0.09	0.12	0.11	0.04	0.17	-0.23*	0.36*	0.01	0.20	0.25*	0.29*	0.45*	0.35*	0.29*	0.29*							
中肉骨比	0.24*	0.26*	0.18	0.03	0.16	0.01	-0.41	0.19	0.16	0.23*	0.19	0.24*	0.33*	0.11	0.13	0.31*	0.42*						
後肉脂比	-0.11	0.24*	0.13	0.19	0.08	0.12	-0.02	0.17	0.13	0.37*	0.47*	0.35*	0.20	0.37*	0.17	0.11	0.36*	0.39*					
後肉骨比	0.13	0.11	0.29*	0.35*	0.11	0.19	0.03	0.26*	0.25*	0.47*	0.53*	0.32*	0.13	0.39*	0.35*	0.12	0.36*	0.32*	0.41*				
瘦肉率	-0.42*	-0.43*	0.24*	0.35*	-0.11	-0.26*	-0.35*	0.49*	0.33*	0.49*	0.37*	0.32*	0.33*	-0.31*	0.34*	0.38*	0.37*	0.35*	0.36*	0.26*			
總瘦肉重	0.56*	0.58*	0.36*	0.31*	0.26*	0.25*	0.26*	0.33*	0.35*	0.53*	0.43*	0.45*	0.46*	0.44*	0.36*	0.39*	0.42*	0.34*	0.11	0.33*	-0.36*		

\*  $P < 0.05$

表三十三、約克夏種閩公豬屠體性狀之相關性分析

Table 33. Correlation of carcass traits of Yorkshire barrows

	活體重	屠體重	屠宰率	屠體長	第1肋	最後肋	最後腰椎	腰眼面積	肩胛肉	前腿肉	後腿肉	背脊肉	小里脊	腹脇肉	前肉脂比	前肉骨比	中肉脂比	中肉骨比	後肉脂比	後肉骨比	瘦肉率	總瘦肉重	
屠體重	0.99*																						
屠宰率	0.31*	0.25																					
屠體長	0.52*	0.31*	-0.27																				
第1肋	0.33*	0.33*	0.19	0.39*																			
最後肋	0.41*	0.44*	0.22	0.35*	0.33*																		
最後腰椎	0.53*	0.33*	0.21	0.37*	0.42*	0.52*																	
腰眼面積	0.41*	0.31*	0.23	0.35*	0.46*	-0.38*	-0.42*																
肩胛肉	0.39*	0.32*	0.24	0.44*	0.49*	0.37*	0.28*	0.43*															
前腿肉	0.48*	0.49*	0.33*	0.44*	0.39*	0.33*	0.21	0.37*	0.36*														
後腿肉	0.56*	0.47*	0.21	0.35*	0.37*	0.42*	0.39	0.33*	0.45*	0.49*													
背脊肉	0.47*	0.42*	0.34*	0.53*	0.46*	0.37*	0.42*	0.21	0.41*	0.36*	0.33*												
小里脊	0.39*	0.43*	0.12	0.55*	0.22	0.54*	0.55*	-0.21	0.45*	0.37*	0.39*	0.39*											
腹脇肉	0.55*	0.56*	0.29	0.39*	0.43*	0.39*	0.42*	0.16	0.32	0.38*	0.41*	0.37*	0.32*										
前肉脂比	-0.31*	-0.41*	0.33*	0.18	-0.43*	0.31	0.21	0.11	0.38*	0.45*	0.11	0.36*	0.37*	0.37*									
前肉骨比	0.29	0.39*	0.35*	0.33*	0.21	0.16	0.19	0.29	0.39*	0.42*	0.12	0.43*	0.44*	0.39*	0.32								
中肉脂比	-0.32*	-0.11	0.18	0.23	0.11	0.23	-0.21	0.22*	0.21	-0.11	0.22	0.39*	0.46*	0.35*	0.31	0.39*							
中肉骨比	0.30	0.36*	0.19	0.21	0.12	0.21	-0.31	0.21	0.36*	0.33*	0.29	0.34*	0.32	0.21	0.14	0.41*	0.22						
後肉脂比	-0.33*	0.34*	0.21	0.29	0.33*	0.15	-0.22	0.11	0.23	0.39*	0.47*	0.35*	0.10	0.36	0.19	0.13	0.46*	0.39*					
後肉骨比	0.16	0.21	0.28	0.39*	0.42*	0.15	0.13	0.34*	0.24	0.37*	0.43*	0.37*	0.16	0.32	0.37*	0.11	0.37*	0.37*	0.31				
瘦肉率	-0.56*	-0.53*	0.23	0.34*	-0.21	-0.24	-0.36*	0.45*	0.23	0.42*	0.33*	0.36*	0.39*	-0.41*	0.44*	0.39*	0.47*	0.45*	0.37*	0.36*			
總瘦肉重	0.59*	0.54*	0.16	0.33*	0.23	0.24	0.39*	0.43*	0.39*	0.43*	0.43*	0.45*	0.47*	0.43*	0.46*	0.38*	0.42*	0.44*	0.21	0.33*	-0.38*		

\*  $P < 0.05$

表三十四、約克夏種女豬屠體性狀之相關性分析

Table 34. Correlation of carcass traits of Yorkshire gilts

	活體重	屠體重	屠宰率	屠體長	第1肋	最後肋	最後腰椎	腰眼面積	肩胛肉	前腿肉	後腿肉	背脊肉	小里脊	腹脇肉	前肉脂比	前肉骨比	中肉脂比	中肉骨比	後肉脂比	後肉骨比	瘦肉率	總瘦肉重	
屠體重	0.89*																						
屠宰率	0.29	0.11																					
屠體長	0.42*	0.39*	-0.03																				
第1肋	0.33*	0.37*	0.29	0.29	.																		
最後肋	0.42*	0.43*	0.29	0.45*	0.34*																		
最後腰椎	0.47*	0.41*	0.31	0.36*	0.41*	0.67*																	
腰眼面積	0.46*	0.32	0.34*	0.38*	0.26	-0.36*	-0.41*																
肩胛肉	0.37*	0.36*	0.21	0.44*	0.44*	0.34*	0.38*	0.33*															
前腿肉	0.47*	0.44*	0.29	0.34*	0.29	0.36*	0.27	0.38*	0.46*														
後腿肉	0.36*	0.53*	0.21	0.35*	0.38*	0.41*	0.39*	0.37*	0.44*	0.51*													
背脊肉	0.44*	0.44*	0.37*	0.45*	0.36*	0.37*	0.41*	0.27	0.37*	0.39*	0.43*												
小里脊	0.39*	0.49*	0.07	0.42*	0.12	0.44*	0.54*	-0.22	0.47*	0.36*	0.37*	0.38*											
腹脇肉	0.42*	0.42*	0.29	0.39*	0.23*	0.36*	0.36*	0.16	0.31	0.37*	0.42*	0.36*	0.39*										
前肉脂比	-0.33*	-0.46*	0.38*	0.27	-0.33*	0.41*	0.19	0.12	0.39*	0.45*	0.07	0.34*	0.34*	0.38*									
前肉骨比	0.27	0.37*	0.37*	0.21	0.11	0.16	0.12	0.23	0.42*	0.52*	0.13	0.42*	0.48*	0.37*	0.34*								
中肉脂比	-0.36*	-0.21	0.28	0.44*	0.21	0.13	-0.11	0.11	0.07	0.21	0.27	0.41*	0.47*	0.36*	0.39*	0.38*							
中肉骨比	0.33*	0.39*	0.9	0.31	0.32	0.11	-0.21	0.07	0.39*	0.42*	0.29	0.39*	0.33	0.31	0.17	0.43*	0.11						
後肉脂比	-0.32	0.33*	0.23	0.27	0.43*	0.25	-0.23	0.42	0.38*	0.36*	0.57*	0.43*	0.12	0.36*	0.21	0.23	0.47*	0.32					
後肉骨比	0.12	0.23	0.24	0.31	0.44*	0.25	0.23	0.36*	0.37	0.38*	0.53*	0.41*	0.26	0.41*	0.38*	0.21	0.34*	0.36*	0.22				
瘦肉率	-0.54*	-0.43*	0.25	0.32	-0.31	-0.44*	-0.37*	0.44*	0.33	0.37*	0.43*	0.33*	0.37*	-0.42*	0.45*	0.49*	0.45*	0.47*	0.27	0.34*			
總瘦肉重	0.59*	0.57*	0.14	0.36*	0.23	0.34*	0.34*	0.46*	0.39*	0.41*	0.52*	0.36*	0.48*	0.53*	0.47*	0.58*	0.43*	0.54*	0.31	0.36*	-0.42*		

\*  $P < 0.05$

表三十五、豬隻背最長肌一般成份分析之相關性

Table 35. Correlation of meat proximate analysis of LD muscle

	水分	蛋白質	脂肪	保水力	蒸煮失重	Loin pH1	Loin pH24
水分							
蛋白質	0.27						
脂肪	-0.65*	-0.59*					
保水力	0.33	0.42*	-0.11				
蒸煮失重	0.27	-0.11	0.19	-0.52*			
Loin pH1	0.13	0.09	0.12	0.37	-0.27		
Loin pH24	0.18	0.07	0.14	0.46*	-0.33	0.58*	

\*  $P < 0.05$

表三十六、豬隻背最長肌屠肉品質評級之相關性

Table 36. Correlation of meat quality characteristics of LD muscle

	肉色	大理石紋	緊實度	L*	a*	b*	Loin pH24
肉色							
大理石紋	0.17						
緊實度	0.48*	0.32					
L*	-0.33	0.29	-0.42*				
a*	0.43*	-0.21	0.37	-0.27			
b*	0.37	0.49*	0.21	0.38	0.25		
Loin pH24	0.52*	0.33	0.47*	-0.44*	0.32	0.22	

\*  $P < 0.05$

表三十七、豬隻背最長肌肉質性狀與感官品評之相關分析 I

Table 37. Correlation of meat quality and sensory evaluation of LD muscle I

	Crude fat	Marbling	SFA	MUFA	PUFA	Melting points	Shear value	Hardness	Muscle fiber number	Tenderness	Juiciness	Umami	Flavor	Total acceptability
Crude fat														
Marbling	0.69*													
SFA	0.39*	0.61*												
MUFA	0.64*	0.58*	-0.47*											
PUFA	0.17	0.26	-0.52*	-0.36*										
Melting points	0.13	0.11	0.49*	-0.45*	-0.11									
Shear value	-0.52*	-0.48*	0.11	-0.44*	0.21	0.27								
Hardness	-0.47*	-0.39*	0.09	-0.41*	0.19	0.23	0.97*							
Muscle fiber number	0.37*	0.41*	-0.55*	0.61*	0.31	0.09	-0.67*	-0.59*						
Tenderness	0.59*	0.44*	-0.43*	0.42*	0.17	0.11	-0.72*	-0.66*	0.36*					
Juiciness	0.64*	0.59*	-0.52*	0.55*	0.23	0.13	-0.45*	-0.39*	0.41*	0.55*				
Umami	0.44*	0.47*	0.17	0.09	-0.11	0.21	-0.39*	-0.42*	0.35*	0.23	0.29			
Flavor	0.35*	0.43*	0.12	0.33*	-0.33*	0.14	-0.39*	-0.36*	0.42*	0.66*	0.59*	0.34*		
Total acceptability	0.37*	0.33*	0.17	0.43*	0.22	0.17	-0.68*	-0.55*	0.52*	0.72*	0.68*	0.51*	0.47*	

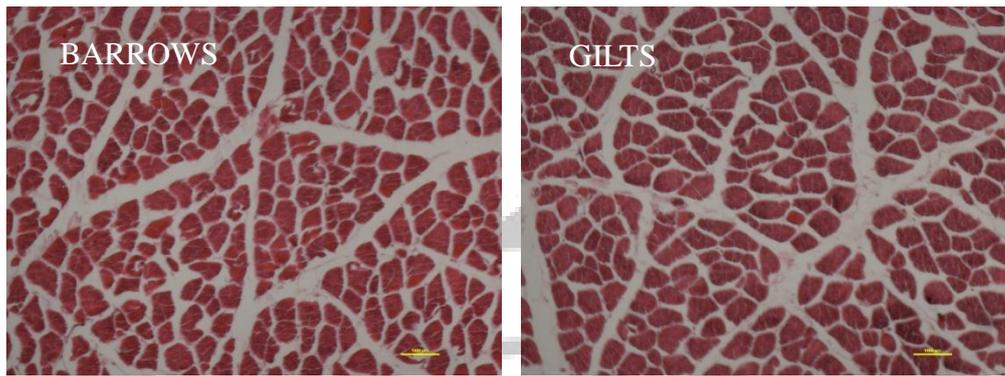
\*  $P < 0.05$

表三十八、豬隻背最長肌肉質性狀與感官品評之相關分析 II

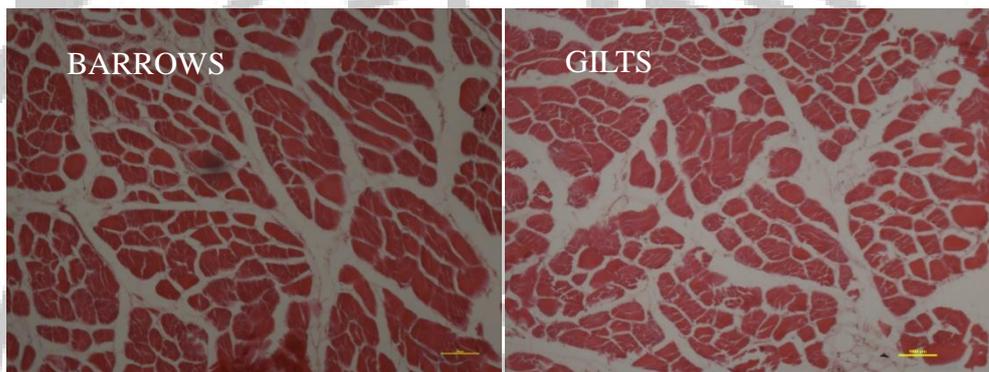
Table 38. Correlation of meat quality and sensory evaluation of LD muscle II

	GMP	IMP	Hx	Thre	Serine	Glu	Asp	Tenderness	Juiciness	Umami	Flavor	Total acceptability
GMP												
IMP	0.23											
Hx	-0.33*	-0.41*										
Thre	0.21	0.27	-0.11									
Serine	0.17	0.23	0.17	0.37*								
Glu	0.29	0.21	-0.21	0.42*	0.44*							
Asp	0.21	0.19	0.09	0.45*	0.37*	0.55*						
Tenderness	0.33*	0.37*	-0.27	0.27	0.11	0.17	0.18					
Juiciness	0.36*	0.39*	-0.18	0.29	0.27	0.32	0.21	0.47*				
Umami	0.47*	0.52*	-0.36*	0.36*	0.39*	0.42*	0.39*	0.39*	0.41*			
Flavor	0.45*	0.47*	-0.21	0.42*	0.21	0.43*	0.42*	0.33*	0.52*	0.33*		
Total acceptability	0.31	0.39*	-0.43*	0.21	0.23	0.26	0.24	0.57*	0.35*	0.21	0.36*	

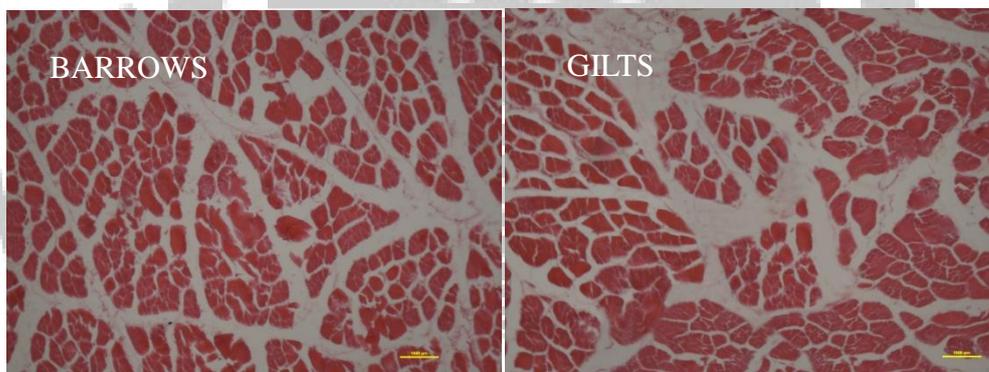
\*  $P < 0.05$



杜洛克種 (Duroc)



藍瑞斯種 (Landrace)



約克夏種 (Yorkshire)

圖十四、不同來源豬背最長肌之肌纖維組織切片。

Fig. 14. Comparison on histological of *longissimus* muscle from different sources.

## 柒、參考文獻

- 中央畜產會。2011。台灣養豬統計手冊。財團法人中央畜產會編印。台北。
- 方清泉。2010。肉豬屠體部位肉分切規格手冊。財團法人中央畜產會編印。台北。
- 王文良。1995。肉中菌叢與ATP及其關聯物來源之調查。國立中興大學畜產研究所碩士論文。台中。
- 王旭昌。2003。日本鹿兒島黑豬產銷介紹。畜牧半月刊。70(8):32-38。
- 台灣肉豬屠體評級手冊。1988。台灣區肉品發展基金會。台北。
- 史濟百。1997。台灣區豬肉吶哆化合物、脂肪酸組成及揮發性成分之研究。國立中興大學畜產學研究所碩士論文。台中。
- 石憲諭。2008。台灣黑豬屠體與肉質性狀之探討。國立屏東科技大學碩士論文。屏東。
- 行政院農委會。2003。九十一年農業統計年報。行政院農委會編印。台北。
- 行政院農委會。2011。糧食平衡表。行政院農委會編印。台北。
- 池雙慶、周德政。1980。第三章：豬隻品種與育種。畜牧要覽：養豬篇。中國畜牧學會編印。
- 吳家輔、劉登城、林高塚、吳勇初。2012。屠宰時活體重對於LYD三品種雜交閩公豬屠體性狀之影響。中畜會誌41(3)213-224。
- 吳玫樺。1999。烏骨雞與白肉雞中肌肽之抗氧化性、脂肪酸組成、鐵質及其貯藏特性之探討。國立中興大學論文畜產學系碩士論文。台中。
- 呂鳴宇、林高塚、曾再富、吳建平。2000。不同上市體重肉豬之屠體性狀。中國畜牧學會會誌29:209-218。
- 李學孚。1992。台灣土雞與白色肉雞肉質之物理及化學特性研究。國立中興大學畜產研究所碩士論文。台中。
- 杞文慈。2004。公雞去勢及埋植外源睪固酮對脂質生成代謝及相關。國立嘉義

- 大學碩士論文。嘉義。
- 周光宏。1999。肉品加工學。中國農業科技出版社。第四章。北京。
- 周志輝。2001。肉食的學問(初版)。萬里機構，飲食天地出版社。pp. 74—76。
- 林佑憲。1999。由魚類加工副產物中萃取牛磺酸之研究。國立海洋大學水產食品科學研究所碩士論文。基隆。
- 林烈進。1996。屠宰後豬肉品質特性與熱性質之研究。國立中興大學畜產研究所碩士論文。台中。
- 林榮信、J. C. Forrest。1993。牛肉整體電導度的測量和對屠體成分之相關。中國畜牧學會會誌。22 (suppl): 92。
- 林榮信、陳麗如、黃士哲。1999。電磁掃描預估土雞屠體瘦肉量。中畜會誌增刊 28 (suppl): 233。
- 林榮信、陳莉雯、鄭曉薇、黃士哲、林育安。2001。肉豬拍賣價格與屠體肥度之相關評估。中華農學會報 2 (6): 546—554。
- 林慧生。1987。肉與肉製品。華香園出版社。第四、五章。台北。
- 洪平。1996。飼料原料要覽(含添加物)。作伙逗陣雜誌社。pp. 3—7, 45—47。
- 張秀鑾、吳明哲、吳松鎮、劉錦條、賴永裕。1997。豬的肋骨數與屠體長探討。中畜會誌。26 (4): 409—418。
- 張秀鑾、吳明哲、劉錦條、賴永裕。1998。新引進美國盤克夏豬種繁殖第一代之生長與背脂厚度。中畜會誌 27 (4): 499—505。
- 張為憲、李敏雄、呂政義、張永和、陳昭雄、孫璐西、陳怡宏、張基郁、顏國欽、林志城、林慶文。2007。食品化學。華香園出版社。第四、五、十五章。台北。
- 張婷婷、林高塚。2004。家畜市場活體與屠體拍賣優缺點探討。動物保護公共論壇論文集。pp. 205—208。

- 張東紅。2002。21世紀中國養豬業發展戰略。安徽農業科學 30(2) 185—187。
- 陳文賢、吳祥雲、涂榮珍、紀學斌。2007。黑豬肉質特性及感官品評探討。畜產研究。40(4)：241—248。
- 陳明造。1995。影響禽肉品質的因素。中畜會誌 27(1)：109—113。
- 陳明造。2000。肉品加工理論與應用(修訂版)。藝軒圖書出版社。第六、八、九章。台北。
- 陳修德。1993。杜洛克新公豬產肉能力早期評估之研究。國立台灣大學動物科學研究所碩士論文。台北。
- 陳國隆、吳建平、洪炎明。2000a。臺灣土雞之閹雞與公雞、母雞屠體性狀與肌肉品質之比較。中畜會誌 29(1)：77—88。
- 陳國隆、吳建平、周榮吉。2000b。去勢週齡對臺灣土雞生產性能及肌肉死後變化之影響。中華農學會報 1(1)：54—63。
- 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。
- 陳義雄、陳文賢。1997。餽水豬肉品質之探討。中畜會誌。26(1)：67—76。
- 陳義雄、陳文賢。1999。不同屠體重豬屠肉品質之研究。畜產研究。32(2)：129—136。
- 黃玉鴻、鄭三寶。1985。品種、期別和體重對公豬體型性狀之影響。中畜會誌 14(1—2) 47—54。
- 黃清松。1995。台灣養豬事業之演變。中國畜牧雜誌。27(8)：61—66。
- 黃逸文。1997。台灣區豬肉中核苷酸關聯物、游離胺基酸及游離糖之研究。國立中興大學畜產研究所碩士論文。台中。
- 黃存后。2005。杜洛克公豬其後裔肉豬之屠體性狀與肉質表現。國立屏東科技大學畜產系碩士論文。屏東。
- 黃勇軒。2011。利用肉豬腰眼圖像預估肌內脂肪含量。國立宜蘭大學動物科學

- 研究所碩士論文。宜蘭。
- 黃道全。2002。放山豬與一般肉豬肉質特性之比較。國立中興大學畜產研究所碩士論文。台中。
- 黃鈺嘉、鍾博、池雙慶。1984。三品種雜交肉豬隻生長特性。畜產研究 17: 255—265。
- 楊天樹。2000。回顧一世紀來台灣毛豬產業的發展。中央畜產會月刊 4: 1—4。
- 楊勝任。1992。淘汰肉用種雞、蛋雞與肉用雞之屠體性狀、肉質特性與其雞肉餅品質之探討。東海大學畜產學研究所碩士論文。台中。
- 廖宗文、蘇天明、劉建甫、吳淑芬、蔡銘洋。2005。優質黑豬產製技術研發。行政院農業委員會畜產試驗所。台南。
- 廖宗文、蘇天明、蔡金生、劉建甫、彭松鶴、王政騰。2002。不同粗纖維含量飼糧餵飼畜試黑豬一號肥育期肉豬對其生長性能及屠體性狀之效果評估。中畜會誌 31 (2): 87—97。
- 劉文、王可甜、白小青、陳四清、王金勇。2006。豬肌纖維特性對肉質的遺傳影響。國外畜牧學：豬與禽 4: 24—26。
- 劉敬順、彭國良、劉小紅。2000。淺談豬肉品質的測定和影響因素。廣東畜牧獸醫科技 6 (2) : 729。
- 潘鈺臻、吳勇初。2008。大麥豬、台灣黑豬與三品種雜交豬肉質特性之探討。東海學報 49: 39—50。
- 潘鈺臻。2009。不同來源豬背最長肌肉質特性之探討。東海大學畜產與生物科技學系碩士論文。台中。
- 鄭富元。2002。屠前緊迫對台灣土雞與白肉雞肉質之影響。國立中興大學畜產研究所碩士論文。台中。
- 鄭智翔。2003。國產黑毛豬與三品種雜交豬肉質特性比較。東海大學畜產學研究所碩士論文。台中。

- 賴永裕、陳文賢、顏念慈、劉錦條、張秀鑾。2003。美國盤克夏豬屠體與肉質研究。畜產研究 36 (2): 149—156。
- 謝明哲、劉珍芳、郭鈺安。1996。食物學原理與實驗。台北醫學院保健營養學系。pp. 39—50, 170—177。
- 簡執中、蔡政樵、陳怡蓁、王佩華、駱秋英、羅玲玲、王旭昌、黃存后、林思仲。2008。利用各式超音波儀器進行黑毛豬隻活體背脂厚度檢測可行性之評估。中畜會誌。37: 203。
- 顏宏達。1989。養豬飼料學。華香園出版社。pp. 34—41。
- 羅玲玲。2004。豬隻雜交育種制度。豬育種策略研討會。種豬發展基金會。
- 羅玲玲。2003。豬隻性能改良方法。中國文化大學出版。行政院農業委員會補助。pp. 160。
- 羅玲玲。2008。超音波技術在養豬產業的應用。超音波技術應用於豬隻生產與育種研討會論文集。pp. 1—26。
- 羅玲玲、黃呈耀。1995。純種豬屠體組成之估測。台糖畜產 1 (1): 1—13。
- 蘇天明、劉建甫、蔡金生、廖宗文。2004。畜試黑豬一號肉豬生長性能與不同屠宰體重屠體性狀之探討。中國畜牧學會會誌。33 (3): 165—174。
- 蘇天明、劉建甫、邱啟明、蔡金生、廖宗文、盧金鎮。2006。不同品種與屠宰體重對豬隻背最長肌化學組成分、肉色及脂肪酸組成之影響。畜產研究。39 (2): 111-119。
- 小原正美。1989。食品の味。光琳株式會社。第二、四章。
- 川井田博。1982。鹿兒島バクシヤ一種とその肉質(1)。畜産の研究。36(12): 1427—1434。
- 太田靜行。1990。天然調味料-天然物のエキスと天然調味料。New Food Industry。32:17-26。
- 石田賢吾。1978。天然調味料的性質與利用。食品工業25: 167。

石館守三監修。1979。第4版食品添加物公定書解說書。廣川書局。東京。pp. 113。

北田善三、蓮池秋一、佐佐木美智子、谷川薰、內龍太郎、弓場秀雄。1983。

雞肉中ATP關聯物之含量變化。日食工誌。30(3)：151-154。

AMSA. 1991. Guidelines for meat color evaluation. American Meat Science Association and National Livestock and Meat Board, Chicago, IL.

A. O. A. C. 1995. "Office Method of Analysis." 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.

Bahelka I., E. Hanusová, D. Peškovičová, and P. Demo. 2007. The effect of sex and slaughter weight on intramuscular fat content and its relationship to carcass traits of pigs. *J. Anim. Sci.* 52(5):122-129

Barton-Gade P. A. 1990. Pork quality in genetic improvement programmes - the Danish experience. *Proc. Natl. Swine Improv. Fed. Ann.*

Beattie, V. E., R. N. Weatherup, B. W. Moss, and N. Walker. 1999. The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. *Meat Sci.* 52:205-211.

Bendall, J. R. 1973. Post-mortem changes in muscle. In: P. D. Boyer. *The structure and function of muscle.* G. H. Bourne, ed. Academic Press, New York, NY.

Bendall, J. R., and H. J. Swatland. 1988. A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Sci.* 24(2):85-126.

Bertram, H. C., I. K. Straadt, J. A. Jensen, and M. D. Aaslyng. 2007. Relationship between water mobility and distribution and sensory attributes in pork slaughtered at an age between 90 and 180 days. *Meat Sci.* 77:190-195.

Boleman, S. J., S. L. Boleman, R. K. Miller, J. F. Taylor, H. R. Cross, T. L. Wheeler, M. Koohmaraie, S. D. Shackelford, M. F. Miller, R. L. West, D. D. Johnson, and J. W. Savell. 1997. Consumer evaluation of beef of known categories of

- tenderness. *J. Anim. Sci.* 75:1521-1524.
- Brewer, M. S., J. Jensen, A. A. Sosnicki, B. Fields, E. Wilson, and F. K. McKeith. 2002. The effect of pig genetics on palatability, colour and physical characteristics of fresh pork loin chops. *Meat Sci.* 61: 249-256..
- Brodum, J. 1998. On-line pork carcass grading with the Auto fomultra sound system. *J. Anim. Sci.* 76:443-448.
- Brody, S. 1945. *Bioenergetics and growth*. Reinhold Publishing Corporation, New York.
- Buchanan, D. S. 1987. The crossbred sire: Experimental Results for Swine. *J. Anim. Sci.* 65:117-127.
- Calkins, C. R., L. J. Branecky, T. R. Dutson, G. C. Smith, and Z. L. Carpenter. 1983. Post-mortem muscle metabolism and meat tenderness. *J. Food Sci.* 48(1):23-25, 35.
- Cameron, N. D. 1990. Comparison of Duroc and British Landrace pigs and the estimation of genetic and phenotypic parameters for growth and carcass traits. *Anim. Prod.* 50:141-153.
- 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.
- Cameron, N. D., M. Enser, G. R. Nute, F. M. Whittington , J. C. Penman, A. C. Fiskien, A. M. Perry and J. D. Wood. 2000. Genotype with nutrition interaction on fatty acid composition of intramuscular fat and the relationship with flavor of pig meat. *Meat Sci.* 55(2):187-195.
- Čandek-Potokar M., B. Žlender, L. Lefaucheur, and M. Bonneau. 1998. Effects of age and/or weight at slaughter on longissimus *dorsi* muscle: Biochemical traits and sensory quality in pigs. *Meat Sci.* 48:287-300.

- Cannell, R. C., K. E. Belk, J. D. Tatum, J. W. Wise, P. L. Chapman, J. A. Scanga, and G. C. Smith. 2002. Online evaluation of a primal video image analysis system (Computer Vision System) to predict beef carcass red meat yield and for augmenting the assignment of USDA yield grades. *J. Anim. Sci.* 80:1195-1201.
- Cardello, A. V., R. A. Segars, J. Secrist, J. Smith, S. H. Cohen, and R. Rosenkrans. 1983. Sensory and texture profile properties of flaked and formed beef. *Food Microstruct.* 2:119-133.
- Cason, J. A., D. L. Fletcher, and W. H. Burke. 1987. Influence of caponization on skin pigmentation of male broilers. *Poult. Sci.* 66:433-438.
- Cassady, J. P., O. W. Robison, R. K. Johnson, J. W. Mabry, and L. L. Christian. 2004. National pork producers council maternal line genetic evaluation: A comparison of growth and carcass traits in terminal progeny. *J. Anim. Sci.* 82:3482-3485.
- Caul, J. F., and S. A. Raymond. 1964. Home-use test by consumers of the flavor effects of disodium inosinate in dried soup. *Food Technol.* 18(3):95-136.
- Cisneros, F., M. Ellis, F. K. McKeith, J. McCaw, and R. L. Fernando. 1996. Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, primal cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *J. Anim. Sci.* 74:925-933.
- Colombo, S., and C. Gervasini. 1958. Chromatographic investigation on free amino acid in fresh, refrigerator-stored, and frozen fowl meat. *Computers and Electronics in Agriculture.* 16:125-135.
- Cooper, C. C., R. G. Cassens, L. L. Kastenschmidt, and E. J. Briskey. 1970. Histochemical characterisation of muscle differentiation. *Develop. Biol.* 23:169.

- Cornet, M., and J. Bousset. 1990. Free amino acids and dipeptides in porcine muscles. ICoMST 36<sup>th</sup> 226-231.
- Correa, J. A., L. Faucitano, J. P. Laforest, J. Rivest, M. Marcoux, and C. Gariépy. 2006. Effects of slaughter weight on carcass composition and meat quality in pigs of two different growth rates. *Meat Sci.* 72:91-99.
- Crescentini, G., and V. Stocchi. 1984. Reversed-phase high performance liquid chromatographic determination of nucleotides in red blood cells. *J. Chromatogr.* 290:393-399.
- Cross, H. R., J. W. Carpenter, and A. Z. Palmer. 1970. Pork carcass muscling: fat, lean and bone ratios. *J. Anita. Sci.* 30:866.
- Crouse, J. D., C. L. Ferrel, R. A. Field, J. R. Busboom, and G. J. Miller. 1982. The relationship of fatty acid composition and carcass characteristics to meat flavor in lamb. *J. Food Qual.* 5:203-214.
- Coruse, J. D., M. Koohmaraie, and S. D. Seidemann. 1991. The relationship of muscle fibre size to tenderness of beef. *Meat Sci.* 30: 295-302.
- Dabrowska, H. 1984. Effect of dietary protein on free amino acid content in rainbow trout (*Salmo gairdneri* rich.) muscles. *Comp. Biochem. Phy.* 77a:553-556.
- Dannert, R. D., and A. M. Pearson. 1967. Concentration of inosine 5'-monophosphate in meat. *J. Food Sci.* 32: 49.
- Davidek, J., and A. W. Khan. 1967. Estimation of inosine acid in chicken muscle and its formation and degradation during post-mortem aging. *J. Food Sci.* 32: 155-157.
- Davis, C. L., G. C. Smith, Z. L. Carpenter, T. R. Dutson, and H. R. Cross. 1979. Tenderness variations among beef steaks from carcasses of the same USDA quality grade. *J. Anim. Sci.* 49:103-114.
- De Ross, K. B. 1997. How lipids influence food flavor. *Food Technol.* 51:60-62.

- Dinarieva, G. P., and G. A. Safronova. 1973. Effect of nucleotides, nucleosides, and bases on meat taste. TR., Vses. Nauchno-Inst. Myasn. Prom-sti. 27:114.
- Edwards, S. A., J. D. Wood, C. B. Moncrieff, and S. J. Porter. 1992. Comparison of the Duroc and Large White as terminal sire breed and their effect in pig meat quality. Anim. Prod. 54:289-297.
- Ellis, M., and T. M. Bertol. 2001. Effects of slaughter weight on pork and fat quality. In: Proceedings of the 2nd international virtual conference on pork quality. Concordia, 213-224.
- Enfält, A. C., Lundström, K., Hansson, I., Lundeheim, N., and P. E. Nyström. 1997. Effects of outdoor rearing and sire breed (Duroc or Yorkshire) on carcass composition and sensory and technological meat quality. Meat Sci. 45: 1-15.
- Eustace, I. J., and R. F. Thornton. 1991. Electromagnetic scanning: evaluation of cartoned meat. Proc. Symp. Electronic Evaluation of Meat in Support of Value-Based Marketing, Purdue Univ., West Lafayette, IN, 113-122.
- Fernandez, X., G. Monin, A. Talmant, J. Mourot, and B. Lebret. 1999. Influence of intramuscular fat content on the quality of pigs meat-2. Consumer acceptability of m. longissimus *lumborum*. Meat Sci. 53:67-72.
- Field, R. A., M. L. Riley, and Y-O. Chang. 1971. Free amino acid changes in different aged bovine muscle and their relationship to shear values. J. Food Sci. 36(4):611-612.
- Fiorotto, M. L., Cochran, W. J., and Klish, W. J. 1987. Fat-free mass and total body water of infants estimated from total body electrical conductivity measurements. Pediatr. Res. 22:417-422.
- Flores, M., J. Romero, M-C. Aristoy, J. Flores, and F. Toldra. 1994. Differences in muscle proteolytic activities among pork breed types. Sci. Aliments. 14(4):469-474.

- Fortin, A., and A. K. W. Tong. 2003. A novel approach to grading pork carcasses: computer vision and ultrasound. *Meat Sci.* 63:451-462.
- Forrest, J. C., C. H. Kuei, M. W. Orcutt, A. P. Schinckel, J. R. Stouffer, and M. D. Judge. 1989. A review of potential new methods of on-line pork carcass evaluation. *J. Anim. Sci.* 67:2164-2170
- Fredeen, H. T. 1984. Changes in the characteristics of primal hot carcasses in Canada. *J. Anim. Sci.* 64:569-586.
- Fuke, S. 1994. Taste-active components of seafoods with special reference to umami substances. In: F. Shaidi. And J. R. Botta. (Ed) *Seafoods: chemistry, processing technology and quality.* Blackie Academic and Professional, Glasgow. pp. 115.
- Gandemer, G., M. Viau, J. C. Caritez, and C. Legault. 1992. Lipid composition of adipose tissue and muscles with an increasing proportion of Meishan genes. *Meat Sci.* 32:105-121.
- García-Macías, J. A., M. Gispert, M. A. Oliver, A. Diestre, P. Alonso, A. Muñoz-Luna, K. Siggins, and D. Cuthbert-Heavens. 1996. The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. *Anim. Sci.* 63:487-496.
- Gispert, M., I. Diaz, M. A. Oliver, J. Tibaus, and A. Diestre. 1990. The effect of breed on intramuscular fat and fatty acids of subcutaneous fat. In: 41st Annual Meeting of EAAP, 8–12 July, Toulouse, France.
- Gispert, M., M. Fonti Furnols, M. Gil, A. Velarde, A. Diestre, D. Carrión, A. A. Sosnicki, and G. S. Plastow. 2007. Relationships between carcass quality parameters and genetic types. *Meat Sci.* 77:397-404.
- Gispert, M., P. Gou, and A. Diestre. 2000. Bias and future trends of pig carcass classification methods. Special issue: new developments in guaranteeing the

- optimal sensory quality of meat. *Food Chem.* 69(4):457-460.
- Goldenberg, A. A., and Lu Z. 1997. Automation of meat pork grading process. *Comput. Electron. Agric.* 16(2):125-135.
- Gomez-Guillen, M. C., and Montero. 1996. Addition of hydrocolloids and non-meat protein to sardine (*Sardina pilchardus*) mice gels: effect of salt concentration. *Food Chem.* 56(4): 421-427.
- Goodband, B., J. DeRouchey, M. Tokach, S. Dritz, and J. Nelssen. 2006. A practical look at nutritional attempts to improve pork quality. London Swine Conference—Thinking Globally, Acting Locally. 125-139.
- Harrison, G. G., and T. B. Van Itallie. 1982. Estimation of body composition: a new approach based on electromagnetic principles. *J. Clinical Nutr.* 35:1176-1179.
- Hedrick, H. B., E. D. Aberle, J. C. Forrest, M. D. Judge, and R. A. Merkel. 1989. *Principles of Meat Sci.* pp. 290. Kendall/Hunt.
- Henckel, P., A. Karlsson, M. T. Jansen, N. Oksbjerg, and J. S. Petersen. 2002. Metabolic conditions in porcine *longissimus* muscle immediately pre-slaughter and its influence on peri- and post mortem energy metabolism. *Meat Sci.* 62:145-155.
- Henckel, P., N. Oksbjerg, E. Erlandsen, P. Barton-Gade, and C. Bejerholm. 1997. Histo- and biochemical characteristics of the *Longissimus dorsi* muscle in pigs and their relationships to performance and meat quality. *Meat Sci.* 47:311-321.
- Hertzmann, C., L. Göransson, and H. Ruderus. 1988. Influence of fishmeal, rape-seed, and rape seed meal in feed on the fatty acid composition and storage stability of porcine body fat. *Meat Sci.* 23:37-53.
- Hill, F. W., and L. M. Dansky. 1951. The influence of diet on body composition of growing chicks. In : *Proc Cornell Nutr. Conf*, pp. 27-32.
- Hillebrand, S. J. W., E. Lambody, and C. H. Veerkamp. 1996. The effects of

- alternative electrical and mechanical stunning methods on hemorrhaging and meat quality of broiler breast and thigh muscles. *Poult. Sci.* 75: 664-671.
- Hofmann, K. 1988. pH: A quality criterion for meat. *Fleischwirtschaft* 2:14-23.
- Honikel, K. O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* 49:447-457.
- Hovenier, R., E. Kanis, and J. A. M. Verhoeven. 1993. Repeatability of taste panel tenderness scores and their relationships to objective pig meat quality. *J. Anim. Sci.* 71:2018-2025.
- Jeong, D. W., Y. M. Choi, S. H. Lee, J. H. Choe, K. C. Hong, H. C. Park and B. C. Kim. 2010. Correlations of trained panel sensory values of cooked pork with fatty acid composition, muscle fiber type, and pork quality characteristic in Berkshire pigs. *Meat Sci.* 86:607-615.
- Jones, N. R. 1959. The free amino acids of fish. II. Fresh skeletal muscle from lemon sole (*Pleuronectes microcephalus*). *J. Sci. Food Agric.* 10:282.
- Kantha, S. S., M. Takeuchi, S. Watabe, and H. Ochi. 2000. HPLC determination of carnosine in primal canned soups and natural meat extracts. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 33:60-62.
- Katsumata, M., H. Hirose, Y. Kaji, and M. Saitoh. 1995. Influence of a high ambient temperature and dietary fat supplementation on fatty acid composition of depot fat in finishing pigs. *Anim. Sci. Technol.* 66:225.
- Kauffman, R. G., R. G. Cassens, A. Sherer, and D. L. Meeker. 1992. Variations in pork quality. N. P. P. C., Des Moines.
- Kawai, M., A. Okiyama, and Y. Ueda. 2002. Taste enhancements between various amino acid and IMP. *Chem. Senses.* 27:739-745.
- Kellogg, T. F., R. W. Rogers, and H. W. Miller. 1977. Differences in tissue fatty acids and cholesterol of swine from different genetic backgrounds. *J. Anim.*

Sci. 44:47-52.

Kempster, A. J., D. G. Evans. 1979. A comparison of different predictors of the lean content of pig carcasses 2 Predictors for use in population studies and experiments. *Anim. Prod.* 28(1):97-108.

Kempster, A. J., D. W. Jones, and B. T. Wolf. 1985. A comparison of alternative methods for predicting the carcass composition of crossbred lambs of different breed and crosses. *Meat Sci.* 18:89.

Kempster, A. J., J. P. Chadwick, and D. W. Jones, A. Cuthbertson. 1981. An evaluation of the Hennessy and Chong Fat Depth Indicator, and the Ulster Probe, for use in pig carcass classification and grading. *Anim. Prod.* 33(3):319-324.

Kerth, C. R., M. Carr, and J. C. Brooks. 1997. Reducing the incidence of PSE pork in pigs that are mono-mutant for the halothane gene using vitamin-mineral supplementation and accelerated chilling. *Proc. 50th Reciprocal Meat Conf.* Ames.

Kimata, M., T. Iishibashi, and A. T. Kamad. 2002. Studies on relationship between sensory evaluation and chemical composition in various breed of pork. *Japanese J. Swine Sci.* 38:2.

King, J. W. B. 1991. Pig breed of the world: their distribution and adaptation. In: *World Animal Science, B8-Genetic Resources of Pig, Sheep and Goat.* Majjala, K. (Ed.) 51-63.

Kirimura, J., A. Shimizu, A. Kimizuka, T. Ninomiya, and N. Katsuya. 1969. The contribution of peptides and amino acids to the taste of foodstuffs. *J. Agric. Food Chem.* 17(4):689-695.

Klish, W. J., G. B. Forbes, A. Gordon, and W. J. Cochran. 1984. New method for the estimation of lean body mass in infants (EMME instrument): validation in

- nonhuman models. *J. Ped. Gast. and Nutr.* 3:199-204.
- Knecht, R., and J. Y. Chang. 1986. Liquid chromatographic determination of amino acids after gas-phase hydrolysis and derivatization with (dimethylamino) azobenzenesulfonyl chloride. *Anal. Chem.* 58:2375-2379.
- Koga, K., T. Fukunaga, T. Shimotamari, and H. Kawaida. 1983. Free amino acids and carnosine content in the lean meats (*Longissimus dorsi* and *Biceps femoris*) from several varieties of pigs fed on the feedstuff containing sweet potato meal. *Bull. Fac. Agric. Kagoshima Uni.* 33:91-97.
- Koga, K., T. Fukunaga, Y. Ohki, and H. Kawaida. 1985. Free amino acids and carnosine content in the lean meats (*Longissimus dorsi* and *Biceps femoris*) from strain and strain-cross pigs. *Bull. Fac. Agric. Kagoshima Uni.* 35:65-73.
- Kuda, T., M. Fujita, H. Goto, and T. Yano. 2008. Effects of retort conditions on ATP-related compounds in pouched fish muscle. *Food Sci. and Technol.* 41:469-473.
- Kuninaka, A., M. Kibi, and K. Sakaguchi. 1964. History and development of flavor nucleotides. *Food Technol.* 18(3):29-35.
- Laack, R. L. J. M. V., R. G. Kauffman, and P. Polidori. 1995. Evaluating pork carcasses for quality. National Swine Improvement Federation Annual Meeting.
- Lampe, J. F., T. J. Baas, and J. W. Mabry. 2006. Comparison of grain sources (yellow corn, white corn, and barley) for swine diets and their effect on meat and fat quality traits. *J. Anim. Sci.* 84:1022-1029.
- Larzul, C., P. Le Roy, R. Guéblez, A. Talmant, J. Gogué, P. Sellier, and G. Monin. 1997. Effect of halothane genotype (*NN*, *Nn*, *nn*) on growth, carcass and meat quality traits of pigs slaughtered at 95 kg or 125 kg live weight. *J. Anim.*

Breeding and Genetics. 114:309-320.

Latorre, M. A., R. La 'zaro, D. G Valencia, P. Medel, and G. G. Mateos. 2004. The effects of sex and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *J. Anim. Sci.* 82:526-533.

Latorre, M. A., R. Lázaro, M. I. Gracia, M. Nieto, and G. G. Mateos. 2003. Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight. *Meat Sci.* 65:1369-1377.

Lawrie, R. A. 1998. *Lawrie's Meat Science*. Woodhead Publishing. Chap. 10.

Lin, R. S., L. R. Chen, S. C. Huang, and C. Y. Liu. 2002. Electromagnetic scanning to estimate carcass lean content of Taiwan native broilers. *Meat Sci.* 61(3):295-300.

Lo, L. L., D. G. McLaren, and F. K. McKeith. 1992. Genetic analyses of growth, real-time ultrasound, carcass and pork quality traits in duroc and landrace pigs:I. breed effects. *J. Anim. Sci.* 70:2373-2386.

Lyon, C. E., and J. A. Cason. 1995. Effect of water chilling on objective color of bruised and unbruised broiler tissue. *Poult. Sci.* 74: 1894-1899.

Macy, R. L.; Naumann, H. D.; Bailey, M. E. 1964. Water-soluble flavor and odor precursors of meat. II. Effects of heating on amino nitrogen constituents and carbohydrates in lyophilized diffusates from aqueous extracts of beef, pork, and lamb. *J. Food Sci.* 29:142-148.

Martel, J., F. Minvielle, and L. M. Poste. 1988. Effects of crossbreeding and sex on carcass composition, cook-ing properties and sensory characteristics of pork. *J. Anim. Sci.* 66:41.

Maynard, L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz, and R. G. Warner. 1979. *Animal Nutrition* (7th ed.) McGraw-Hill Book Co., New York, pp. 199-200.

- Mei, L., G. L. Cromwell, A. D. Crum, and E. A. Decker. 1998. Influence of dietary  $\beta$ -alanine and histidine on the oxidative stability of pork. *Meat Sci.* 49:55-64.
- Miller, R. K. 1994. Quality characteristics. In: *Muscle Foods*. Eds. Chapman and Hall Published, London. pp. 296-332.
- Monin, G., and P. Sellier. 1985. Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post-mortem period: The case of the Hampshire breed. *Meat Sci.* 13:49.
- Motoc, D., and C. Banu. 1968. Biochemical changes during the storage of beef and pork. *Fleischwirtschaft.* 48(8):1045-1050.
- Mottram, D.S. 1998. Flavor formation in meat and meat products: a review. *Food Chem.* 62:415-424.
- Myer, R. O., J. W. Lamkey, W. R. Walker, J. H. Brendemuhl, and G. E. Combs. 1992a. Performance and carcass characteristics of swine when fed diets containing canola oil and added copper to alter the unsaturated:saturated ratio of pork fat. *J. Anim. Sci.* 70:1417.
- Myer, R. O., D. D. Johnson, D. A. Knauff, D. W. Gorbet, J. H. Brendemuhl, and W. R. Walker. 1992b. Effect of feeding high-oleic-acid peanuts to growing-finishing swine on resulting carcass fatty acid profile and on carcass and meat quality characteristics. *J. Anim. Sci.* 70:3734.
- Nakatani, Y., T. Fujita, S. Sawa, T. Otani, Y. Hori, and I. Takagahara. 1986. Changes in ATP-related compounds of beef and rabbit muscles and a new index of freshness of muscle. *Agric. Biol. Chem.* 50(7):1751-1756.
- National pork producers council. 1999. Composition and quality assessment procedures.
- Niewiarowicz, A. 1978. Changes in the amino-acid content and peptides during aging of beef and pork. *Chem. Abstr.* 52:9470g.

- Ockerman, H. W. 1985. Quality of post-mortem muscle tissue. Anim. Sci. Dept. The state Univ., Columbus, OH.
- Offer, G., and P. Knight. 1988. The structural basis of water-holding in meat. 1. General principles and water uptake in meat processing. Develop. Meat sci. 4:173-243.
- Okitani, A., T. Nishimura, S. Kaneko, A. Chijiwa, and H. Kato. 1986. Meat quality of a hybrid pig, Hypor(part 1)-especially chemical composition. Jpn. J. Zootech. Sci. 57(7):593-600.
- Oliver, M. A., P. Gou, M. Gispert, A. Diestre, J. Arnau, J. L. Noguera, and A. Blasco. 1994. Comparison of five types of pig crosses. II. Fresh meat quality and sensory characteristics of dry cured ham. Liv. Prod. Sci.40: 179-185.
- Ouali, A. 1990. Meat tenderisation: possible causes and mechanisms. A review. J. Muscle Foods. 1:129-165.
- Plastow, G. S., D. Carrión, M. Gil, J. A. García-Regueiro, M. Fonti Furnols, M. Gispert, M. A. Oliver, A. Velarde, M. D. Guàrdia, M. Hortós, M. A. Rius, C. Sárraga, I. Díaz, A. Valero, A. Sosnicki, R. Klont, S. Dornan, J. M. Wilkinson, G. Evans, C. Sargent, G. Davey, D. Connolly, B. Houeix, C. M. Maltin, H. E. Hayes, V. Anandavijayan, A. Foury, N. Geverink, M. Cairns, R. E. Tilley, P. Mormède, and S. C. Blott. 2005. Quality pork genes and meat production. Meat Sci. 70:409-421.
- Pulkrábek J., J. Pavlík, L. Vališ, and M. Vitek. 2006. Pig carcass quality in relation to carcass lean meat proportion. Czech J. Anim. Sci. 51:18-23.
- Pulkrábek J., L. David, L. Vališ, and M. Vitek. 2011. Developments in pig carcass classification in the czech republic. Research In Pig Breeding 5(2).
- Ramsey, C. B., L. F. Tribble, C. Wu, and K. D. Lind. 1990. Effects of grains, marbling and sex on pork tenderness and composition. J. Anim. Sci.

68:148-154.

Ray, F. 2004. Pork carcass evaluation and procedures. *General Anim. Sci.*

ANSI-3725web.pdf.

Rey, A. I., A. Daza, C. López-Carrasco, and C. J. López-Bote. 2005. Feeding Iberian pigs with acorns and grass in either free-range or confinement affects the carcass characteristics and fatty acids and tocopherols accumulation in *Longissimus dorsi* muscle and backfat. *Meat Sci.* 73:66-74.

Rhodes, D. N. 1965. Nucleotide degradation during the extended storage of lamb and beef. *J. Sci. Food Agric.* 16:447.

Robison, O. W. 1976. Growth patterns in swine. *J. Anim. Sci.* 42:1024.

SAS Ins. Stat. Anal. System. 2002. SAS procedure guide for personal computer. Version 6<sup>th</sup> ed. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA.

Sather, A. P., S. D. M. Jones, and W. M. Robertson. 1989. Genotype on predicted lean yield in heavy pig carcasses using the Hennessy grading probe, the DESTRON PG-100 and Fat-O-Meat'er electronic grading probes. *J. Anim. Sci.* 69: 93-101.

Sather, A. P., S. D. M. Jones, and W. M. Robertson. 1991. The prediction of pork carcass composition using the Hennessy Grading Probe and the Aloka SSD-210DXII Echo Camera. *J. Anim. Sci.* 71:993-1000.

Schäfer, A., K. Rodenvold, P. P. Purslow, H. J. Andersen, and P. Henckel. 2002. Physiological and structural events post mortem of importance for drip loss in pork. *Meat Sci.* 61:355-366.

Scott, R. A., S. G. Cornelius, and H. J. Mersmann. 1981. Fatty acids composition of adipose tissue from lean and obese swine. *J. Anim. Sci.* 53:977-981.

Seewald, M. J., P. A. Iaizzo, E. Heisswolf, and H. M. Eichinger. 1993. Effects of meat quality and storage on the breakdown of adenosine triphosphate in

- muscle from swine. *Meat Sci.* 35:47-61.
- Serrano, M. P., D. G. Valencia, A. Fuentetaja, R. Lázaro, and G. G. Mateos. 2008. Effect of gender and castration of females and slaughter weight on performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared under intensive. *Meat Sci.* 80:1122-1128.
- Shewan, J. M. 1955. The nitrogenous extractives from fresh fish muscle. III. Comparison of several flat group. *J. Food Sci.*6:99.
- Shimazono, H. 1964. Distribution of 5'-ribonucleotides in foods and their application to foods. *Food Technol.* 18(3):36-45.
- Shuler, R. O., T. D. Pate, R. W. Mandigo, and L. E. Lucas. 1970. Influence of confinement, floor structure and slaughter weight on pork carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 31:31-40.
- Sies, H., and M. E. Murphy. 1991. Role of tocopherols in the protection of biological systems against oxidative damage. *J Photochem. Photobiol.* B.8:211-218.
- Solberg, M. 1968. Factor affecting fresh meat color. *Proc. Meat Ind Res. Conf.* pp. 32-40.
- Solms, J. 1969. The taste of amino acids, peptides, and proteins. *J. Agric. Food Chem.* 17(4):686-688.
- Solms, J., L. Vuataz, and R. H. Egli. 1965. The taste of L- and D- amino acids. *Experientia.* 21(11):692-694.
- Spiselman, A. 2006. Berkshire breaks through. *MeatingPlace Magazine.* 14:47-57.
- Stephan, E. J., M. C. Maria, E. Micheal, and S. M. Donald. 2002. Effect of lipid composition on meat-like model systems containing cysteine, ribose, and polyunsaturated fatty acids. *J. Agric. Food Chem.* 50:1126-1132.
- Stryer, L. 1988. *Biochemistry.* W. H. Freeman and Company. New York. pp.

220-221.

Sukhija, P. S., and D. L. Palmquist. 1988. Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs and feces. *J. Agric. Food Chem.* 36:1202-1206.

Susilo, A. 2007. Physical characteristics meat of various pig breed. *J. Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak.* 42-51.

Suzuki, A., N. Kojima, and Y. Ikeuchi. 1991. Carcass composition and meat quality of Chinese purebred and European×Chinese crossbred pigs. *Meat Sci.* 29: 31-41.

Swatland, H. J. 1996. Real-time ultrasound image analysis for the estimation of carcass yield and park quality. *J. Anim. Sci.* 76: 55-62.

Szczesniak, A. S. 1975. Textural characterization of temperature sensitive foods. *J. Texture Studies.* 6:139-156.

Tallan, H. H., S. Moore, and W. H. Stein. 1954. Studies on the free amino acids and related compounds in the tissues of the cat. *J. Biol. Chem.* 211(2):927-939.

Terasaki, M., M. Kajikawa, E. Fujita, and K. Ishii. 1965. Studies on the flavor of meats. *Agric. Biol. Chem.* 29:208.

Theorell, H. 1932. Kristallinischer myoglobin. *Biochem. Z.* 252:1.

Thu, D. T. N. 2006. Meat quality: Understanding of meat tenderness and influence of fat content on meat flavor. *Univer. Technol. VHU-HCM.*

Tischendorf, F., F. Schone, U. Kirchheim, and G. Jahreis. 2002. Influence of a conjugated linoleic acid mixture on growth, organ weight, carcass traits and meat quality in growing pigs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 86:117-128.

Titus, D. S., and W. D. Klis. 1963. Product improcerment with new flavor. *Food Proc.* 24(5):128.

Tornberg, E., A. Andersson, A. Goë ransson, and G. von Seth. 1993. Water and fat

- distribution in pork in relation to sensory proper-ties. In E. Puolanne, and D. I. Demeyer (with M. Ruusunen, & S.Ellis), Pork quality:genetic and metabolic factors. CAB International.
- Tsai, R., R. G. Cassens, E. J. Briskey, and M. L. Greaser. 1972. Studies on nucleotide metabolism in porcine *longissimus* muscle postmortem. J. Food Sci. 37: 612 -616.
- Touraille, C., G. Monin, and C. Legault. 1989. Eating quality of meat from European × Chinese crossbred pigs. Meat Sci. 25: 177-186.
- Usborne, W. R. 1970. The relation of certain protein components and free amino acids to quality of porcine muscle from five different weight of hogs. Dissertation Abstracts International. Section B. The Sci. and Engineer. 31(4):1632.
- USDA. 1985. Official States Standands for Grades of Pork Carcasses. AMS,USDA,Washington,D C.
- Van Laack R. L. J. M., and R. G. Kauffman. 1999. Glycolytic potential of red, soft, exudative pork *longissimus* muscle. J. Anim. Sci. 77(2): 971-973.
- Van Laack, R. L. J. M., R. G. Kauffman, W. Sybesma, F. J. M. Smulders, G. Eikelenboom, and J. C. Pinheiro. 1994. Is colour brightness (L-value) a reliable indicator of water-holding capacity in porcine muscle. Meat Sci. 38:193-201.
- 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.
- Ventanas, S., J. Ventanas, A. Jurado, and M. Estévez. 2006. Quality traits in muscle Biceps *femoris* and back-fat from purebred Iberian and reciprocal Iberian×Duroc crossbreed pigs. Meat Sci. 73:651-659.

- Virgili, R., M. Degni, C. Schivazappa, V. Faeti, E. Poletti, G. Marchetto, M. T. Pacchioli, and A. Mordenti. 2003. Effect of age at slaughter on carcass traits and meat quality of Italian heavy pigs. *J. Anim. Sci.* 81:2448-2456.
- Weatherrup, R.N., V. E. Beattie, B.W. Moss, D.J. Kilpatrick, and N. Walker. 1998. The effect of increasing slaughter weight on the production performance and meat quality of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 67:591-600.
- Win, D. T. 2008. MSG – Flavor Enhancer or Deadly Killer. *AU J. Tech.* 12(1):43-49.
- Witte, D. P., M. Ellis, F. K. McKeith, and E. R. Wilson. 2002. Effect of dietary lysine level and environmental temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. *J. Anim. Sci.* 78:1272-1276.
- Wood, D. G., and J. F. Richards. 1975. Effect of some ante-mortem stressors of post-mortem aspects of chicken broiler pectoralis muscle. *Poultry Sci.* 54:528-531.
- Wood, J. D., M. Enser, A. V. Fisher, G. R. Nute, R. I. Richardson and P. R. Sheard. 1999. Manipulating meat quality and composition. *Proceed. Nutri. Soc.* 58: 363-370.
- Wood, J. D., R. I. Richardson, G. R. Nute, A. V. Fisher, M. M. Campo, E. Kasapidou, P. R. Sheard, and M. Enser. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.* 66: 21-32.
- Yano, Y., N. Kataho, M. Watanabe, T. Nakamura, and Y. Asano. 1995. Evaluation of beef aging by determination of hypoxanthine and xanthine contents: application of a xanthine sensor. *Food Chem.* 52: 439-445.
- Zeng, X. Y., J. A. Turkstra, R. H. Melen, X. Y. Liu, F. Q. Chen, W. M. M. Schaaper, H. B. R. Oonk, D. Z. Guo, and D. F. M. V. D. Wiel. 2002. Active immunization against gonadotrophin-releasing hormone in Chinese male

pigs: effects of dose on antibody titer, hormone levels and sexual development. *Ani. Reprod. Sci.*70:3-4.

Zhang, W., D. L. Kuhlers, and W. E. Rempel. 1992. Halothane gene and swine performance. *J. Anim. Sci.* 70:1307-1313.

Zhu, L. G., and Brewer, M. S. 1997. Unpublished data. Dept. of Food Science & Human Nutrition, Univ. of Illinois, Urbana, IL.



## 捌、英文摘要

### **Effect of breeds, sexes, and slaughter weights on pig's carcass traits and meat quality**

Effects of pig's breeds, sexes, and slaughter weights on carcass traits and meat qualities were studied. Completely randomized design with  $3 \times 2 \times 4$  factorial arrangement were used. The different breeds (Duroc, Landrace, Yorkshire), sexes (barrows, gilts), and slaughter weights (90.1-100, 100.1-110, 110.1-120, 120.1-130 kg) of pig's carcass traits and meat quality were compared. Carcass weight, carcass length, dressing percentage, loin eye area, backfat thickness, primal cuts weight, proximate analysis, pH, and water holding capacity were compared among the different breeds, sexes and slaughter weights. Lean color, marbling, firmness, shear value, texture profiles analysis, muscle fibers numbers, CIEL\* $a^*b^*$ , ATP related compounds content, free amino acids, fatty acid composition, melting point, cooking loss, and sensory evaluation were compared among breeds and sexes on slaughter weight at 110.1-120 kg.

In terms of carcass traits and proximate analysis, Duroc had significantly ( $P < 0.05$ ) larger loin eye area, heavier weight of picnic and ham, higher ratio of front part lean:bone, and rare part lean:fat, higher pH value, higher water holding capability, higher fat content, and lower cooking loss. Landrace had significantly ( $P < 0.05$ ) longer carcasses length, thinner backfat thickness, heavier loin weight, higher percentage of total lean, and higher ratio of middle part lean:bone. Yorkshire had significantly ( $P < 0.05$ ) thicker backfat thickness, heavier belly weight, the lowest percentage of total lean. Gilts had significantly ( $P < 0.05$ ) longer carcasses, thinner backfat thickness, larger loin eye area, heavier loin weight, higher lean percentage, higher protein content, lower fat content, and higher water holding capacity. As the

slaughter weights increased there were significant ( $P < 0.05$ ) increases in carcass weight, dressing percentage, carcass length, backfat thickness, loin eye area, primal cuts weight, and loin of fat content. However, as slaughter weights increased there were significant ( $P < 0.05$ ) decreases in lean percentage, loin of water and protein content.

In the meat quality analysis, Duroc had significantly ( $P < 0.05$ ) higher score of lean color, marbling, and firmness,  $a^*$  value, and  $b^*$  value. Yorkshire had significantly ( $P < 0.05$ ) higher L value, lower score of lean color, marbling, firmness, and lower  $a^*$  value, and  $b^*$  value. Barrows had higher ( $P < 0.05$ ) marbling score,  $b^*$  value and lower  $a^*$  value than gilts. Duroc had significantly ( $P < 0.05$ ) lower shear value and hardness associated with a higher number of muscle fibers. Barrows had lower ( $P < 0.05$ ) shear value and hardness than gilts. Cohesion, elasticity and chewiness were not significant difference among breeds and sexes ( $P > 0.05$ ). In the content of ATP related compounds, Duroc had significantly ( $P < 0.05$ ) lower CMP content and higher content of IMP. In free amino acids analysis, Duroc had higher ( $P < 0.05$ ) threonine and taurine content, Landrace had higher ( $P < 0.05$ ) histidine and leucine content. In the fatty acids composition, Duroc and Landrace had significantly ( $P < 0.05$ ) higher C18:1 and total monounsaturated fatty acid content. Landrace had significantly ( $P < 0.05$ ) higher C18:2 and total polyunsaturated fatty acid content. Yorkshire had higher ( $P < 0.05$ ) C18:0 and total saturated fatty acid content. Yorkshire and barrows had higher ( $P < 0.05$ ) melting point. In sensory evaluation, Duroc had the highest ( $P < 0.05$ ) tenderness, juiciness, Umami, flavor and overall acceptability score. Barrows had higher ( $P < 0.05$ ) tenderness, juiciness, flavor and overall acceptability score. In correlation analysis, overall acceptability score were positively correlated with fat content, shear value, tenderness, juiciness, flavor, IMP content, threonine content and mono-unsaturated fatty acid ( $P < 0.05$ ).

## 玖、小傳

作者吳家輔，台中市人，民國七十五年四月生。先後畢業於台中市文昌國小、台中市私立懷恩中學、台中市私立東海大學附屬高中。民國九十三年考入東海大學畜產與生物科技學系就讀，民國九十七年取得東海大學農學士學位。同年考取母系研究所加工組，隨恩師 吳勇初博士專攻肉品加工，呈恩師之指導與支持鼓勵，於民國一百零二年一月完成此論文。

