

ISSN 0253-9209  
DOI: 10.6991/JTLR

# 畜產研究

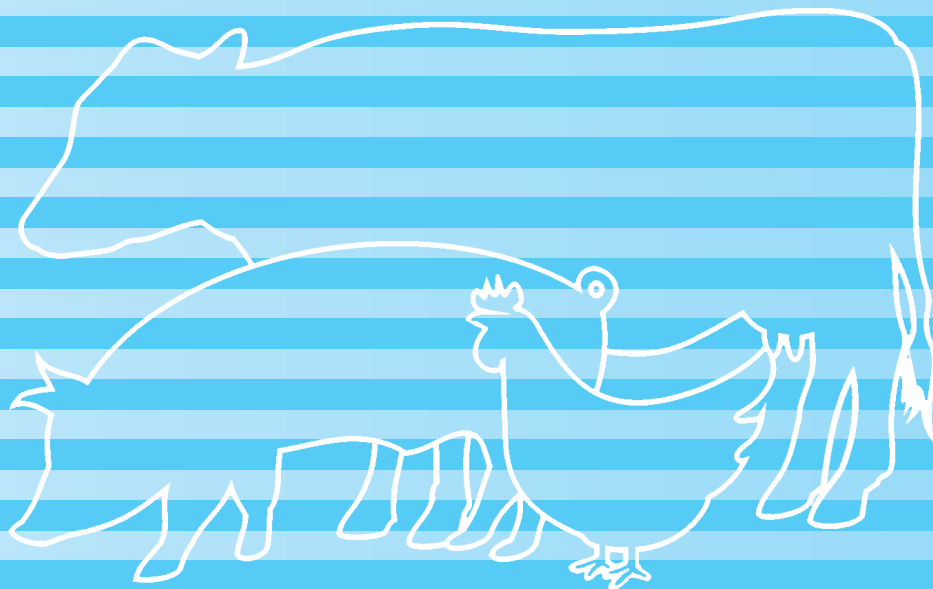
第五十七卷 第一期

中華民國一一三年三月

季刊

## JOURNAL OF TAIWAN LIVESTOCK RESEARCH

Vol. 57 No. 1 March 2024



農業部畜產試驗所

TAIWAN LIVESTOCK RESEARCH INSTITUTE,  
MINISTRY OF AGRICULTURE

# 畜產研究編審委員會

主任委員：黃振芳

審查委員：方珍玲 王佩華 王尚禮 王政騰 王紓愍 王淑音 王勝德 王聖耀  
王翰聰 朱有田 朱志成 余 祺 余 碧 吳信志 吳勇初 吳建平  
吳錫勳 李固遠 李欣蓉 李姿蓉 李恒夫 李國華 李淵百 李滋泰  
沈朋志 周明顯 林正斌 林正鏞 林怡君 林美峰 林義福 林德育  
邱智賢 施意敏 洪靖崎 范耕榛 唐品琦 徐濟泰 張世融 張仲彰  
張秀鑾 張啟聖 梁筱梅 章嘉潔 莊士德 許振忠 許晉賓 郭彥甫  
郭卿雲 郭猛德 陳文賢 陳立人 陳志峰 陳志銘 陳怡兆 陳明汝  
陳洵一 陳秋麟 陳嘉昇 陳億乘 黃大駿 黃永芬 黃英豪 楊國泰  
楊深玄 楊鎮榮 萬一怒 萬添春 廖御靜 劉秀洲 劉振發 練慶儀  
鄭永祥 鄭裕信 蕭振文 魏良原 譚發瑞 蘇天明 蘇忠楨  
(以姓名筆劃為序)

編輯委員：李欣蓉 林德育 洪哲明 洪靖崎 張世融 郭卿雲 陳翠妙 廖御靜  
(以姓名筆劃為序)

---

## JOURNAL OF TAIWAN LIVESTOCK RESEARCH

J. F. HUANG, EDITOR-IN-CHIEF,  
DIRECTOR GENERAL,  
TAIWAN LIVESTOCK RESEARCH INSTITUTE, MINISTRY OF AGRICULTURE  
HSINHUA, TAINAN, TAIWAN

### EDITORIAL ADVISORY BOARD:

C. L. FANG	P. H. WANG	S. L. WANG	C. T. WANG	S. M. WANG
S. Y. WANG	S. D. WANG	S. Y. WANG	H. C. WANG	Y. T. JU
C. C. CHU	C. YU	P. YU	H. C. WU	Y. C. WU
C. P. WU	H. H. WU	G. Y. LEE	S. S. LEE	T. R. LEE
H. F. LEE	K. H. LEE	Y. P. LEE	T. T. LEE	P. C. SHEN
M. H. CHOU	J. B. LIN	C. Y. LIN	Y. C. LIN	M. F. LIN
Y. F. LIN	D. Y. LIN	C. H. CHIU	Y. M. SHY	C. C. HUNG
G. J. FAN	P. C. TANG	C. T. HSU	S. R. CHANG	S. C. CHANG
H. L. CHANG	C. S. CHANG	H. M. LIANG	C. C. CHANG	S. T. CHUANG
C. C. HSU	C. B. HSU	Y. F. KUO	C. Y. KUO	M. D. KUO
W. S. CHEN	L. R. CHEN	C. F. CHEN	C. M. CHEN	Y. C. CHEN
M. J. CHEN	H. I. CHEN	T. L. CHEN	C. S. CHEN	Y. C. CHEN
D. J. HUANG	Y. F. HUANG	I. H. HWANG	G. T. YANG	S. S. YANG
J. R. YANG	Y. N. WAN	T. C. WAN	Y. J. LIAO	H. C. LIU
J. F. LIU	C. Y. LIEN	Y. H. CHENG	Y. S. CHENG	J. W. SHIAU
L. Y. WEI	F. J. TANG	T. M. SU	J. J. SU	

### EDITORS:

S. S. LEE	D. Y. LIN	C. M. HUNG	C. C. HUNG	S. R. CHANG
C. Y. KUO	T. M. CHEN	Y. J. LIAO		



---

## 畜產研究

編者：農業部畜產試驗所  
發行人：黃振芳  
發行所：農業部畜產試驗所  
地址：臺南市新化區牧場 112 號  
電話：(06) 5911211  
網址：www.tlri.gov.tw  
編輯\印製者：和峰設計  
電話：(06) 2089225  
出版日期：中華民國 113 年 3 月出版  
定價：新台幣 200 元

展售處：

國家書店松江門市：臺北市中山區松江路 209 號 1 樓

五南文化廣場：臺中市北屯區軍福 7 路 600 號

國家網路書店：www.govbook.com.tw

GPN : 2005200015

ISSN : 0253-9209

DOI : 10.6991/JTLR

# 畜產研究

第 57 卷第 1 期

中華民國 113 年 3 月

## 目 錄

	頁
1. 青割玉米在青貯適期後之莖葉、苞穗、全株產量與含水率變化 .....陳嘉昇、劉建甫、王紓愍	1
2. 有機飼糧添加枸杞莖稈粉對伊沙蛋雞產蛋性能與蛋品質之影響 .....王勝德、楊深玄、洪靖崎、蘇安國、沈士怡、王志瑄	10
3. 不同月齡及性別之賓朗豬血液生化特徵 .....吳昇陽、李士昕、陳益隆、王漢昇、黃昱翎、章嘉潔	18
4. 割期與收穫季節對白桑作為灌木型芻料作物之影響 .....朱明宏、林汶鑫	27
5. 不同週齡商用黑羽土雞之屠體和肉質性狀分析 .....李孟儒、吳郁潔、陳文賢、林德育、鄧學極、吳瀚、朱家德	38
6. 酪農觀點：導入自動擠乳系統後對擠乳人工、生乳品質及水電用量之影響 .....葉亦馨、楊明桂、蕭振文、涂柏安	46
7. 聲紋辨識用於輔助母豬分娩照護系統之研究 .....賴佑宜、王斌永、林正斌、李秀蘭、沈煜棠	57
8. 蘭嶼豬生醫用飼料之研發 .....陳益隆、王漢昇、黃昱翎、李士昕、章嘉潔	65

# 青割玉米在青貯適期後之莖葉、苞穗、 全株產量與含水率變化<sup>(1)</sup>

陳嘉昇<sup>(2)(4)</sup> 劉建甫<sup>(3)</sup> 王紓愍<sup>(2)</sup>

收件日期 112 年 5 月 3 日；接受日期：112 年 7 月 31 日

## 摘 要

為探討以全株玉米做為較低水分芻料或調製原料的可行性，本文以四個品系探討青貯適期前期起至完熟期之後的各部位產量、含水率下降速度及品系間差異，並對完熟期後與青貯適期性狀進行比較。以四個品系之平均鮮重而言，總鮮重產量逐日下降，吐絲後 49 天以前每日約降低 0.2 mt/ha，49 天以後每日約降低 0.9 mt/ha，主要來自莖葉鮮重的降低；苞穗鮮重則在 49 天前微幅上升。乾重產量在 49 天以前約每日提高 0.19 mt/ha，主要來自苞穗乾重的增加，49 天以後約呈水平，莖葉乾重則小幅下降。苞穗與莖葉乾重在 42 天相當，之後苞穗上升、莖葉下降。總乾重在 49 – 56 天達高點後並無顯著降低，至 70 天僅 2% 的乾重損失。含水率方面，吐絲後 14 天四個品系的平均含水率為 80.5%，吐絲後 35 天為 70.4%；吐絲後 63 天為 49.5%，但出現顯著的品系間差異，其差異來自莖葉的水分散失速度；吐絲後 70 天平均含水率降至 41.2%。部位而言，莖葉的含水率下降前期慢、後期快，後期的下降有顯著的品系間差異；苞穗的含水率下降則前期快、後期慢。吐絲後 70 天與 35 天比較，含水率降低 29%，可減少乾燥的能源成本；雖然鮮重自 50.5 mt/ha 降至 31.2 mt/ha，但乾重則由 15.0 mt/ha 提高至 18.1 mt/ha。表示延遲 35 天收穫雖有延長農地使用時間及增加風險之缺點，但其總乾物產量的提高及含水率的降低，亦提升了在單位乾物成本上的利基。後期含水率降低速度的品系差異也宜加以考量。

關鍵詞：成熟度、青割玉米、產量、含水率。

## 緒 言

隨著青貯調製技術與產銷鏈的成熟，青割玉米成為國內自產的最大宗芻料，也成為草食動物產業降低生產成本的重要助力。青割玉米主要的利用方式為青飼及青貯，青飼為牧草業者將青割材料每日直接運送至牧場供利用，青貯則又有酪農自製自用及專門業者生產販售等模式。然兩者對於較小規模的養羊或養鹿場而言，都有實際應用上的困難，其難處包括青割或青貯料小量供貨的意願與經濟性、採食量小造成青貯開封後的品質劣變等，以致小動物牧場在青割玉米的利用上處於弱勢，如何讓小規模養羊或養鹿場亦能順利利用此一國內物美價廉的芻料應另做探討。

飼料玉米於完熟期後收穫且只以籽實為收穫標的，因此植株各部位比例與成分變動、成熟度影響等向來非探討的重點；而青割玉米為草食動物全株利用，其成熟度、部位比例所影響的營養價值及青貯發酵品質則是收穫管理的核心課題，因而青割玉米的成熟度與營養價值與發酵品質等相關的探討為數眾多，但研究幾乎都集中於乳熟期至糊熟期（R3 – R5），最遲到完熟期（Black layer stage, R6），含水率介於 75% – 65%，鮮少低於 60%，因為此時段是適合青貯調製的極限時段，因此，適割期之後全株玉米於田間乾燥至較低含水率狀態的探討甚少。青割玉米的營養價值受莖稈老化程度、穗/株比及品種影響（王等，2007；Hunt *et al.*, 1989; Lauer *et al.*, 2001; Darby and Lauer, 2002），籽實乳漿線（Milkline）出現之後被認為是較佳的收穫期，而各研究之材料、環境與營養價值指標不同及植株生長狀況的差異，其結論或變動的幅度不完全一致（Wiersma *et al.*, 1993; Schwab *et al.*, 2003; Frey *et al.*, 2004）。陳及王（2012）曾探討吐絲後天數及生長積溫與乾物率、營養成分的關係，但亦著重於青貯發酵的乾物率範圍，未以收穫較高乾物為目標進行探討。國外僅有少數生質能源用途有關的報告涉及完熟期之後的部位比例或含水率等，如：Shinners *et al.*（2007）曾調查玉米穗收穫後莖稈在田間的乾燥速度與打包效率、損失率等；Huang *et*

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2759 號。

(2) 農業部畜產試驗所南區分所。

(3) 國立臺灣大學生物資源暨農學院附設農業試驗場。

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

al. (2012) 為生質能用途調查完熟期收穫（籽實含水率 37.4% 時）及延遲收穫（籽實含水率 18.2% 時），其莖稈比例分別為 67.7% 及 50.6%，倒伏率分別為 1.2% 及 3.6%。

為了初步探討以全株玉米作為青飼及青貯利用外之低水分芻料或調製原料的可行性，本文以四個品系探討適割期前期起至完熟期之後，莖葉（stover）、苞穗（ear）、全株的含水率下降速度、品系間差異，各部位的鮮、乾物重量比例的變化，並比較完熟期後與青割玉米適割期性狀之差異，以作為較低水分全株玉米調製利用的參考。

## 材料與方法

### I. 材料種植及調查

試驗品系：青割玉米試驗品系代號 63、70、202、101 為畜產試驗所南區分所（以下簡稱南區分所）育成之單交品系。101 年 9 月 10 日種植於南區分所試驗田區，小區面積 4 m × 4 m，行株距 80 × 18 cm，四區集，以台肥 2 號複合肥料（N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 11 : 9 : 18, 600 kg/ha）為基肥，9 月 23 日以賜諾特 11.7% 水懸液（SPINETORAM，道禮菜園寶）1000 倍進行秋行軍蟲防治，10 月 7 日中耕培土。

於吐絲期進行單株掛牌，每小區至少掛牌 40 株以上。於吐絲後 14 日起，每間隔 7 天每小區收穫 4 株進行鮮重調查，取樣至吐絲後 70 日止。其中 2 株全株取樣外，另 2 株玉米分成莖葉與苞穗兩個部位，苞穗含苞葉、穗軸及發育中（或成熟）的玉米種子，莖葉則為苞穗以外的部分。各品系之全株、苞穗、莖葉各 8 個樣品，經 80℃ 烘乾 48 小時後調查乾重，樣品烘乾磨粉後保存於 4℃ 冷藏庫備用。

### II. 統計分析

以 SAS 軟體（SAS, 2002）之 GLM Procedure 進行變方分析，以鄧肯氏法（Duncan's test）測驗處理間的差異顯著性。

## 結果與討論

### I. 產量

鮮重產量調查結果如圖 1。全株鮮重方面，吐絲後 14 天四個品系介於 50 – 70 mt/ha 之間，平均 58.4 mt/ha；吐絲後 35 天介於 45 – 61 mt/ha 之間，平均 50.5 mt/ha；吐絲後 56 天介於 38 – 54 mt/ha 之間，平均 44.1 mt/ha；吐絲後 70 天介於 28 – 34 mt/ha 之間，平均 31.2 mt/ha。其中 H101 在 49 天時鮮重高，之後下降較快，63 天時反為最低，70 天時四品系全株鮮重又趨接近。

莖葉鮮重方面，吐絲後 14 天四個品系介於 40 – 58 mt/ha 之間，平均 46.7 mt/ha；吐絲後 35 天介於 32 – 46 mt/ha 之間，平均 36.9 mt/ha；吐絲後 70 天介於 12 – 18 mt/ha 之間，平均 16.0 mt/ha。與全株鮮重趨勢相同，在 49 – 63 天時四品系差距較大，70 天時又趨接近。

苞穗鮮重與前二者不同，前期呈現緩升，後期略微下降。吐絲後 14 天四個品系介於 10 – 13 mt/ha 之間，平均 11.6 mt/ha；吐絲後 35 天介於 12 – 15 mt/ha 之間，平均 13.5 mt/ha；吐絲後 56 天介於 15 – 19 mt/ha 之間，平均 16.8 mt/ha；吐絲後 70 天介於 12 – 17 mt/ha 之間，平均 15.1 mt/ha。在 56 天達高點之後略下降，70 天時苞穗與莖葉的鮮重接近。

乾重產量調查結果如圖 2。全株乾重產量方面，吐絲後 14 天四個品系介於 9.5 – 14 mt/ha 之間，平均 11.4 mt/ha；吐絲後 35 天介於 13 – 19 mt/ha 之間，平均 15.0 mt/ha；吐絲後 56 天介於 16 – 22 mt/ha 之間，平均 18.4 mt/ha；吐絲後 70 天介於 15 – 20 mt/ha 之間，平均 18.0 mt/ha。於 56 天達高點，之後微幅下降，平均約降低 2%。

莖葉乾重由吐絲後 14 天起即不再增加，呈持平或緩步下降，吐絲後 14 天四個品系介於 8 – 12 mt/ha 之間，平均 9.6 mt/ha；吐絲後 35 天介於 7 – 12 mt/ha 之間，平均 8.5 mt/ha；吐絲後 70 天介於 6 – 8 mt/ha 之間，平均 7.4 mt/ha。從吐絲後 14 天至 70 天平均約降低 2.2 mt/ha，後期降低主要由於生育後期下部葉片的萎凋掉落及部分雄穗老化折斷所致。

而苞穗的乾重產量在調查前期快速上升，至 70 天仍無明顯下降。吐絲後 14 天四個品系介於 1.5 – 2.0 mt/ha 之間，平均 1.8 mt/ha；吐絲後 35 天介於 5.6 – 7.0 mt/ha 之間，平均 6.5 mt/ha；吐絲後 56 天介於 9 – 12 mt/ha 之間，平均 10.5 mt/ha；吐絲後 70 天介於 9 – 11 mt/ha 之間，平均 10.7 mt/ha。苞穗的乾重於初期快速上升，約 49 天起趨緩，至最後調查日無下降且高於莖葉乾重。



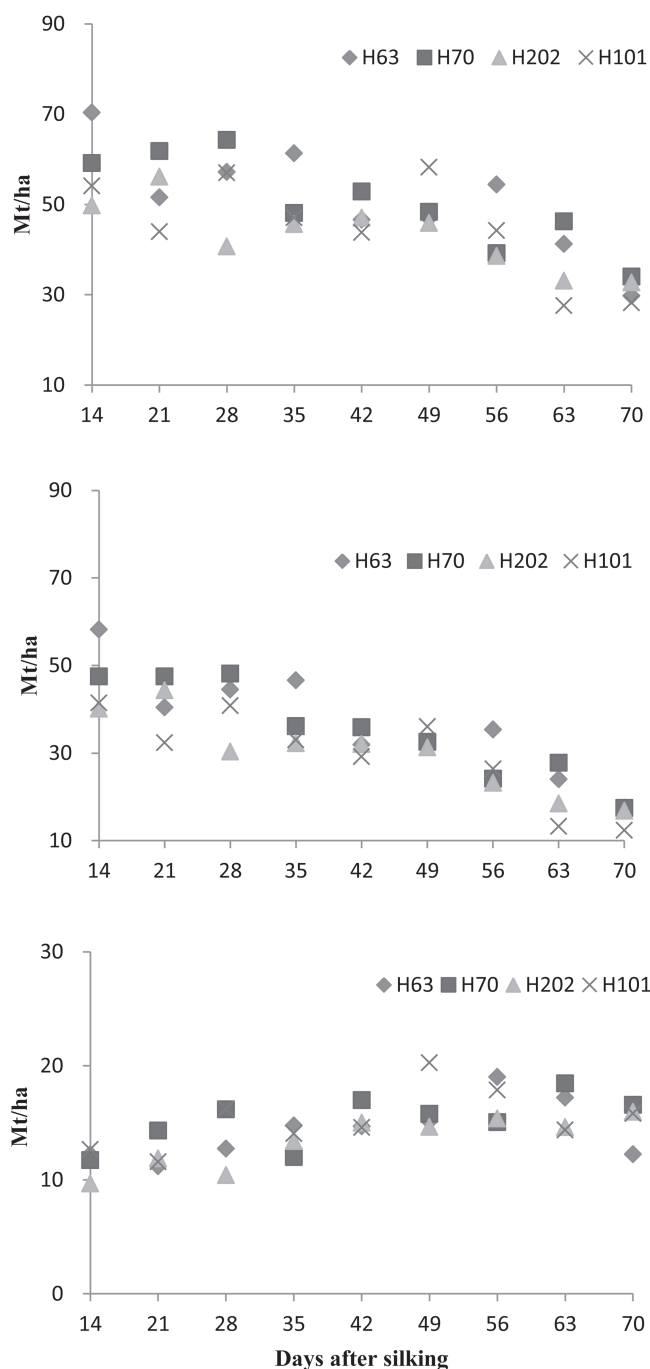


圖 1. 四個品系於吐絲後之鮮重產量變化。上圖：全株；中圖：莖葉；下圖：苞穗。

Fig. 1. Changes of fresh yield of whole plant (upper), stover (middle) and ear (lower) after silking for the four lines.

## II. 含水率

各部位鮮重的落差除各部位生育及成熟階段的不同（如：吐絲後莖葉部發育完成，往苞穗部位輸送養分），各部位含水率也呈現很大的落差。

含水率調查結果如圖 3。全株含水率方面，品系間的差異在前期比較小，63 天時才出現顯著差異（表 1）。吐絲後 14 天四個品系的含水率平均高達 80.5%，吐絲後 35 天平均 70.4%，吐絲後 56 天平均 57.9%；吐絲後 63 天介於 45.1 – 55.0%，平均 49.5%；吐絲後 70 天介於 38.3 – 41.9%，平均 41.2%。含水率是影響調製的重要因素，也是收穫管理的主要依據，本調查顯示自吐絲後 14 天起約每日降低 0.5%，至 35 天的含水率約為 70%，此為青貯調製的最適割期；其後於田間繼續降低水分，其中 H101 於 63 天時顯示快速下降，含水率顯著低於其他品系（表 1）。

莖葉的含水率方面，品系間的差異也是在前期比較小，63 天時才出現顯著差異（表 1），也可說明 63 天時全株含水率的品系間差異主要來自莖葉的差異。吐絲後 14 天四個品系的含水率平均為 79.5%，吐絲後 35 天平均

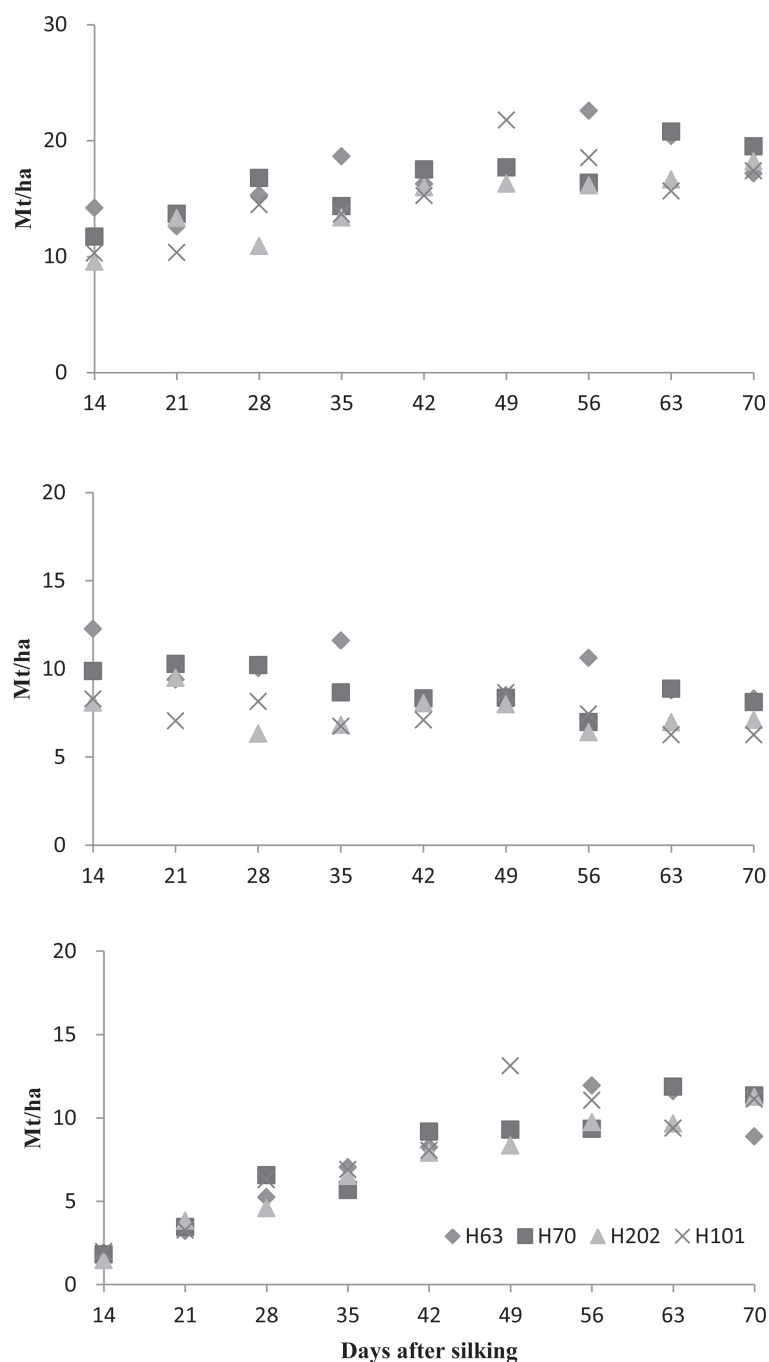


圖 2. 四個品系於吐絲後之乾重產量變化。上圖：全株；中圖：莖葉；下圖：苞穗。

Fig. 2. Changes of dry matter yield of whole plant (upper), stover (middle) and ear (lower) after silking for the four lines.

76.8%，吐絲後 56 天平均 71.7%；吐絲後 63 天介於 51.9 – 67.8%，平均 61.3%；吐絲後 70 天介於 49.1 – 56.8%，平均 52.0%。49 天之前，下降速度緩慢，之後，下降速度增快，每日約 1.5% 水分散失。

苞穗的含水率方面，四個品系間的差異小，吐絲後 14 天四個品系的含水率平均為 84.8%，吐絲後 35 天平均 51.8%，吐絲後 56 天平均 37.4%，吐絲後 70 天平均 29.5%。

綜合上述，莖葉的含水率下降前期慢、後期快，苞穗的含水率下降前期快、後期慢，全株含水率前期約為線性，後期下降較快，後期的下降有品系間差異。

在青貯用玉米最適割期（吐絲後 35 天，含水率 70%）時，苞穗的含水率 51.8%，莖葉的含水率仍高達 76.8%，構成全株含水率的 70.4%；在吐絲後 70 天時，苞穗的含水率 29.5%，莖葉的含水率仍高達 52.0%，以致全株含水率仍高達 41.2%，欲降至更低含水率狀態須更耗時日，且恐有田間的風險與損失。



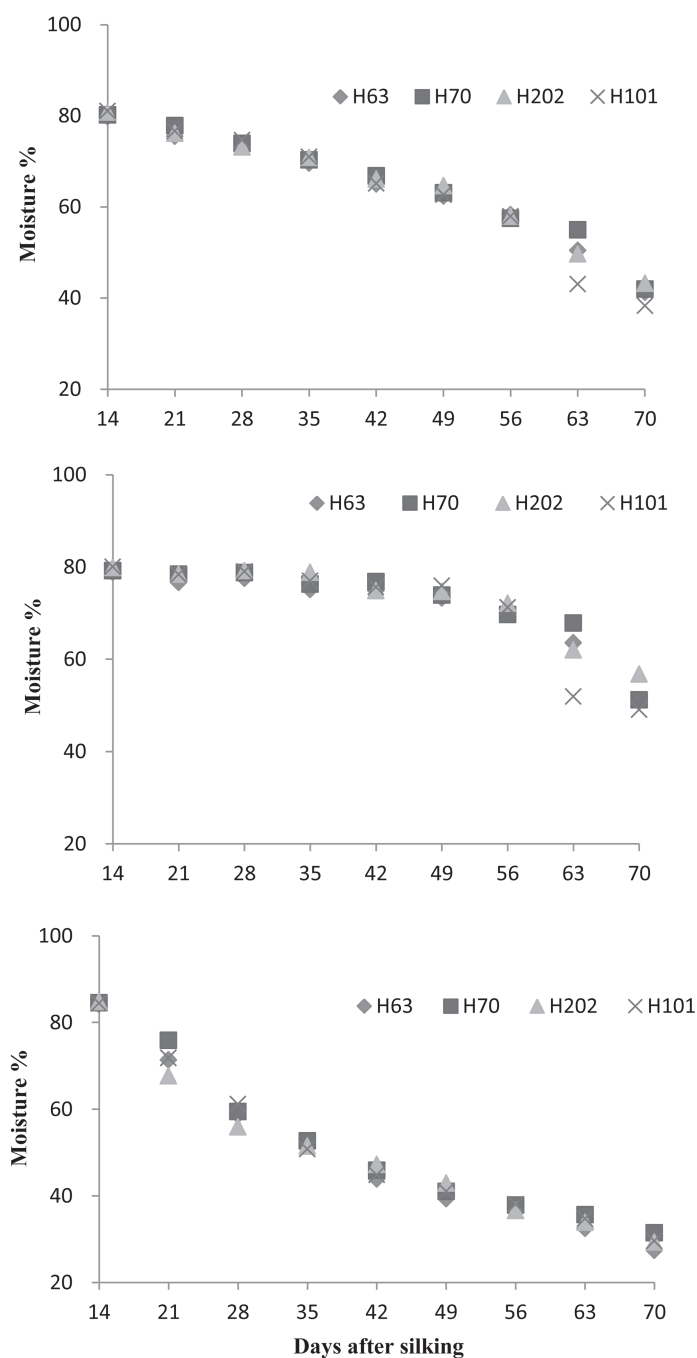


圖 3. 四個品系於吐絲後之含水率變化。上圖：全株；中圖：莖葉；下圖：苞穗。

Fig. 3. Changes of the moisture content of whole plant (upper), stover (middle) and ear (lower) after silking for the four lines.

表 1. 四個品系間吐絲後 56 天、63 天、70 天之苞穗、莖葉與全株含水率比較

Table 1. Comparisons of the moisture content of ear, stover and whole plant among the four lines for 56 days , 63 days and 70 days after silking

Line	Ear			Stover			Whole plant		
	56 day	63 day	70 day	56 day	63 day	70 day	56 day	63 day	70 day
H63	37.1	32.5 <sup>b</sup>	27.4 <sup>b</sup>	69.7	63.6 <sup>b</sup>	51.0 <sup>b</sup>	58.3	50.5 <sup>b</sup>	41.2 <sup>a</sup>
H70	37.9	35.6 <sup>a</sup>	31.5 <sup>a</sup>	69.7	67.8 <sup>a</sup>	51.2 <sup>b</sup>	57.5	55.0 <sup>a</sup>	42.0 <sup>a</sup>
H202	36.6	33.9 <sup>ab</sup>	29.4 <sup>ab</sup>	72.1	62.0 <sup>b</sup>	56.8 <sup>a</sup>	57.9	49.7 <sup>b</sup>	43.2 <sup>a</sup>
H101	38.1	34.7 <sup>a</sup>	29.6 <sup>ab</sup>	71.2	51.9 <sup>c</sup>	49.1 <sup>b</sup>	57.9	43.1 <sup>c</sup>	38.3 <sup>b</sup>

<sup>a,b,c</sup>: Means in the same column with different superscripts are significantly different at 5%.

### III. 產量構成

以四個品系平均值描述生育後期全株產量的構成變化如圖 4。以鮮重而言，每公頃總鮮重產量逐日下降，49 天以前每日降低 0.2 mt/ha，49 天以後每日降低 0.9 mt/ha，主要來自莖葉鮮重（含水率）的降低；苞穗鮮重則微幅上升至 49 天後呈現水平（圖 4 上）。乾重產量方面，總乾重 49 天以前約每日提高 0.19 mt/ha，而這增重主要來自苞穗乾重的增加，49 天以後約呈水平，莖葉乾重則小幅下降。苞穗與莖葉乾重的比例在 42 天相當，其線圖在 42 天交叉之後苞穗上升、莖葉下降。總乾重在 49—56 天達高點後並無顯著降低，至 70 天僅 2% 的乾物量損失。

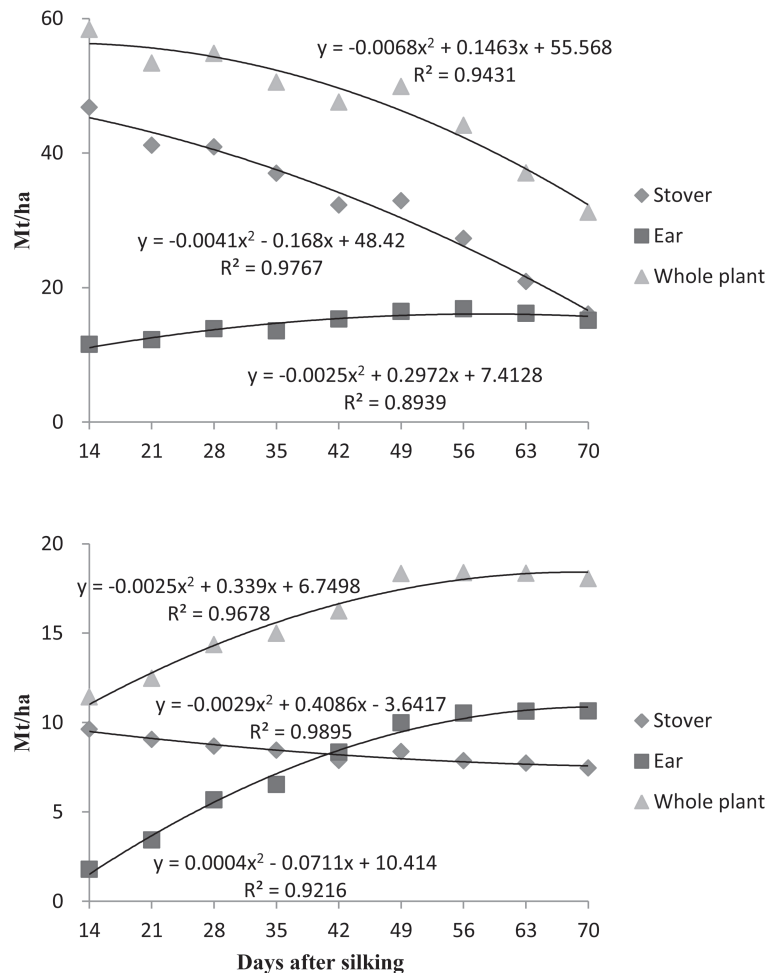


圖 4. 四個品系平均之吐絲後全株產量與莖葉、苞穗產量的關係。上圖：鮮重產量；下圖：乾物產量。

Fig. 4. The means of fresh weight (upper) and dry weight of the whole plant for the four lines constituted by stover and ear.

國內青割玉米一般以鮮重計價，青貯原料則附帶含水率必須低於某個數值（如 71% 或 70%）之約定以利發酵品質，以本試驗而言，吐絲後 35 天全株含水率為 70.4%，恰為青貯玉米的最適收穫期。比較 35 天與 70 天各部位含水率與產量如表 2，在田間延遲一個月收穫，含水率可降 29%，雖然鮮重自 50.5 mt/ha 降至 31.2 mt/ha，但乾重則由 15.0 mt/ha 提高至 18.1 mt/ha。70 天時的乾物產量較 35 天時提高 21%，而此提高完全來自苞穗（表 2），不僅總產量提高，營養價值也同時提升。延遲收穫雖有延長田間使用時間及增加風險之缺點，但其總乾物產量的提高及含水率的降低，亦提升了延遲收穫在單位乾物成本上的利基。Hatew *et al.* (2016) 指出餵飼延遲收穫的青貯玉米可降低泌乳牛的甲烷排放，在重視環境議題的未來也可能為延遲收穫全株玉米的一潛在利基。

青割玉米生育後期由於澱粉累積，其全株消化率不似多年生牧草一般隨生育時間延長而快速下降，其實際變動狀況將另行探討。粒料調製的材料是以較青割/青貯利用更晚的時間收穫，此時玉米籽粒已達完熟，澱粉含量高，全株含水率已降至 40% 以下，可利用田間乾燥輔以人工乾燥或添加乾物質來調節含水率以進行製粒加工。利用打粒技術大幅度壓縮材料體積可以克服前述不利小型草食動物應用的缺點，不僅提高運輸效率、方便餵飼利用，且倉貯空間小、品質穩定易保存，讓國內的小型草食動物方便利用國產青割玉米，因此，採用延遲收穫的青割玉米進行粒料生產，將可獲得較高營養價值，同時降低乾燥與添加的成本。

青割玉米（或硬質玉米）的全株或莖葉含水率有品種間的差別（Hunt *et al.*, 1992; Irlbeck *et al.*, 1993），由青貯調製與飼養的觀點，青割玉米品種的理想株型（ideal type）包括：多葉（leafy）、高莖稈消化率、含水率與生理成熟度配合等，本試驗品系中 H101 是比較符合的株型，但與此株型相反的常綠（stay green）品系，植株於田間維持較長時間的綠色，其莖葉維持高含水率的時間較長，以致莖稈、穗軸、籽實老化時全株含水率仍高，不利青貯（Hunt *et al.*, 1992; Bal, *et al.*, 1997）。常綠品種的使用也被懷疑是出血性腸綜合症 hemorrhagic bowel syndrome (HBS) 的可能原因（Arriola, 2006），但由於常綠品系在田間可保持其較長時間的鮮重產量，因鮮重產量不會快速下降，有利田間收穫排程，反受草農歡迎。然上述討論均針對青貯調製而言，依本研究目的所探討者為較低田間水分後之調製，常綠品系欲降至較低含水率的時間較長也不是本目的的理想品系。低含水率可降低後端調製之烘乾成本，快速乾燥品種可較快降低在田間的含水率，而無過乾降低產量之顧慮，可減少田間停留時間，亦可減少氣候與病蟲害風險，宜於品種選擇時加以考慮。

表 2. 吐絲後 35 天與吐絲後 70 天之苞穗、莖葉與全株之含水率與產量比較

Table 2. Comparisons of moisture content and yield of ear, stover and whole plant between 35 days.

	Ear		Stover		Whole plant	
	56 day	63 day	56 day	63 day	56 day	63 day
Moisture content (%)	37.1	32.5 <sup>b</sup>	69.7	63.6 <sup>b</sup>	58.3	50.5 <sup>b</sup>
Fresh yield (mt/ha)	37.9	35.6 <sup>a</sup>	69.7	67.8 <sup>a</sup>	57.5	55.0 <sup>a</sup>
Dry matter yield (mt/ha)	38.1	34.7 <sup>a</sup>	71.2	51.9 <sup>c</sup>	57.9	43.1 <sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup>: Means in the same column with different superscripts are significantly different at 5%.

## 參考文獻

- 王紓愍、陳嘉昇、游翠凰、劉信宏。2007。種植期、收穫期與品種對青貯玉米發酵品質的影響。畜產研究 40：37-47。
- 陳嘉昇、王紓愍。2012。青割玉米營養成分的變動與相關性探討。畜產研究 45：287-301。
- Arriola, K. G. 2006. Effect of stay-green ranking, maturity and moisture concentration of corn hybrids on silage quality and the health and productivity of lactating dairy cows. Thesis of University of Florida.
- Bal, M. A., J. G. Coors, and R. D. Shaver. 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. J. Dairy Sci. 80: 2497-2503.
- Darby, H. M. and J. G. Lauer. 2002. Harvest date and hybrid influence on corn forage yield, quality, and preservation. Agron. J. 94: 559-566.
- Frey, T. J., J. G. Coors, R. D. Shaver, J. G. Lauer, D. T. Eilert, and P. J. Flannery. 2004. Selection for silage quality in the Wisconsin quality synthetic and related maize population. Crop Sci. 44: 1200-1208.
- Hatew, B, A. Bannink, H. van Laar, L. H. de Jonge, and J. Dijkstra. 2016. Increasing harvest maturity of whole-plant corn silage reduces methane emission of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 99: 1-15.
- Huang H., D. B. Faulkner, L. L. Berger, and S. R. Eckhoff. 2012. Harvest date influence on dry matter yield and moisture of corn and stover. Trans ASABE 55: 593-598.
- Hunt, C. W., W. Kezar, and R. Vinande. 1989. Yield, chemical composition and ruminal fermentability of whole plant, ear, and stover as affected by maturity. J. Prod. Agric. 2: 357-361.
- Hunt, C. W., W. Kezar, and R. Vinande. 1992. Yield, chemical composition and ruminal fermentability of corn whole plant, ear and stover as affected by hybrid. J. Prod. Agric. 5: 286-290.
- Irlbeck, N. A., J. R. Hallauer, and D. R. Buxton. 1993. Nutritive value and ensiling characteristics of maize stover as influenced by hybrid maturity and generation, plant density and harvest date. Anim. Feed. Sci. Technol. 41: 51-64.
- Lauer, J. G., J. G. Coors, and P. J. Flannery. 2001. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. Crop Sci. 41: 1449-1455.
- SAS. 2002. SAS version 9.00. Statistical Analysis Institute, Inc., Cary. N.C. USA.
- Schwab, E. C., R. D. Shaver, J. G. Lauer, and J. G. Coors. 2003. Estimating silage energy value and milk yield to rank corn hybrids. J. Anim. Feed Sci. Technol. 109: 1-18.

- Shinners K. J., B. N. Binversie, R. E. Muck, and P. J. Weimer. 2007. Comparison of wet and dry corn stover harvest and storage. *Biomass and Bioenergy* 31: 211-221.
- Wiersma, D. W., P. Carter, K. A. Albrecht, and J. G. Coors. 1993. Kernel milkline stage and corn forage yield, quality, and dry matter content. *J. Prod. Agric.* 6: 94-99.

# The changes of yield and moisture contents in stover, ear, and whole plant of forage corn after optimal ensiling stage <sup>(1)</sup>

Chia-Sheng Chen <sup>(2)(4)</sup> Jian-Fu Liu <sup>(3)</sup> and Shu-Min Wang <sup>(2)</sup>

Received: May 3, 2023; Accepted: Jul. 31, 2023

## Abstract

In order to explore the feasibility of using the whole plant corn as low-moisture forage or raw material, our report investigated the yield and the moisture content of each part from the early to the post-mature period, and the differences among hybrids. The difference between stages of ensiling a suitable stage and post-maturity were also compared. Results showed that the mean fresh weight of the four hybrids decreased about 0.2 mt/ha per day before 49 days after silking and about 0.9 mt/ha per day after 49 days, that mainly due to the loss of stover weight. The fresh weight of ears rose slightly before 49 days. The dry weight increased by about 0.19 mt/ha per day before 49 days after silking, and the increase was mainly from the increase of the ears, and the dry weight of stover decreased slightly. The dry weight of ears and stover were equivalent at 42 days after silking, after which the ears rose and the stover fell. The total dry weight did not decrease significantly after reaching a high point in 49-56 days, and only 2% of the dry weight was lost by 70 days. The mean moisture contents were 80.5%, 70.4%, 49.5%, and 41.2% at 14 days, 35 days, 63 days and 70 days after silking, while there were significant differences among hybrids at 63 days. In terms of plant parts, the moisture content of stover decreased slowly in the early stage and quickly in the later stage, and there were significant differences among hybrids in the later stage. The water content of the ear drops fast in the early stage and slow in the late stage. Comparing those of 70 days with 35 days, the moisture content can be reduced by 29%, which can reduce the energy cost of drying. Although the fresh weight was reduced from 50.5 mt/ha to 31.2 mt/ha, the dry weight was increased from 15.0 mt/ha to 18.1 mt/ha. It said that the delay in harvesting has the disadvantages of prolonging the use of farmland and increasing risks, but the increase in total dry yield and the reduction in moisture content have advantages in unit yield cost. Genotypic differences of moisture loss rate in the later period should be taken into consideration.

Key words: Maturity, Forage corn, Yield, Moisture content.

---

(1) Contribution No. 2759 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Southern Region Branch, MOA-TLRI, Pingtung 94644, Taiwan, R. O. C.

(3) Experimental Farm, College of Bioresources and Agriculture, National Taiwan University.

(4) Corresponding author, E-mail: chencsg@mail.tlri.gov.tw

# 有機飼糧添加枸杞莖稈粉對伊沙蛋雞產蛋性能與蛋品質之影響<sup>(1)</sup>

王勝德<sup>(2)</sup> 楊深玄<sup>(3)(6)</sup> 洪靖崎<sup>(4)</sup> 蘇安國<sup>(3)</sup> 沈士怡<sup>(2)</sup> 王志瑄<sup>(5)</sup>

收件日期：112 年 4 月 7 日；接受日期：112 年 8 月 14 日

## 摘 要

本試驗旨在探討枸杞莖稈粉添加於有機飼糧，對蛋雞產蛋性能、蛋品質及蛋中（含蛋白與蛋黃）硒含量之影響。90 隻伊沙蛋雞逢機分為不添加枸杞莖稈粉之有機飼糧對照組、有機飼糧對照組額外添加 1% 及 3% 枸杞莖稈粉等 3 組，每組 30 隻，採個別籠飼養、每籠 1 隻。試驗期自 23 至 30 週齡，期間收集個別雞隻之體重、蛋重、產蛋數及各組雞隻之飼料採食量，於 30 週齡收集各組雞蛋分析蛋品質。結果顯示，有機飼糧額外添加 1% 或 3% 枸杞莖稈粉對 23 至 30 週齡伊沙蛋雞之體重、飼料換蛋率、隻日產蛋率、產蛋數、蛋重、蛋量及 30 週齡雞蛋之蛋形指數、豪氏單位、蛋殼性狀、蛋黃占比及蛋黃顏色等均無顯著影響，對蛋中硒含量亦無顯著影響。顯示枸杞莖稈粉添加於蛋雞有機飼糧，其添加量達 3% 仍未對產蛋性能、蛋品質及蛋中硒含量造成顯著影響。

關鍵詞：枸杞莖稈粉、蛋雞、蛋品質。

## 緒 言

雞蛋是國人非常重要的膳食蛋白質來源，我國 2021 年雞蛋產量超過 83 億枚、產值超過 230 億元新臺幣（行政院農業委員會，2021）。蛋雞生產費用以飼料成本占比最高，國內外資料顯示約占 60 – 80%（Gabarrou *et al.*, 1998; Becker, 2008; Gupta *et al.*, 2020; 行政院農業委員會，2021）。開發替代性飼料原料、改善蛋雞的飼料換蛋率、增加雞蛋的附加價值如有機雞蛋，以降低飼養成本或增加產品收入是近年來產官學研高度重視的課題。

枸杞（*Lycium chinense* Miller.）為茄科（*Solanaceae*）枸杞屬（*Lycium*）的多年生落葉灌木。明代李時珍「本草綱目」記載「春采枸杞葉，名天精草；夏採花，名長生草；秋采子，名枸杞子；冬采根，名地骨皮」，顯示天精草、長生草、枸杞子、地骨皮等食材係源自枸杞的葉、花、子、根皮。枸杞的果實養肝明目另具有抗衰老效果（Chang and So, 2008），是廣為人知的傳統中藥材，所含的枸杞多醣（*Lycium barbarum polysaccharides*）為其重要的生物活性成分之一，具有弱化緊迫激酶（stress kinases）及促凋亡信號通路（pro-apoptotic signaling pathways）的效果（Chang and So, 2008），可有效保護以 streptozotocin 誘導產生糖尿病的大鼠肝臟及腎臟組織免受損害（Li, 2007）。枸杞植株的莖稈如以適當方法萃取，其萃取物可提升膠原蛋白的含量及抑制一氧化氮的合成，可產生良好的美容效果（Gil *et al.*, 2017）。枸杞植株的根皮具有抗高血壓、抗氧化、抗癌等作用，以脂多醣（lipopolysaccharide）誘導的發炎反應試驗中，枸杞植株根皮所含的 Kukoamine A 可抑制促發炎介質（proinflammatory mediators）及氧化緊迫（oxidative stress），抑制活性氧類（reactive oxygen species）、一氧化氮（nitric oxide）、腫瘤壞死因子- $\alpha$ （tumor necrosis factor- $\alpha$ , TNF- $\alpha$ ）、介白素-1 $\beta$ （interleukin-1 $\beta$ , IL-1 $\beta$ ）、介白素-6（interleukin-6, IL-6）、前列腺素 E2（prostaglandin E2）等產量及環氧化酶（cyclooxygenase-2）活性，顯著降低以鹿角菜膠（carrageenan）誘發的大鼠腳掌水腫發炎反應（Wang *et al.*, 2020）。使用巨噬細胞評估枸杞植株根部水萃物劑量自 0 至 500  $\mu\text{g/mL}$  的潛在免疫刺激活性，顯示此水萃物可促進巨噬細胞的吞噬活性，達到刺激早期先天免疫（innate immunity）的效果（Kim *et al.*, 2020）。枸杞植株的葉子是有效的抗菌劑，並具備做為營養保健品及功能性食品的潛力（Thiruvengadam *et al.*, 2020），含有豐

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2760 號。

(2) 農業部畜產試驗所北區分所。

(3) 農業部畜產試驗所東區分所。

(4) 農業部畜產試驗所動物營養組。

(5) 農業部苗栗區農業改良場。

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



富的營養成分及多種礦物元素，如硒（selenium）對 ABTS 自由基清除活性（2,20-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid radical scavenging activity）具有顯著正相關（ $r = 0.998$ ,  $P = 0.05$ ），酚類化合物則在對抗自由基方面具有良好的抗氧化活性（Thiruvengadam *et al.*, 2020），主要二次代謝物成分包括黃酮類配糖體（flavonol glycosides）及二萜配糖體（diterpenes glycosides）則對人類腎臟細胞具有抗發炎的活性（林及王，2017）。枸杞植株的葉子已被開發為食補蔬菜及保健涼茶（Yang *et al.*, 2021），國內亦有複方茶包、即溶粉產品等加值產品上市（林及王，2017）。農業部苗栗區農業改良場（以下簡稱苗改場）於 2020 年發表我國第一個葉用枸杞品種「苗栗 1 號 - 珍苾」，提供植株嫩梢可食莖段做為國人食用的新興蔬菜品種新選擇。

枸杞植株的木質化莖稈是枸杞產業的農副產物，鑒於枸杞的機能性成分、營養保健功效及綠色循環畜牧生產等角度，具有將其飼料原料資源化的價值。故此，本試驗旨在探討枸杞植株木質化莖稈額外添加至有機飼糧對蛋雞產蛋性能的影響，另檢測蛋中硒含量以提供產業參考。

## 材料與方法

### I. 試驗動物與管理

購自民間蛋雞場於 2020 年 3 月 17 日出雛的伊沙（ISA）棕色蛋雞飼養於平飼雞舍內，每欄 3.68 m 長 × 2.2 m 寬，於初產前移至個別籠內飼養，個別籠 34 cm 長 × 45 cm 寬 × 40 cm 高，雞群之平均初產週齡為  $22.0 \pm 0.6$  週。雞舍內提供每日 16 小時 10 至 20 lux 照明，飼料與飲水均採自由攝食。實驗動物之使用及照護經行政院農業委員會畜產試驗所花蓮種畜繁殖場實驗動物照護及使用小組審核通過（畜試花動字第 HUA1ACUC10912 號同意書）。蛋雞有機飼糧之營養濃度係參考 NRC（1994）與伊沙蛋雞飼養管理手冊（2020）產蛋期營養需求建議調配，使用之枸杞莖稈粉由苗改場提供，試驗採額外添加 1% 或 3% 枸杞莖稈粉的方式進行。蛋雞有機飼糧使用之有機玉米係購自花蓮縣瑞穗鄉奇美部落某農場（有機農產品驗證證書字號 1-009-110310），有機大豆則購自新竹縣湖口鄉某企業有限公司（有機農糧入字第 106-1113-00008 號）。

### II. 試驗處理

選取已開產之伊沙蛋雞 90 隻逢機分為不添加枸杞莖稈粉之有機飼糧（Con 組）、有機飼糧額外添加枸杞莖稈粉 1%（LcM1 組）或 3%（LcM3 組）等 3 組、每組 30 隻，採個別籠飼養、每籠 1 隻。試驗期自 23 至 30 週齡，期間收集個別雞隻之體重、蛋重、產蛋數及各組之雞隻飼料消耗量並計算隻日產蛋率，於 30 週齡收集各組雞蛋分析蛋品質及蛋中硒含量：

- (i) 蛋形指數（egg shape index）：以電子數位游標卡尺測量蛋之長軸及短軸，蛋形指數 =  $[100 \times (\text{短軸} / \text{長軸})]$ （Romanoff and Romanoff, 1949）。
- (ii) 蛋殼性狀：以蛋殼強度計（Model HT-8116, Hung Ta Instrument Co., LTD.）測定蛋殼強度，測定後取蛋殼剝離內、外蛋殼膜，再秤取蛋殼重量。復以 FHK 蛋殼厚度計（Ozaki Manufacturing, Japan）逢機量測 3 個點，取其平均代表該枚雞蛋之蛋殼厚度。
- (iii) 豪氏單位：破蛋後置於平板上測定濃厚蛋白高度，與蛋重帶入計算式求得（Silversides, 1994）。豪氏單位 =  $100 - \log(H - 1.7W^{0.37} + 7.57)$ ，H = 蛋白高度（mm）、W = 蛋重（g）。
- (iv) 蛋黃顏色：採用羅氏蛋黃比色扇（Roche Color Fan）測定，由目視判定蛋黃級數，並依蛋黃顏色由淺至深給予 1 至 15 分。另採用 Lyon *et al.*（1980）方法，以色差計（Super color SP-80, Tokyo Denshoku Co., Japan）測定蛋黃顏色。
- (v) 隻日產蛋率（%）=（試驗期間產蛋數 / 試驗隻數 / 試驗日數）× 100。
- (vi) 蛋中硒含量：取同日各組新鮮雞蛋各 24 枚，各逢機分為 8 組、每 3 枚樣蛋之蛋白及蛋黃混合為 1 組後，使用電感耦合等離子體質譜儀（iCAP Q, Thermo Fisher, Waltham, MA, USA）分析蛋中硒含量（AOAC Method 990.08）。

### III. 統計分析

試驗所得數據利用 SAS 套裝軟體（SAS, 2002）進行統計分析。以一般線性模式程序（general linear model procedure）進行變方分析，另以 LSMEANS（least squares means）比較三組有機飼糧間之差異顯著性，顯著水準為  $P < 0.05$ 。

## 結果與討論

本有機試驗飼糧主要由有機玉米與有機大豆組成，兩者使用量合計超過 80%，以符合我國對於有機畜產品驗證認定的規範（財團法人中央畜產會，2022）。枸杞莖稈粉以「苗栗 1 號 - 珍苾」植株下段木質化帶刺莖稈（含少許葉片）經 50℃、48 小時烘乾後粉碎製成，其乾基（dry matter）組成為粗蛋白質 9.56%、粗纖維 45.96%、粗灰分 3.09%、粗脂肪 1.2%、無氮抽出物 35.7%、酸洗纖維 51.54%、中洗纖維 65.49%、總酚（total phenols）9.94 mg/g、綠原酸（chlorogenic acid）6.68 mg/g、芸香苷（rutin）4.87 mg/g、硒含量 0.38 ppm（沈等，2020）。三種有機飼糧組成列於表 1，飼糧粗蛋白質含量 18.46 至 18.56%、硒含量 0.34 至 0.37 ppm，有機飼糧對照組之飼料成本每公斤新臺幣 30.9 元，粗估枸杞莖稈粉原料成本每公斤約新臺幣 40 元。

表 1. 伊沙蛋雞有機飼糧組成

Table 1. Composition of experimental organic diets in ISA brown laying hens.

Ingredients	Con*	LcM1*	LcM3*
Organic corn, ground	52.0	52.0	52.0
Organic soybean meal	31.0	31.0	31.0
LcM steam powder <sup>1</sup>	-	1.0	3.0
Wheat bran	2.5	2.5	2.5
Rice bran	2.5	2.5	2.5
Alfalfa meal	2.0	2.0	2.0
Salt	0.5	0.5	0.5
Dicalcium phosphate	1.5	1.5	1.5
Limestone	7.0	7.0	7.0
Vitamin premix <sup>2</sup>	0.2	0.2	0.2
Mineral premix <sup>3</sup>	0.2	0.2	0.2
L-lysine	0.3	0.3	0.3
DL-methionine	0.3	0.3	0.3
Total	100.0	101.0	103.0
Cost <sup>4</sup> , N.T. \$/kg	30.9	31.3	32.1
Calculated value			
Crude protein, %	16.0	16.0	16.0
Metabolizable energy, kcal/kg	2,894	2,894	2,894
Analyzed value			
Crude protein, %	18.46	18.56	18.50
Calcium, %	3.08	3.16	3.00
Phosphorus, %	0.60	0.56	0.58
Selenium, ppm	0.34	0.37	0.37

\* Con, LcM1, LcM3: basal organic diet (Con), basal organic diet additionally supplemented with 1% (LcM1) or 3% (LcM3) stem powder of *Lycium chinense* Miller.

<sup>1</sup> *Lycium chinense* Miller stem powder, ingredient cost 40 N.T. \$/kg.

<sup>2</sup> Supplied per kilogram of diet: Vitamin A, 10,000 IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 1,000 IU; Vitamin E, 25 IU; Vitamin K, 3 mg; thiamin 3 mg; riboflavin, 5 mg; pyridoxine, 3 mg; Vitamin B<sub>12</sub>, 0.03 mg; Ca-pantothenate, 10 mg; niacin, 50 mg; biotin (1.0%), 0.1 mg; folic acid, 3 mg.

<sup>3</sup> Supplied per kilogram of diet: Mn (MnSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O), 60 mg; Zn (ZnO), 60 mg; Cu (CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O), 5 mg; Fe (FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O), 70 mg; Se (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>), 0.1 mg.

<sup>4</sup> Based on raw material prices in August 2020.

國內學者研究結果顯示，栽種枸杞的環境溫度可能是影響枸杞葉、莖稈酚類成分（總酚、總黃酮、縮合單寧）及其含量的重要因素，且枸杞葉、莖稈酚類成分的抗氧化活性與其酚類物質（總酚、總黃酮）的含量呈正相關（Liu *et al.*, 2016）。Yang *et al.* (2021) 分析中國河北、江西、湖北、廣西、廣東、雲南等省區枸杞葉的營養成分、機能

性成分、代謝產物，結果顯示枸杞葉的機能性成分明顯受到不同地區、不同年份、不同季節影響，指出年平均溫度與許多重要機能性成分呈高度正相關。沈等（2018）分析苗栗及彰化地區葉用枸杞植株上段及下段樣品之平均硒含量（乾基重）分別為 0.61 – 1.27 ppm 及 0.62 – 0.91 ppm，較常見蔬菜之平均硒含量（乾基重）0.295 ppm（劉等，2010）高出 2 – 4 倍；而栽種於苗栗地區之葉用枸杞於 7 月下旬即進入抽芽期，病蟲害種類以金花蟲、枸杞癭蟎及葉蟎為主，栽種於彰化地區者則於 8 月下旬進入抽芽期，病蟲害以枸杞癭蟎、臺灣黃毒蛾、葉斑病及介殼蟲為主，顯示葉用枸杞植株經過夏季生育休眠期進入抽芽期的期間及病蟲害種類受到兩地氣候差異影響。建議如將枸杞莖稈粉應用於家禽有機飼糧中，應留意枸杞木質化帶刺莖稈的採收地區、季節、年份等溫度條件對其營養成分及機能性成分含量、活性的影響，以確保飼料品質的穩定。

表 2 結果顯示三組伊沙蛋雞於 23、30 週齡之平均體重分別介於 1,540 至 1,592、1,528 至 1,565 g，於 23 至 30 週齡試驗期間之體重變化則介於 -1.0 至 +0.5%，統計上均無顯著差異。表 3 結果顯示，有機飼糧有無額外添加 1%、3% 枸杞莖稈粉，對 23 至 30 週齡伊沙蛋雞之隻日產蛋率、產蛋數、蛋重、蛋量均無顯著影響。試驗期間因採籠飼飼養以利收集個別蛋雞之產蛋性狀，致飼料採食量無個體資料可統計。表 4 結果顯示 30 週齡伊沙雞蛋之蛋重、蛋形指數、豪氏單位、蛋殼性狀、蛋黃占比及蛋黃顏色均未受到有機飼糧額外添加 1% 或 3% 枸杞莖稈粉的影響。與伊沙蛋雞飼養管理手冊（2020）相關資料比較，本試驗期間獲致蛋重較輕（52.2 至 54.3 g/egg vs. 23 週齡 56.4 g/egg 及 30 週齡 61.5 g/egg）、蛋數較少（26.7 至 30.0 vs. 47 eggs/hen）（表 3）之試驗結果，推測與初始試驗（23 週齡）之蛋雞體重較輕（1,540 至 1,592 vs. 1,740 g/hen）、結束試驗（30 週齡）亦較輕（1,528 至 1,565 vs. 1,828 g/hen）（表 2），而試驗期間蛋雞之飼料隻日採食量亦較少（87.0 至 93.3 vs. 112.0 g/d/hen）（表 3）有關，顯示商用品系蛋雞於育成（中雞）階段之飼養管理影響其標準體重之變化及其隨後之產蛋性能表現。

表 2. 有機飼糧額外添加枸杞莖稈粉對 23 至 30 週齡伊沙蛋雞體重之影響

Table 2. Effect of additionally supplementing the stem powder of *Lycium chinense* Miller into the organic diet on body weight changes in ISA brown laying hens at 23 to 30 weeks of age.

Item	Con*	LcM1*	LcM3*	SE
Body weight, g/hen				
Initial, 23 weeks of age	1,592 ± 124	1,540 ± 87	1,569 ± 117	110.0
Final, 30 weeks of age	1,540 ± 175	1,565 ± 104	1,528 ± 137	139.0
Changes of body weight, %	-1.0 ± 3.7	0.5 ± 2.8	-0.8 ± 2.1	2.9

n = 30.

\* Con, LcM1, LcM3: basal organic diet (Con), basal organic diet additionally supplemented with 1% (LcM1) or 3% (LcM3) stem powder of *Lycium chinense* Miller.

表 3. 有機飼糧額外添加枸杞莖稈粉對 23 至 30 週齡伊沙蛋雞產蛋性狀之影響

Table 3. Effect of additionally supplementing the stem powder of *Lycium chinense* Miller into the organic diet on laying performances in ISA brown layers at 23 to 30 weeks of age.

Item	Con*	LcM1*	LcM3*	SE
Laid egg number, eggs/hen	26.7 ± 5.7	29.4 ± 6.6	30.0 ± 4.7	5.0
Hen-day egg production, %	53.4 ± 11.5	58.9 ± 13.2	59.9 ± 9.4	11.4
Egg weight, g/egg	54.3 ± 2.2	52.2 ± 2.3	53.6 ± 3.3	3.1
Egg mass, g/d/hen	28.9 ± 5.9	30.6 ± 6.5	32.0 ± 4.7	6.3
Feed intake, g/d/hen	93.3	87.0	88.1	
Feed conversion ratio, feed/egg	3.1 ± 0.7	3.0 ± 0.6	2.8 ± 0.4	0.6

n = 30.

\* Con, LcM1, LcM3: basal organic diet (Con), basal organic diet additionally supplemented with 1% (LcM1) or 3% (LcM3) stem powder of *Lycium chinense* Miller.

表 4. 有機飼糧額外添加枸杞莖稈粉對 30 週齡伊沙蛋雞蛋品質之影響

Table 4. Effect of additionally supplementing the stem powder of *Lycium chinense* Miller into the organic diet on egg laid qualities in ISA brown layers at 30 weeks of age.

Item	Con*	LcM1*	LcM3*	SE
Egg weight, g/egg	53.3 ± 7.8	51.9 ± 4.6	56.5 ± 5.2	5.9
Egg shape index	79.5 ± 1.9	78.5 ± 2.2	79.3 ± 2.9	2.3
Haugh Unit	85.4 ± 3.6	84.4 ± 4.8	83.8 ± 2.1	3.5
Egg Shell				
Weight, g/egg	6.3 ± 1.0	6.1 ± 0.6	6.3 ± 0.8	0.8
Thickness, mm	0.35 ± 0.03	0.40 ± 0.04	0.38 ± 0.27	0.11
Strength, kg/cm <sup>2</sup>	4.5 ± 1.0	4.4 ± 1.1	4.4 ± 1.1	1.1
Egg yolk				
Yolk/Egg, %	23.9 ± 2.0	23.8 ± 1.7	23.5 ± 2.3	2.0
Color	7.0 ± 1.2	7.2 ± 1.3	7.4 ± 1.0	1.2
L value	56.0 ± 4.7	47.9 ± 5.9	48.6 ± 8.2	6.3
a value	10.1 ± 1.5	9.4 ± 1.9	9.7 ± 1.6	1.7
b value	42.0 ± 4.6	35.0 ± 10.5	38.0 ± 8.3	7.8

n = 9.

\* Con, LcM1, LcM3: basal organic diet (Con), basal organic diet additionally supplemented with 1% (LcM1) or 3% (LcM3) stem powder of *Lycium chinense* Miller.

評估在蛋雞飼糧中使用農副產物或植物性添加物獲得正面效益的研究報告甚多，如 7.5% 黃花蒿葉 (*Artemisia annua*) (Baghban-Kanani *et al.*, 2019)、3% 花生皮 (Toomer *et al.*, 2021)、4% 石榴皮 (Saki *et al.*, 2019)、10% 乾燥橘子皮 (Ahmed *et al.*, 2022)、0.5% 茴香子 (*Foeniculum vulgare* Mill.)、0.5% 紅辣椒 (*Capsicum annuum* L.) 或 0.5% 黑孜然子 (*Nigella sativa* L.) (Abou-Elkhair *et al.*, 2018)。惟枸杞應用在蛋雞的國內外研究報告相對有限，特別是在枸杞莖稈方面。沈等 (2020) 研究結果顯示，額外給予白羅曼鵝新鮮的枸杞植株頂芽與葉片至精料給飼量的 14.9% 鮮基重，或於飼糧中添加 5% 枸杞莖稈粉，均不影響 12 週齡鵝隻生長性能、血液生化值及血中抗氧化物 (antioxidants)、過氧化氫酶 (catalase)、超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase) 等含量或活性。韓等 (2020) 於 23 週齡蛋雞飼糧中添加 5.0% 或 7.5% 枸杞渣可顯著提升產蛋率及改善飼料換蛋率，添加 2.5% 或 5.0% 枸杞渣可顯著改善蛋黃顏色。王等 (2018) 添加 0.2 g/ 隻自製枸杞多糖免疫增效劑於高齡蛋雞飼糧中，於添加第 7 日即可提高雞隻血中 IgA、IgM、IgG 等抗體含量及 IL-2、IL-13、IL-9、IL-17、IFN- $\gamma$ 、TNF- $\beta$  等細胞因子分泌。白 (2012) 於 56 週齡蛋雞飼糧添加 2% 枸杞粉，可顯著改善飼料換蛋率 20.36%、顯著提升隻日產蛋率 18.20%、顯著降低血清總膽固醇及低密度脂蛋白膽固醇含量。本試驗旨在探討枸杞莖稈粉應用於蛋雞有機飼糧的效果，試驗結果顯示於有機飼糧額外添加 1% 或 3% 枸杞莖稈粉，對 23 至 30 週齡伊沙蛋雞之體重、飼料換蛋率、隻日產蛋率、產蛋數、蛋重、蛋量及 30 週齡伊沙雞蛋之蛋形指數、豪氏單位、蛋殼性狀、蛋黃占比、蛋黃顏色均無顯著影響，推測與枸杞莖稈粉的添加量 (沈等，2020；韓等，2020) 及供試蛋雞的週齡 (白，2012；王等，2018；韓等，2020) 有關。

表 5 結果顯示，有機飼糧額外添加 1%、3% 枸杞莖稈粉，對 30 週齡伊沙蛋雞之蛋中硒含量無顯著影響。本試驗於有機飼糧額外添加 1%、3% 枸杞莖稈粉，未對 30 週齡伊沙蛋雞蛋中硒含量造成顯著影響。Surai and Kochish (2019) 指出飼料原料所含的硒主要以有機型態存在，其含量變異大且在世界多數地區其含量亦低。由蛋雞的血液及其雞蛋含有的硒含量結果顯示，有機硒的生物可利用性較無機硒高 (Delezie *et al.*, 2014)。本試驗擬在有機飼糧條件下使用枸杞莖稈粉以取得添加有機硒的效果，惟考量枸杞莖稈粉所含之粗纖維較高恐影響蛋雞的飼料採食量，故設計僅於有機飼糧額外添加 1% 或 3%，然試驗結果均對 30 週齡伊沙雞蛋之硒含量無顯著影響。Im *et al.* (2021) 探討富含硒的豆芽粉 (硒含量 40 mg/kg) 添加於 32 週齡海蘭 (Hyline) 棕色蛋雞飼糧的效果，結果顯示於基礎飼糧中添加 15.0 – 22.5 g/kg 可提高產蛋率、蛋重、蛋殼強度、蛋殼厚度等生產效率，蛋中 (含蛋白及蛋黃) 硒含量則



提高約 1 倍。本試驗於有機飼糧額外添加 1% 或 3% 枸杞莖稈粉未對 30 週齡伊沙雞蛋中硒含量造成顯著影響，推測與枸杞莖稈收穫的季節、高度與枸杞莖稈粉的添加量不夠有關，有待後續試驗進一步證實。

表 5. 有機飼糧額外添加枸杞莖稈粉對 30 週齡伊沙蛋雞蛋中硒含量之影響

Table 5. Effect of additionally supplementing the stem powder of *Lycium chinense* Miller into the organic diet on the contents of selenium in eggs in ISA brown layers at 30 weeks of age.

Item	Con*	LcM1*	LcM3*	SE
Selenium, ppb	294.2 ± 9.4	293.6 ± 13.9	298.9 ± 13.6	1.9

n = 8.

\* Con, LcM1, LcM3: basal organic diet (Con), basal organic diet additionally supplemented with 1% (LcM1) or 3% (LcM3) stem powder of *Lycium chinense* Miller.

## 誌 謝

本試驗承農業部苗栗區農業改良場提供枸杞莖稈粉、農業部畜產試驗所東區分所花蓮場區同仁協助試驗始克完成，謹併致謝忱。

## 參考文獻

- 王建東、馬吉鋒、侯鵬霞、于洋、梁小軍。2018。枸杞多糖免疫增效劑對高齡蛋雞抗體水平和細胞因子分泌的影響。動物醫學進展 39：67-69。
- 白乾雲。2012。日糧中添加枸杞粉對蛋雞生產性能和血清脂類代謝指標的影響。中國飼料 8：22-23, 30。
- 行政院農業委員會。2021。中華民國 110 年農業統計年報。第 16 - 17 頁。臺北。臺灣。
- 伊沙蛋雞飼養管理手冊。2020。產蛋期營養需求。第 48 - 63 頁。嘉利德生產科技有限公司。雲林。臺灣。
- 沈士怡、王志瑄、林宗毅、林旻蓉、廖士傑。2018。葉用枸杞應用於鵝隻保健及商品化。行政院農業委員會畜產試驗所 107 年度科技計畫研究報告。
- 沈士怡、廖士傑、練慶儀、王志瑄、林宗毅、涂柏安、王勝德。2020。飼糧中添加葉用枸杞對白羅曼鵝生長性能及血液生化值之影響。畜產研究 53：266-275。
- 林妤姍、王志瑄。2017。葉用枸杞葉片活性成分分析及抗發炎之探討。苗栗區農業專訊 78：22-24。
- 財團法人中央畜產會。2022。有機畜產品驗證認定評審標準 - 有機畜產品，編號 NAIF-OP-01-04A，版次 3.0。
- 劉雁麗、吳峰、宗昆、肖蓉、陳亞華。2010。富硒芽苗菜的培育及幾種大眾蔬菜硒含量分析。江蘇農業科學 3：204-206。
- 韓占兵、呂興東、楊朋坤、劉健、張立恒、黃炎坤。2020。日糧添加枸杞渣對蛋雞生產性能與蛋品質的影響。中國家禽 1：53-56。
- Abou-Elkhair, R., S. Selim, and E. Hussein. 2018. Effect of supplementing layer hen diet with phytogetic feed additives on laying performance, egg quality, egg lipid peroxidation and blood biochemical constituents. Anim. Nutr. 4: 394-400.
- Ahmed, S. T., M. M. Hasan, S. I. Resmi, M. W. Islam, and M. Rahman. 2022. Effect of dried orange peel on egg production and quality of laying hen. Bangladesh J. Anim. Sci. 51: 98-106.
- Baghban-Kanani, P., B. Hosseintabar-Ghasemabad, S. Azimi-Youvalari, A. Seidavi, M. Ragni, V. Laudadio, and V. Tufarelli. 2019. Effects of using *Artemisia annua* leaves, probiotic blend, and organic acids on performance, egg quality, blood biochemistry, and antioxidant status of laying hens. J. Poult. Sci. 56: 120-127.
- Becker, G. S. 2008. Livestock Feed Costs: concerns and options. Congressional Research Service Report for Congress. Available online: [https://www.everycrsreport.com/files/20080917\\_RS22908\\_c81d3f0c7d2765b880a80eac330168541b4c383e.pdf](https://www.everycrsreport.com/files/20080917_RS22908_c81d3f0c7d2765b880a80eac330168541b4c383e.pdf)
- Chang, R. C., and K. F. So. 2008. Use of anti-aging herbal medicine, *Lycium barbarum*, against aging-associated diseases. What do we know so far? Cell Mol. Neurobiol. 28: 643-652.
- Delezie, E., M. Rovers, A. Van der Aa, A. Ruttens, S. Wittoex, and L. Segers. 2014. Comparing responses to different

- selenium sources and dosages in laying hens. *Poult. Sci.* 93: 3083-3090.
- Gabarrou, J. F., P. A. Geraert, N. François, S. Guillaumin, M. Picard, and A. Bordas. 1998. Energy balance of laying hens selected on residual food consumption. *Brit. Poult. Sci.* 39: 79-89.
- Gil, C. S., M. S. Jang, and S. H. Eom. 2017. Nitric oxide inhibition and procollagen type I peptide synthesis activities of a phenolic amide identified from the stem of *Lycium barbarum* Miller. *J. Microbiol. Biotechnol.* 27: 1386-1391.
- Gupta, S. L., P. K. Tyagi, N. A. Mir, K. Dev, J. Begum, A. B. Mandal, and P. K. Tyagi. 2020. Feeding value of rice distiller's dried grains with soluble as protein supplement in diet of laying hens. *Trop. Anim. Health Prod.* 52: 1229-1237.
- Im, M., H. Oh, Y. Ri, K. Kim, D. Jong, and H. Kim. 2021. Effect of addition of selenium-enriched bean sprouts powder in egg laying hen feed. *Int. J. Sci. Res. Sci. Eng. Technol.* 8: 121-128.
- Kim, H. J., J. Lee, S. C. Kim, J. Y. Seo, S. B. Hong, and Y. I. Park. 2020. Immunostimulating activity of *Lycium chinense* Miller root extract through enhancing cytokine and chemokine production and phagocytic capacity of macrophages. *J. Food Biochem.* 44:e13215.
- Li, X. M. 2007. Protective effect of *Lycium barbarum* polysaccharides on streptozotocin-induced oxidative stress in rats. *Int. J. Biol. Macromol.* 40: 461-465.
- Liu, S. C., J. T. Lin, C. C. Hu, B. Y. Shen, T. Y. Chen, Y. L. Chang, C. H. Shih, and D. J. Yang. 2016. Phenolic compositions and antioxidant attributes of leaves and stems from three inbred varieties of *Lycium chinense* Miller harvested at various times. *Food Chem.* doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.072>.
- Lyon, L. E., B. G. Lyon, C. E. Davis, and W. E. Townsend. 1980. Texture profile analysis of patties made from mixed and flake-cut mechanically debone. *Poult. Sci.* 59: 69-76.
- National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Geese, Nutrient Requirements of Poultry, 9th rev. ed. pp. 40-41. National Academy of Sciences, Washington, DC, U.S.A.
- Romanoff, A. L., and A. J. Romanoff. 1949. *The Avian Egg*. John Wiley and Sons Inc. New York, USA.
- Saki, A. A., T. Shamsollah, and A. Ashoori. 2019. Egg iron enrichment in response to various levels of pomegranate by-product in laying hen diet. *Iranian J. Applied Anim. Sci.* 9: 747-754.
- SAS. 2002. SAS Proprietary Software, version 9.0th ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Silversides, F. G. 1994. The Haugh unit correction for egg weight is not adequate for comparing eggs from chickens of different lines and ages. *J. Applied Poult. Res.* 3: 120-126.
- Surai, P. F., and I. I. Kochish, 2019. Nutritional modulation of the antioxidant capacities in poultry: the case of selenium. *Poult. Sci.* 98: 4231-4239.
- Thiruvengadam, M., B. K. Ghimire, S. H. Kim, C. Y. Yu, D. H. Oh, R. Chelliah, C. Kwon, Y. J. Kim, and I. M. Chung. 2020. Assessment of mineral and phenolic profiles and their association with the antioxidant, cytotoxic effect, and antimicrobial potential of *Lycium chinense* Miller. *Plants* 9: 1023.
- Toomer, O., T. Vu, R. Wysocky, V. Moraes, R. Malheiros, and K. Anderson. 2021. The effect of feeding hens a peanut skin-containing diet on hen performance, and shell egg quality and lipid chemistry. *Agriculture* 11: 894.
- Wang, L., P. Wang, D. Wang, M. Tao, W. Xu, and O. J. Olatunji. 2020. Anti-inflammatory activities of kukoamine A from the root bark of *Lycium chinense* Miller. *Nat. Prod. Commun.* 15:1934578X20912088.
- Yang, L., Q. Liang, Y. Zhang, S. Wang, F. Yuan, and J. Wang. 2021. Variation of phytochemical composition of *Lycium chinense* leaves as an endemic high-value healthy resource. *Sci. Hortic.* 281:109910.



# Effect of supplementing the stem powder of *Lycium chinense* Miller into the organic diet on the laying performance and egg quality of ISA Brown laying hens<sup>(1)</sup>

Sheng-Der Wang <sup>(2)</sup> Shen-Shyuan Yang <sup>(3)(6)</sup> Ching-Chi Hung <sup>(4)</sup> An-Kuo Su <sup>(3)</sup> Shih-Yi Shen <sup>(2)</sup>  
and Jhin-Syuan Wang <sup>(5)</sup>

Received: Apr. 7, 2023; Accepted: Aug. 14, 2023

## Abstract

The purpose of this experiment was to investigate the effects of supplementing the stem powder of *Lycium chinense* Miller (*LcM*) into the organic laying hen diet on the laying performance, egg quality and the contents of selenium in egg (including egg white and egg yolk). Ninety ISA brown laying hens were divided into 3 groups, with organic diet or organic diet additionally supplementing with 1% or 3% of *LcM* stem powder. In each group, 30 laying hens were housed in 30 individual cages with one hen one cage. The experimental period was from 23 to 30 weeks of age. The data of body weight, egg weight, number of eggs laid and feed consumption of each group were collected. Eggs at 30 weeks of age in each group were collected to analyze egg quality. The results showed that supplementing the stem powder of *Lycium chinense* Miller into the organic diet with 1% or 3% did not result in a significant effect on body weight, hen-day egg production, laid egg number, egg weight and egg mass. Egg shape index, Haugh unit, eggshell trait, yolk ratio, yolk color and the contents of selenium in eggs also had no significant effects among the three groups. It can be concluded that supplementing the stem powder of *Lycium chinense* Miller into the organic diet, the amounts up to 3% has no significant impact on laying performance and egg quality of laying hens.

Key Words: *Lycium chinense* Miller stem powder, Laying hen, Egg quality.

---

(1) Contribution No. 2760 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Northern Region Branch, MOA-TLRI, Miaoli 36843, Taiwan, R. O. C.

(3) Eastern Region Branch, MOA-TLRI, Ilan 268, Taiwan, R. O. C.

(4) Animal Nutrition Division, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan, 71246, Taiwan, R. O. C.

(5) Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, MOA, Miaoli 363201, Taiwan, R. O. C.

(6) Corresponding author, E-mail: ssyn@mail.tlri.gov.tw

# 不同月齡及性別之賓朗豬血液生化特徵<sup>(1)</sup>

吳昇陽<sup>(2)</sup> 李士昕<sup>(2)</sup> 陳益隆<sup>(2)</sup> 王漢昇<sup>(3)</sup> 黃昱翎<sup>(4)</sup> 章嘉潔<sup>(2)(5)</sup>

收件日期：112 年 5 月 5 日；接受日期：112 年 8 月 15 日

## 摘 要

本研究之目的為建立賓朗豬的血液生化值，以提供作為檢測診斷或試驗研究之參考。試驗採用自動生化分析儀檢測 19 項血液生化指標，並針對同月齡不同性別和不同月齡同性別的豬隻進行比較。結果顯示，在 3 個月齡時，麩胺轉酸酶（glutamyl transpeptidase, GGT）、總膽固醇（total cholesterol, CHOL）和尿素氮（blood urea nitrogen, BUN）等項目的血液生化值存在顯著的性別差異（ $P < 0.05$ ）；而在 6 個月齡時，鹼性磷酸酶（alkaline phosphatase, ALP）和尿素氮等項目的血液生化值存在顯著的性別差異（ $P < 0.05$ ），但在其他各項目中，性別間未顯示差異（ $P > 0.05$ ）。此外，比較 3 個月齡和 6 個月齡兩組的血液生化值之結果顯示，天冬氨酸氨基轉移酶（aspartate aminotransferase, AST）、血清白蛋白（albumin, ALB）、丙氨酸氨基轉移酶（alanine aminotransferase, ALT）、總蛋白（total protein, TP）、鹼性磷酸酶、肌酸酐（creatinine, CREAT）、鎂（Mg）、鈉（Na）和氯（Cl）等項目，在不同月齡組間存在顯著差異（ $P < 0.05$ ），但其他各項生化指標未達到統計上的顯著差異（ $P > 0.05$ ）。

關鍵詞：賓朗豬、生化值、血液。

## 緒 言

嚙齒類動物在體型、結構、生理和代謝方面與人類有很大的差異。小型豬因其器官大小和解剖生理與人類相似，例如在疾病研究和治療方法之開發方面，被認為是轉譯醫學應用的理想模型。在歐美地區，小型豬被視為第二大常見非嚙齒類動物應用物種（Heining and Ruysschaert, 2016）。許多文獻都使用小型豬作為新藥確效性及安全性評估的模型（Helke *et al.*, 2016; Descotes *et al.*, 2018; Allais *et al.*, 2022），並於過去 15 年運用增加，取代狗或非人類靈長類動物（Nunoya *et al.*, 2007; Swindle *et al.*, 2012; Ganderup, 2014），具有轉化臨床應用價值。國內自行培育的賓朗豬品系源自畜試花斑豬（Lanyu 100）。經過近親選育後裔中的白色個體，以全同胞配種方式繁衍產生，隔離飼養，白色蘭嶼豬品種以育成所在地臺東縣卑南鄉賓朗村為名稱，稱為「賓朗豬」（Binlang pig）。於 2010 年完成新品系開發命名（行政院農業委員會，2010）。相較於黑色蘭嶼豬，賓朗豬性情較為溫馴且掌控性佳，近年來在藥毒理試驗中受到供應需求的關注。儘管使用小型豬作為藥物評估模型具有優勢，但賓朗豬仍然缺乏基礎研究所需的生理值背景數據資料。血液生化值能反映動物的健康狀態和生長性能（Zhang *et al.*, 2022）。因此，本研究將對賓朗豬血液生化項目進行系統性數據收集，提供更詳盡和實用的訊息，以利試驗研究應用。

## 材料與方法

### I. 動物來源及飼養

本研究的場域位於農業部畜產試驗所東區分所臺東場區。賓朗豬飼養條件為自然溫、濕度和光照，飼料由畜產試驗所配製，以玉米和豆粕為主的基礎飼糧，飼料的消化能為 3,150 kcal/kg、粗蛋白質 15.4% 及粗脂肪 3.2%，按照常規方式餵飼，每日供應 1 公斤，豬隻可以自由攝取水分。試驗共分為 3 月齡和 6 月齡兩組，雌、雄性各 15 頭。賓朗豬於 6 月齡可達到性成熟。在本研究中，所有豬隻的採樣均經過農業部畜產試驗所實驗照護和使用小組的核准（核准文為畜試動字 106-5 號）。

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2761 號。

(2) 農業部畜產試驗所東區分所。

(3) 新竹縣關西鎮公所。

(4) 農業部動植物防疫檢疫署高雄分署。

(5) 通訊作者，E-mail: janices@mail.tlri.gov.tw

## II. 血樣收集及分析

在進行採血之前，需要讓豬禁食 12 個小時，但可以自由飲水。採血時，豬保持空腹仰臥並保持穩定位置，每頭豬採集 5 毫升的前腔靜脈血樣，放入含有促凝劑的採血管中，送至大統醫學檢驗中心進行血液生化分析測定。分析項目包括酶活性如丙氨酸氨基轉移酶（alanine aminotransferase, ALT）、天冬氨酸氨基轉移酶（aspartate aminotransferase, AST）、穀氨醯基氨基轉移酶（glutamyl transpeptidase, GGT）、肌酸激酶（creatine kinase, CK）、鹼性磷酸酶（alkaline phosphatase, ALP）、乳酸脫氫酶（lactate dehydrogenase, LDH），以及血糖、蛋白質和脂質項目，如葡萄糖（glucose, GLU）、總蛋白（total protein, TP）、尿素氮（blood urea nitrogen, BUN）、白蛋白（albumin, ALB）、肌酸酐（creatinine, CREAT）、甘油三酯（triglycerides, TG）、總膽固醇（total cholesterol, CHOL）。此外，還包括電解質項目的檢測，如鈣（calcium, Ca）、磷（phosphorus, P）、鉀（potassium, K）、鎂（magnesium, Mg）、鈉（sodium, Na）和氯（chloride, Cl），以上共計 19 個項目，採用由日本日立公司生產的全自動生化分析儀（automatic biochemical analyzer, Hitachi 7020, Japan）進行分析。同時，參考巴馬小型豬相關血液生化項目檢測結果（王，2012），探討不同豬種在血液生化值上的差異及其影響。

## III. 資料統計

對於不同豬隻群體（同月齡不同性別、不同月齡同性別），進行血液生化檢測，並計算各群體的平均值和標準偏差（mean  $\pm$  SD）。使用 t-檢定方法比較不同群體之間的顯著性差異，檢驗顯著水準為  $\alpha = 0.05$ 。

# 結果與討論

經測定賓朗豬血液生化值中 6 項酶活性之檢測數值如表 1 所示，在 3 月齡，賓朗豬的 GGT 檢測數值和文獻中巴馬小型豬 (Bama minipigs) 的 ALT 類似，性別間具有顯著差異存在（ $P < 0.05$ ）；在 6 月齡，賓朗豬的 ALP 檢測數值和文獻中巴馬小型豬的 GGT 項目表現相似（王，2012），均呈現性別間的顯著差異。Kawaguchi *et al.* (2013) 在研究微型豬 1—3 月齡和 4—6 月齡群組時，分析 AST 和 CK 項目，發現其與性別無關；Žura Žaja *et al.* (2020) 也在研究 8 月齡的藍瑞斯品種豬隻時發現，AST、ALT 和 GGT 項目均不受性別的影響，此與目前賓朗豬檢測之結果相近。比較 3 和 6 月齡豬隻的血液酶活性值，賓朗豬的 AST、ALT 和 ALP 項目的檢測數值具顯著差異（ $P < 0.05$ ），巴馬小型豬的 AST、ALT、CK、ALP 和 LDH 項目的檢測數值亦呈現顯著差異（ $P < 0.05$ ）（王，2012），兩種小型豬的 AST、ALT 和 ALP 項目的檢測數值皆呈現顯著差異（ $P < 0.05$ ）。AST、ALT 和 ALP 是常見肝臟功能指標，其血液濃度可反映動物肝臟的健康狀況。在商用 LYD 品種豬隻中，3 和 6 月齡之間 AST、ALT 和 ALP 項目也呈現顯著差異（ $P < 0.05$ ）（Zhang *et al.*, 2022），可能豬隻肝臟功能受到年齡因素影響其差異表現。Palova *et al.* (2019) 研究 ALP 隨著年齡的增長而顯著下降，ALP 為鹼性磷酸酶，與成骨細胞有關，較年輕動物中成骨細胞活性通常較高，因此 ALP 濃度也會較高，此現象在骨骼發育和成長期間尤為明顯（Ventrella *et al.*, 2017）。而成年母豬的 ALP 下降可能與骨骼生長和酶需求的降低有關；當母豬年齡較大時，骨骼生長已經停止，因此對酶的需求也會降低，ALP 濃度也會隨之下降（Rosol and Capens, 1997）。透過測量豬隻的 ALP 濃度，可以提供關於其骨骼生長和發育的訊息。

表 2 所示為賓朗豬之血糖、蛋白質和脂質等 7 項血液生化指標的測定值，結果顯示，在 3 個月齡時，賓朗豬的 CHOL 和 BUN 指標呈現性別差異（ $P < 0.05$ ），而巴馬小型豬則在 ALB、TG、CHOL、BUN 和 CREA 等 5 項指標上存在性別差異（王，2012）。6 個月齡時，賓朗豬只有 BUN 指標呈現性別差異，而巴馬小型豬則在 TG、CHOL 和 CREAT 等 3 項指標上存在性別差異（王，2012）。不論在 3 個月齡或 6 個月齡時，賓朗豬的 BUN 指標以及巴馬小型豬的 TG、CHOL 和 CREAT 指標均顯示出性別差異。然而，一些研究顯示，在 1 至 3 個月齡和 4 至 6 個月齡的微型豬群體中，GLU、ALB、TP、BUN 和 CREAT 等指標的分析未顯示出性別的影響（Kawaguchi *et al.*, 2013）。在 8 個月齡時，藍瑞斯的 TG、CHOL 和 BUN 等指標也未顯示出性別的影響（Žura Žaja *et al.*, 2020），這顯示不同品種間存在著性別差異。

比較豬隻 3 和 6 月齡之間之血糖、蛋白質和脂質等 7 個血液生化指標，結果顯示賓朗豬的 ALB、TP 和 CREAT 值有顯著差異（ $P < 0.05$ ），而巴馬小型豬則有 Glu、ALB、TP、TG 和 CHOL 等 5 個指標有顯著差異（ $P < 0.05$ ）（王，2012），上述兩種小型豬 3 與 6 月齡的 ALB 和 TP 值皆具有顯著差異。學者以山羊進行研究，結果顯示隨著年齡增長，ALB 和 TP 值呈現一致上升趨勢（Redlberger *et al.*, 2017）；於商用 LYD 品種豬隻的研究發現，ALB、TP 和 CREAT 值隨著年齡增長而顯著提高（Palova *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2022）。TP 值可以用來評估豬隻的營養狀態和生長發育狀況。在幼畜時，TP 值可能較低，因為對蛋白質的攝取和利用率較高，以支持生長發育過程中對更多蛋白質的需求。隨著豬隻年齡的增長，其代謝和生長速度逐漸放緩，蛋白質的利用率也相對下降，因此 TP

表 1. 賓朗豬和巴馬小型豬血液中酶活性項目檢測值  
Table 1. The test results of blood enzyme activity in Binlang pigs and Bama miniature pigs.

Item	Binlang pig			Bama minipig <sup>a</sup>			Binlang pig			Bama minipiga		
	3 months						6 months					
	♂ (n=15)	♀ (n=15)	n=(30)	♂ (n=42-152)	♀ (n=(46-142)	n=(90-295)	♂ (n=15)	♀ (n=15)	n=(30)	♂ (n=42-152)	♀ (n=(46-142)	n=(62-112)
AST(U/L)	51.8 ± 12.5	53.9 ± 11.0	52.9 ± 11.5	34.9 ± 6.6	37.3 ± 10.0	36.1 ± 8.5	40.6 ± 10.6	38.5 ± 9.9	39.6 ± 10.2 <sup>#</sup>	34.9 ± 9.0	29.9 ± 8.0	32.5 ± 8.8 <sup>#</sup>
ALT(U/L)	51.0 ± 13.2	64.2 ± 12.5	58.1 ± 14.2	45.8 ± 10.7	41.9 ± 11.3 <sup>*</sup>	43.9 ± 11.2	76.6 ± 13.1	54.7 ± 11.0	67.0 ± 16.3 <sup>#</sup>	35.5 ± 9.2	34.8 ± 5.9	35.4 ± 5.9 <sup>#</sup>
GGT(U/L)	61.9 ± 7.0	67.7 ± 10.0 <sup>*</sup>	65.1 ± 9.1	50.5 ± 9.4	49.8 ± 9.2	49.8 ± 9.2	64.1 ± 10.3	69.2 ± 11.8	66.6 ± 11.1	54.0 ± 12.2	45.4 ± 9.2 <sup>*</sup>	49.8 ± 11.7
CK(U/L)	765.2 ± 345.2	789.2 ± 506.0	777.7 ± 427.5	406.6 ± 188.9	498.6 ± 288.9	452.6 ± 247.1	800.7 ± 568.1	598.8 ± 421.6	714.1 ± 512.0	510.5 ± 472.2	881.0 ± 857.7	356.1 ± 170.2 <sup>#</sup>
ALP(U/L)	335.6 ± 72.2	328.7 ± 64.0	332.0 ± 66.6	170.7 ± 62.1	167.1 ± 58.5	168.9 ± 60.1	253.1 ± 43.2	184.2 ± 41.3 <sup>*</sup>	219.9 ± 54.3 <sup>#</sup>	121.4 ± 49.1	123.8 ± 55.3	122.5 ± 51.8 <sup>#</sup>
LDH(U/L)	1058.9 ± 166.1	1082.5 ± 196.1	1070.7 ± 178.2	497.9 ± 91.6	504.4 ± 108.5	504.4 ± 108.5	1026.0 ± 99.5	1017.3 ± 92.5	1022.2 ± 94.6	360.0 ± 70.3	363.0 ± 52.2	363.0 ± 52.2 <sup>#</sup>

AST: aspartate aminotransferase, ALT: alanine aminotransferase, GGT:  $\gamma$ -Glutamyl transferase, CK: creatine kinase I, ALP: alkaline phosphatase, LDH: lactate dehydrogenase.

\*  $P < 0.05$ ; significantly different from male. <sup>#</sup>  $P < 0.05$ , significantly different from age.

<sup>a</sup> The published profiles of Bama minipig (王, 2012).

表 2. 賓朗豬和巴馬小型豬血液血糖、蛋白質及脂質項目檢測值  
Table 2. The b test results of blood glucose, protein, and lipid in Binlang pigs and Bama miniature pigs.

	Binlang pig			Bama minipig <sup>a</sup>			Binlang pig			Bama minipiga		
	3 months			6 months								
	♂ (n=15)	♀ (n=15)	n=(30)	♂ (n=42-152)	♀ (n=46-142)	n=(90-295)	♂ (n=15)	♀ (n=15)	n=(30)	♂ (n=42-152)	♀ (n=46-142)	n=(62-112)
GLU(mmol/L)	6.2±0.7	5.7±1.1	5.9±1.0	5.8±1.6	5.8±2.1	5.8±1.8	5.7±1.4	5.2±0.8	5.4±1.2	5.0±0.9	4.6±0.9	4.8±0.9 <sup>#</sup>
ALB(g/L)	31.6±3.6	31.6±2.8	31.6±3.1	40.3±2.6	38.0±2.6*	39.2±2.9	37.5±3.6	38.0±3.7	37.7±3.6 <sup>#</sup>	41.5±3.7	40.1±2.7	40.8±3.3 <sup>#</sup>
A/G	1.0±0.4	1.0±0.3	1.0±0.4	---	---	---	1.1±0.2	1.0±0.3	1.1±0.3	---	---	---
TP(g/L)	64.4±6.7	63.3±5.2	63.8±5.8	67.1±4.7	69.9±4.6	68.5±4.8	71.4±5.7	74.6±7.8	72.9±6.9 <sup>#</sup>	72.4±6.2	75.5±7.3	73.9±6.9 <sup>#</sup>
TG(mmol/L)	0.3±0.1	0.4±0.2	0.4±0.2	0.4±0.2	0.5±0.2*	0.4±0.2	0.4±0.2	0.5±0.2	0.4±0.2	0.2±0.1	0.3±0.1*	0.3±0.1 <sup>#</sup>
CHOL(mmol/L)	2.3±0.3	2.6±0.2*	2.5±0.3	1.9±0.5	2.6±0.5*	2.2±0.6	2.7±0.3	2.5±0.3	2.6±0.3	1.7±0.4	2.4±0.4*	2.1±0.5 <sup>#</sup>
BUN(mmol/L)	4.0±0.5	4.6±0.8*	4.3±0.8	2.5±0.8	2.9±0.9*	2.7±0.9	4.4±0.7	3.7±0.8*	4.1±0.8	2.5±0.9	2.9±0.7	2.7±0.8
CREAT(umol/L)	96.0±15.5	91.0±12.0	93.2±13.7	54.2±14.2	61.5±17.5*	57.7±16.2	116.6±12.6	109.2±16.5	113.2±14.8 <sup>#</sup>	52.9±14.2	68.0±13.9*	60.2±16.0

GLU: glucose, ALB: albumin, A/G: albumin/globulin, TP: total protein, TG: triglycerides, CHOL: cholesterol, BUN: blood urea nitrogen, CREAT: creatinine.

\*  $P < 0.05$ ; significantly different from male. <sup>#</sup>  $P < 0.05$ , significantly different from age.

<sup>a</sup> The published profiles of Bama minipig. (王，2012) .

表 3. 賓朗豬和巴馬小型豬血液電解質檢測值  
Table 3. The blood electrolyte values of Binlang pigs and Bama miniature pigs.

	Binlang pig			Bama minipig <sup>a</sup>			Binlang pig			Bama minipig <sup>a</sup>		
	3 months						6 months					
	♂ (n=15)	♀ (n=15)	n=(30)	♂ (n=42-152)	♀ (n=(46-142)	n=(90-295)	♂ (n=15)	♀ (n=15)	n=(30)	♂ (n=42-152)	♀ (n=(46-142)	n=(62-112)
K(mmol/L)	5.9 ± 0.7	5.5 ± 0.7	5.7 ± 0.7	4.4 ± 0.3	4.5 ± 0.4	4.5 ± 0.4	5.8 ± 0.6	6.0 ± 0.7	5.9 ± 0.6	4.8 ± 0.3	4.6 ± 0.3	4.6 ± 0.5 <sup>#</sup>
Mg(mmol/L)	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.1				1.3 ± 0.2	1.2 ± 0.2	1.2 ± 0.2 <sup>#</sup>			
Na(mmol/L)	140.5 ± 2.8	140.4 ± 2.0	140.5 ± 2.4	143.0 ± 4.7	141.4 ± 5.6	141.4 ± 5.6	144.7 ± 2.9	143.1 ± 3.3	144.0 ± 3.2 <sup>#</sup>	141.6 ± 3.2	138.3 ± 2.9 <sup>*</sup>	138.3 ± 2.9 <sup>#</sup>
Cl(mmol/L)	102.6 ± 2.6	102.3 ± 1.6	102.5 ± 2.1	102.1 ± 4.7	102.2 ± 4.0	102.2 ± 4.0	105.0 ± 4.8	104.4 ± 4.2	104.7 ± 4.5 <sup>#</sup>	100.3 ± 17.4	107.9 ± 4.5 <sup>*</sup>	107.9 ± 4.5 <sup>#</sup>
Ca(mmol/L)	2.5 ± 0.2	2.4 ± 0.2	2.4 ± 0.2	2.8 ± 0.2	2.8 ± 0.2	2.8 ± 0.2	2.5 ± 0.3	2.5 ± 0.3	2.5 ± 0.3	2.9 ± 0.2	2.8 ± 0.1	2.8 ± 0.1
P(mmol/L)	2.4 ± 0.2	2.2 ± 0.3	2.3 ± 0.2	2.0 ± 0.3	2.1 ± 0.2	2.0 ± 0.3	2.2 ± 0.3	2.3 ± 0.3	2.3 ± 0.3	1.7 ± 0.2	1.7 ± 0.2	1.7 ± 0.2 <sup>#</sup>

K: potassium, Mg: magnesium, Na: sodium, Cl: chloride, Ca: calcium, P: phosphorus.

\*  $P < 0.05$ , significantly different from male. <sup>#</sup>  $P < 0.05$ , significantly different from age.

<sup>a</sup> The published profiles of Bama minipig (王, 2012).



值逐漸提高 (Palova *et al.*, 2019)。BUN 和 CREAT 是血液中評估腎臟功能的常見生化指標。BUN 代表血液中尿素氮的濃度，由膳食蛋白質和組織蛋白質代謝產生的代謝物，而 CREAT 則是由肌肉肌酸代謝產生，最終都會透過腎臟過濾排出體外，此指標值反應腎臟處理氮代謝物的能力 (Hosten, 1990)。Uemura *et al.* (2011) 對 1151 名年齡介於 1 月齡至 18 歲之間的人類個體進行血清 CREAT 值的測量。研究結果顯示，隨著年齡增長，CREAT 的參考值逐漸增加，此目前賓朗豬的測試結果也呈現相同的趨勢。

在 3 個月齡時，6 項血液電解質項目的測定結果顯示，無論是賓朗豬或巴馬小型豬在雌性和雄性之間並無顯著差異 (王，2012)。然而，在 6 個月齡時，賓朗豬此等血液電解質的檢測數值並無性別間的差異，但是在同齡不同性別的巴馬小型豬之 Cl 和 Na 項目中則呈現顯著差異 (王，2012)。學者對 1 – 3 月齡和 4 – 6 月齡的微型豬進行血液電解質項目分析，也未觀察到性別差異的影響 (Kawaguchi *et al.*, 2013)，這與賓朗豬的結果一致。比較不同年齡組之間的血液電解質項目分析，賓朗豬中有三個項目 (Mg、Na、Cl) 存在顯著差異 ( $P < 0.05$ )，巴馬小型豬中則有四個項目 (K、Na、Cl、P) 存在顯著差異 ( $P < 0.05$ )，兩種小型豬的 Cl 和 Na 項目的值均存在差異。

本研究參考文獻研究對象為巴馬小型豬，其來源為廣西巴馬香豬，是一種體型小、毛色齊、繁殖性能佳、遺傳穩定的小型豬品系，採用閉鎖近親選育 (closed inbreeding selection) 方式 (王，2012)。此品種已廣泛應用於疾病模式建立、機制探討、治療研究如心血管疾病 (Ye *et al.*, 2021; Ma *et al.*, 2022)、泌尿系統疾病 (Wang *et al.*, 2021)、骨骼修復 (Zhao *et al.*, 2022)，以及代謝動力學研究如重金屬累積 (Li *et al.*, 2020)、黴菌毒素 (Wang *et al.*, 2022)、肥胖 (Zheng *et al.*, 2021) 及傷口癒合治療 (Gong *et al.*, 2023)。近年來，為了研究非洲豬瘟的病理機制、疫苗和治療方法，需要在生物安全三級實驗室進行，因此需要選擇體型小的動物，巴馬小型豬就是一種適合的實驗動物種類 (Lv *et al.*, 2022)。本研究中，探討不同品種小型豬的血液生化檢測數據，考察飼養條件、環境和檢測方式等因素對其數據的影響。賓朗豬的性成熟期為 4 至 5 個月齡 (行政院農業委員會畜產試驗所，2022)，通過分析 3 月齡和 6 月齡的樣本，進行 20 項血液生化檢測，可以較全面地瞭解性成熟前後階段的血液生化狀態，並與巴馬小型豬進行比較研究。

目前的研究可以更精確地了解年齡、性別等因素對於賓朗豬血液生化特徵的影響，進一步探討這些差異的可能原因。血清生化數據顯示，這些差異可能與年齡 (Czech *et al.*, 2017)、性別 (Žura Žaja *et al.*, 2020)、品種 (Li *et al.*, 2019)、營養 (Szuba-Trznadel *et al.*, 2020)、飼養管理 (Pan *et al.*, 2015)、生活環境 (Mayengbam and Tolenkhomba, 2015) 等因素有關，並且在不同的研究中表現差異化，後續仍持續追蹤和檢測，提供更完整和精確的資料。

## 誌謝

本試驗承行政院農業委員會科技計畫 (106 農科-2.7.6-畜-L1) 經費補助，試驗期間承蒙臺東種畜繁殖場許聰明、孫明德、黃德昇、陳榮樹、南嘉柔等同仁之協助，特此誌謝。

## 參考文獻

- 王秀鵬。2012。廣西巴馬小型豬基礎數據的獲得和生理生化異常個體的篩選。碩士論文。
- 行政院農業委員會。2010。賓朗豬新品種審定書。行政院公報。第 016 卷第 217 期。
- 行政院農業委員會畜產試驗所。2022。實驗用小型豬生產與供應。<https://minipigs.angrin.tlri.gov.tw/minipig/>。
- Allais, L., A. Perbet, F. Condevaux, J. P. Briffaux, and M. Pallardy. 2022. Immunosafety evaluation in juvenile göttingen minipigs. *J. Immunotoxicol.* 19: 41-52.
- Czech, A., R. Klebaniuk, E. R. Grela, W. Samoli ska, and K. Ognik. 2017. Polish crossbred pigs' blood haematological parameters depending on their age and physiological state. *Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. – SGGW, Anim. Sci.* 56: 185-195.
- Descotes, J., L. Allais, P. Ancian, H. D. Pedersen, C. Friry-Santini, A. bIglesias, T. Rubic-Schneider, H. Skaggs, and P. Vestbjerg. 2018. Nonclinical evaluation of immunological safety in Göttingen minipigs: the confirm initiative. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 94: 271-275.
- Ganderup N. C. 2014. Biomarkers in Toxicology. Chapter 3 - Minipig models for toxicity testing and biomarkers. pp: 71-91.
- Gong, F., N. Yang, J. Xu, X. Yang, K. Wei, L. Hou, B. Liu, H. Zhao, Z. Liu, and L. Cheng. 2023. Calcium hydride-based

- dressing to promote wound healing. *Adv. Healthc. Mater.* 12: e2201771.
- Heining, P. and T. Ruyschaert. 2016. The use of minipig in drug discovery and development: pros and cons of minipig selection and strategies to use as a preferred nonrodent species. *Toxicol. Pathol.* 44: 467-473.
- Helke, K. L., K. N. Nelson, A. M. Sargeant, B. Jacob, S. McKeag, J. Haruna, V. Vemireddi, M. Greeley, D. Brocksmith, N. Navratil, A. Stricker-Krongrad, and C. Hollinger. 2016. Pigs in toxicology: breed differences in metabolism and background findings. *Toxicol. Pathol.* 44: 575-590.
- Hosten, A. O. 1990. BUN and Creatinine. In: Walker, H. K., W. D. Hall, and J. W. Hurst editors. *Clinical methods: the history, physical, and laboratory examinations*. Third edition. Boston: Butterworths; Chapter 193.
- Kawaguchi, H., T. Yamada, N. Miura, M. Noguchi, H. Izumi, N. Miyoshi, and A. Tanimoto. 2013. Sex differences of serum lipid profile in novel microminipigs. *In Vivo* 27: 617-621.
- Li, Y., Z. Li, Y. Cao, X. Zhou, and C. Li. 2020. Chronic excessive Zn intake increases the testicular sensitivity to high ambient temperature in Bama miniature pigs. *Environ. Pollut.* 257: 113629.
- Li, R., F. Wang, Y. Zhang, C. Li, C. Xia, H. Chen, X. Lu, and F. Liu. 2019. Comparison of hematologic and biochemical reference values in specific-pathogen-free 1-month-old Yorkshire pigs and Yorkshire-Landrace crossbred pigs. *Can. J. Vet. Res.* 83: 285-290.
- Lv, C., J. Yang, L. Zhao, C. Wu, C. Kang, Q. Zhang, X. Sun, X. Chen, Z. Zou, and M. Jin. 2022. Infection characteristics and transcriptomics of african swine fever virus in Bama minipigs. *Microbiol. Spectr.* 10: e0383422.
- Ma, Z., C. Mao, X. Chen, S. Yang, Z. Qiu, B. Yu, Y. Jia, C. Wu, Y. Wang, Y. Wang, R. Gu, F. Yu, Y. Yin, X. Wang, Q. Xu, C. Liu, Y. Liao, J. Zheng, Y. Fu, and W. Kong. 2022. Peptide vaccine against ADAMTS-7 ameliorates atherosclerosis and postinjury neointima hyperplasia. *Circulation* 10: 1161.
- Mayengbam, P. and T. C. Tolenkhomba. 2015. Seasonal variation of hemato-biochemical parameters in indigenous pig: Zovawk of Mizoram. *Vet. World* 8: 732-737.
- Nunoya, T., K. Shibuya, T. Saitoh, H. Yazawa, K. Nakamura, Y. Baba, and T. Hirai. 2007. Use of miniature pig for biomedical research, with reference to toxicologic studies. *J. Toxicol. Pathol.* 20: 125-132.
- Pan, J., F. Min, X. Wang, R. Chen, F. Wang, Y. Deng, S. Luo, and J. Ye. 2015. Establishment of a special pathogen free Chinese Wuzhishan Minipigs Colony. *J. Anim. Sci. Technol.* 57: 7.
- Palova, N., Y. Marchev, R. Nedeva, J. Nakev, D. Krusheva, T. Slavov, L. Nedeva, and T. Popova. 2019. Hematological and serum biochemical profile in East Balkan pigs at different age and seasons. *Agrofor Int. J.* 4: 164-175.
- Redlberger, S., S. Fischer, H. Kohler, R. Diller, and P. Reinhold. 2017. Age-dependent physiological dynamics in acid-base balance, electrolytes, and blood metabolites in growing goats. *Vet. J.* 229: 45-52.
- Rosol T. J. and C. C. Capen. 1997. Calcium-regulating hormones and diseases of abnormal mineral (calcium, phosphorus and magnesium) metabolism. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals* 5: 619-702.
- Swindle, M. M., A. Makin, A. J. Herron, F. J. Jr. Clubb, and K. S. Frazier. 2012. Swine as models in biomedical research and toxicology testing. *Vet. Pathol.* 49: 344-356.
- Szuba-Trznadel, A., T. Hikawczuk, M. Korzeniowska, and B. Fuchs. 2020. Effect of different amounts of hybrid barley in diets on the growth performance and selected biochemical parameters of blood serum characterizing health status in fattening pigs. *Animals (Basel)*. 10: 1987.
- Uemura, O., M. Honda, T. Matsuyama, K. Ishikura, H. Hataya, N. Yata, T. Nagai, Y. Ikezumi, N. Fujita, S. Ito, K. Iijima, and T. Kitagawa. 2011. Age, gender, and body length effects on reference serum creatinine levels determined by an enzymatic method in Japanese children: a multicenter study. *Clin. Exp. Nephrol.* 15: 694-699.
- Ventrella, D., F. Dondi, F. Barone, F. Serafini, A. Elmi, M. Giunti, N. Romagnoli, M. Forni, and M. L. Bacci. 2017. The biomedical piglet: Establishing reference intervals for haematology and clinical chemistry parameters of two age groups with and without iron supplementation. *BMC Vet. Res.* 13: 23.
- Wang, S., G. Chen, B. Yao, A. J. Y. Chee, Z. Wang, P. Du, S. Qu, and A. Yu. 2021. In situ and intraoperative detection of the ureter injury using a highly sensitive piezoresistive sensor with a tunable porous structure. *ACS Appl. Mater. Interfaces*. 13: 21669-21679.
- Wang, R., N. Cui, A. Yiannikouris, Y. Huang, W. Zhao, X. Su, G. Lin, R. Zhu, Z. Song, and P. Wang. 2022. New insights into the deposition of zearalenone in minipigs: a suitable bioindicator for internal exposure. *J. Agric. Food Chem.* 70: 14032-14042.
- Ye, X., S. Liu, H. Yin, Q. He, Z. Xue, C. Lu, and S. Su. 2021. Study on optimal parameter and target for pulsed-field ablation

- of atrial fibrillation. *Front. Cardiovasc. Med.* 21: 690092.
- Zhang, S., B. Yu, Q. Liu, Y. Zhang, M. Zhu, L. Shi, and H. Chen. 2022. Assessment of hematologic and biochemical parameters for healthy commercial pigs in china. *Animals (Basel)*. 12: 2464.
- Zhao, Z., J. Li, X. Bai, Y. Wang, Q. Wang, N. Lv, H. Gao, Z. Guo, H. Zhu, Q. Guo, and Z. Li. 2022. Microfracture augmentation with direct in situ radial shockwave stimulation with appropriate energy has comparable repair performance with tissue engineering in the porcine osteochondral defect model. *Am. J. Sports Med.* 50: 3660-3670.
- Zheng, J., C. Zheng, B. Song, Q. Guo, Y. Zhong, S. Zhang, L. Zhang, G. Duan, F. Li, and Y. Duan. 2021. HMB improves lipid metabolism of Bama Xiang mini-pigs via modulating the bacteroidetes-acetic acid-ampk  $\alpha$  axis. *Front. Microbiol.* 12: 736997.
- Žura Žaja, I., M. Vilić, P. Jurković, A. S. Vugrovečki, M. Pavić, M. Ostović, S. Menčik, N. Poljičak-Milas, N. Mačešić, M. Samardžija, N. Žura, A. Sluganović, and S. Milinković-Tur. 2020. The effects of sex and castration on the serum biochemical profile in commercial pigs. *Veterinarski. Arhiv.* 90: 323-330.

# Blood biochemical characteristics of Binlang pigs at different age and gender <sup>(1)</sup>

Sheng-Yang Wu <sup>(2)</sup> Shih-Sin Li <sup>(2)</sup> Yi-Long Chen <sup>(2)</sup> Han-Sheng Wang <sup>(3)</sup> Yu-Ling Huang <sup>(4)</sup>  
and Chang-Chia Chang <sup>(2)(5)</sup>

Received: May 5, 2023; Accepted: Aug. 15, 2023

## Abstract

The purpose of this study was to establish the blood biochemical values of the Binlang pig for diagnostic or experimental research purposes. A total of 19 blood biochemical indicators were measured using an automatic biochemical analyzer, and comparisons were made between pigs of the same age but different genders, as well as between pigs of different ages but the same gender. The results showed significant gender differences ( $P < 0.05$ ) in the blood biochemical values of glutamyl transpeptidase (GGT), total cholesterol (CHOL), and blood urea nitrogen (BUN) at 3 months of age, and in the blood biochemical values of alkaline phosphatase (ALP) and BUN at 6 months of age. However, no significant differences were observed between genders in the other indicators ( $P > 0.05$ ). Furthermore, when comparing the blood biochemical values between the 3-month-old and 6-month-old groups, significant differences were found ( $P < 0.05$ ) in aspartate transaminase (AST), alanine transaminase (ALT), ALP (U/L), serum albumin (ALB), total protein (TP), creatinine (CREAT), magnesium (Mg), sodium (Na), and chloride (Cl), but not in the other biochemical indicators ( $P > 0.05$ ).

Key words : Binlang pig, Biochemical values, Blood.

---

(1) Contribution No. 2761 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Eastern Region Branch, MOA-TLRI, Ilan 268, Taiwan, R. O. C.

(3) Guansi Township Office, Hsinchu County.

(4) Kaohsiung Branch, Animal and Plant Health Inspection Agency, Ministry of Agriculture.

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

# 割期與收穫季節對白桑作為灌木型芻料作物之影響<sup>(1)</sup>

朱明宏<sup>(2)(3)(4)</sup> 林汶鑫<sup>(3)</sup>

收件日期：112 年 4 月 19 日；接受日期：112 年 10 月 13 日

## 摘 要

白桑 (*Morus alba*) 具有生長速度快、環境適應性強及耐刈割等特性，除了高度木質化的枝幹，其葉片與嫩枝對於反芻動物適口性佳且營養價值高，適合作為多年生灌木型芻料。本研究以 40、60 及 80 天三種不同割期進行週年性收穫，試驗採完全隨機設計，每種處理三重複，探討白桑在不同割期與季節收穫下芻料產量與品質的變動情形。試驗結果顯示，白桑以 80 天割期在夏季收穫的株高 (168.7 cm)、葉 (4.1 t/ha)、莖 (5.1 t/ha) 及全株乾物產量 (9.2 t/ha)、酸洗與中洗纖維含量 (葉 27.2 與 40.9%、莖 52.3 與 68.7%、全株 41.7 與 56.9%) 最高，但葉 / 莖比 (0.7) 與粗蛋白質含量 (葉 21.0%、莖 5.6%、全株 12.1%) 最低；以 40 天割期在冬季收穫的株高 (58.1 cm)、葉 (1.2 t/ha)、莖 (0.5 t/ha) 及全株乾物產量 (1.7 t/ha)、酸洗與中洗纖維含量 (葉 20.5 與 30.5%、莖 37.3 與 47.8%、全株 25.0 與 35.1%) 最低，但葉 / 莖比 (2.8) 與粗蛋白質含量 (葉 26.9%、莖 13.0%、全株 23.2%) 最高。比較葉與全株之全年總粗蛋白質產量，葉片之產量在三種割期間無顯著差異；全株之產量以 80 天割期較高 (2.7 t/ha)，60 與 40 天割期的產量較低 (2.5 與 2.4 t/ha)，兩者間無顯著差異。當收穫季節相同，隨著割期愈長，株高與乾物產量愈高，但葉 / 莖比與芻料品質愈差。在相同割期下，株高與乾物產量均以夏季最高而冬季最低，葉 / 莖比與芻料品質則均以冬季最高而夏季最低。考量葉 / 莖比與芻料品質之關係、葉片與全株之全年總粗蛋白質產量，白桑以 40 天割期作為多年生灌木型芻料具有較高之營養價值。

關鍵詞：割期、灌木型芻料、收穫季節、白桑。

## 緒 言

受限於氣候影響，熱帶地區多以禾本科牧草、穀類作物收穫後的殘株及雜草等作為芻料。然而，上述芻料往往粗蛋白質含量低、有機質消化率不高且能量不足，需額外添加豆科芻料或飼料才能滿足反芻動物經濟產出的需求 (Vu *et al.*, 2011)。此外，優質的豆科牧草在熱帶地區不易調製成品質良好的芻料，需仰賴價格日益高漲的進口豆科乾草。因此，為減省飼養成本，許多地區利用粗蛋白質含量高且消化率理想的木本植物作為芻料 (Kabi and Bareeba, 2008; Delgado *et al.*, 2012)，其中對於環境適應性佳且營養價值高的桑科 (Moraceae) 植物成為提升芻料品質的理想選擇 (Saddul *et al.*, 2004; Salinas-Chavira *et al.*, 2011)。

白桑 (mulberry; *Morus alba*) 是原生於中國北部的桑科植物，廣泛分佈於熱帶及亞熱帶 (Salinas-Chavira *et al.*, 2011)。除了高度木質化的枝幹，葉片及軟嫩的莖桿含有豐富的粗蛋白質 (crude protein, CP)、碳水化合物 (water soluble carbohydrates, WSC)、礦物質及理想的試管乾物質消化率 (*in vitro* dry matter digestibility, IVDMD)，營養組成相當於高品質的豆科芻料，對於反芻動物具有良好的適口性 (Sanchez, 2000; Han *et al.*, 2022)。此外，白桑亦具有產量高、生長速度快且耐刈割的特性，適合以灌木型式栽培，便於反芻動物放牧或收穫作為芻料利用 (Benavides, 2002; Gonzalez-Garcia and Martin-Martin, 2016)。臺灣的氣候與環境適合白桑栽培，過往也透過葉用白桑的品種育成來推動蠶繭外銷。楊等 (2010) 以有機桑葉及細切桑幹餵飼山羊，證實桑葉及桑幹的適口性佳，是適合作為國內餵飼有機山羊的優質芻料。

當白桑作為芻料生產，其產量與品質會受到栽培方式、氣候、收穫成熟度及施肥量等因素影響，其中氣候與收穫成熟度是常被探討的重要因子 (Gonzalez-Garcia and Martin-Martin, 2016; Eshetu *et al.*, 2018)。Assen *et al.* (2016) 研究顯示，相較於乾季，白桑在雨季之粗蛋白質含量較高而酸洗 (acid detergent fiber, ADF) 與中洗纖維

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2762 號。

(2) 農業部畜產試驗所南區分所。

(3) 國立屏東科技大學農園生產系。

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



(neutral detergent fiber, NDF) 含量較低。然而, Gonzalez-Garcia and Martin-Martin (2016) 研究指出, 白桑在乾季之 CP 含量較高且 ADF 與 NDF 含量較低, 芻料品質優於雨季。在收穫成熟度方面, 隨著成熟度愈高, 白桑的乾物產量愈高, 但葉 / 莖比值愈低而芻料品質愈差, 也造成植株的有機質消化率愈差 (Kabi and Bareeba, 2008; Eshetu *et al.*, 2018)。雖然國外已有探討白桑作為芻料之產量、品質及調製方法等文獻, 但因品種特性與栽培氣候的差異, 白桑在臺灣作為多年生芻料之產量與品質變動情形尚不清楚。

臺灣受到氣候影響, 不易生產優質的豆科芻料, 造成依賴進口乾草而增添反芻動物產業的成本壓力與飼糧供應不確定性。白桑的營養成分豐富、適口性佳且便於生產, 適合開發作為國內平均飼養頭數較少且動物採食量低的反芻動物 (山羊與鹿) 芻料。本研究以灌木型式栽培葉用白桑品種臺桑 2 號, 探討在不同割期下的週年性收穫對其農藝性狀、乾物產量及植體芻料化學組成之影響, 評估作為多年生芻料利用的可行性。

## 材料與方法

### I. 試驗材料與栽培管理

以葉用白桑品種臺桑 2 號作為試驗材料, 取直徑約 1.0 – 1.5 cm、長度約 20 – 25 cm 帶有 4 – 5 芽之莖條, 於 2020 年 9 月 22 日扦插栽培於畜產試驗所恆春分所試驗田區, 栽培之行距為 60 cm, 株距為 40 cm。試驗採完全隨機設計 (completely randomized design, CRD), 以 40、60 及 80 天三種割期作為試驗處理, 每種處理三重複, 試驗區域分為 9 個小區, 小區面積為 2.4 m × 1.6 m。參考作物病蟲害與肥培管理技術 (行政院農業委員會農業試驗所, 1999) 肥料推薦用量, 每小區以臺肥硝磷基黑旺特 1 號有機質複合肥料 (N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 20 : 5 : 10, 肥製 (複) 字第 0792075 號) 300 kg/ha 作為基肥, 後續每隔 240 天以臺肥硝磷基黑旺特 1 號有機質複合肥料 150 kg/ha 作為追肥。試驗期間視植株生長狀況適度灌溉, 透過人工刈割及中耕培土進行雜草防除。

### II. 農藝性狀與芻料乾物產量調查

當所有白桑株高達 1.5 m 以上後 (2021 年 2 月 22 日), 自地面上方約 20 cm 處刈割, 作為不同割期之刈割起始日, 後續以 40、60 及 80 天三種割期進行為期 2 年之收穫。收穫前每小區隨機選取 5 株白桑, 量測地面至最高葉在莖桿節點之距離計算平均株高。自植株離地面上方 20 cm 處刈割相同試驗處理小區之所有白桑地上部, 秤重估算每公頃鮮重產量。由相同試驗處理小區所刈割之白桑隨機取樣 10 株, 分離葉片與莖桿經 60℃ 烘乾至恆重, 秤重後計算葉片與莖桿各占全株乾重比例、葉 / 莖比、全株乾物率, 由鮮重產量、葉片及莖桿各占全株乾重比例、全株乾物率計算單位面積白桑葉、莖及全株之乾物產量 (t/ha)。

### III. 芻料化學組成分析

收穫後烘乾之白桑利用多功能磨粉機 (HD – MI, 泰鈴有限公司, 臺灣) 研磨成粉 (篩網孔徑 1 mm), 分析其植體芻料化學組成之粗蛋白質 (crude protein, CP)、酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF) 及中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF) 含量。分析方法如下: CP 定量參照 A.O.A.C. (2019) 之方法, ADF 與 NDF 的測定參考 Vogel *et al.* (1999) 之濾袋法以 ANKOM<sup>200</sup> 纖維分析儀進行。

### IV. 數據統計分析

試驗數據以 SAS 統計軟體 (Statistical Analysis System, SAS 9.4) 進行綜合變方分析 (combined analysis of variance, CANOVA), 檢定季節與割期之主效應與交感效應, 其中季節與割期為固定型。季節判定: 3 – 5 月收穫者為春季、6 – 8 月為夏季、9 – 11 月為秋季、12 – 2 月為冬季。經綜合變方分析後, 如各處理效應顯著存在, 則各處理平均值再以最小顯著差異 (least significance difference, LSD) 進行檢定, 比較各處理平均值之間是否達差異顯著。

## 結 果

### I. 割期與收穫季節對農藝性狀與乾物產量之影響

白桑的株高、葉 / 莖比、葉片、莖桿及全株之乾物產量均極顯著受到割期與收穫季節之交感效應影響, 各農藝性狀與乾物產量亦均極顯著受到割期與收穫季節之各別主效應影響 (表 1)。割期與收穫季節交感效應對農藝性狀與乾物產量影響之結果顯示 (表 2), 白桑以 80 天割期在夏與秋季之株高最高, 可達 168.7 cm 與 165.8 cm; 40 天割期在冬季之株高最矮, 僅 58.1 cm。在葉 / 莖比方面, 以 40 天割期在春與冬季之數值最高, 分別可達 2.5



與 2.8；80 天割期在夏與秋季之數值最低，分別僅 0.7 與 0.8。在乾物產量方面，葉、莖及全株均以 80 天割期在夏季之產量最高，分別可達 4.1 t/ha、5.1 t/ha 及 9.2 t/ha；40 天割期在冬季之產量最低，分別僅 1.2 t/ha、0.5 t/ha 及 1.7 t/ha。

表 1. 不同割期與收穫季節對於白桑農藝性狀與乾物產量之綜合變方分析

Table 1. Combined analysis of variance of agronomic traits and dry matter yield of mulberry among different cutting interval and harvest seasons.

Source	DF	Mean square				
		PH <sup>†</sup>	L/S	LDMY	SDMY	DMY
Cutting interval (C)	2	51918.0**	10.3**	51.3**	102.0**	107.3**
Harvest season (H)	3	7864.7**	7.0**	0.9**	11.7**	6.7**
C × H	6	437.4**	0.6**	0.5**	1.5**	0.8**
rep (C × H)	8	80.3	0.1	0.0	0.1	0.0
Error	97	65.1	0.1	0.1	0.1	0.1

<sup>†</sup> PH, plant height; L/S, leaf to stem ratio; LDMY, leaf dry matter yield; SDMY, stem dry matter yield; DMY, whole plant dry matter yield.

\*, \*\*: significant at 5% and 1% levels, respectively.

表 2. 割期對於白桑在不同收穫季節之農藝性狀與乾物產量影響

Table 2. Effect of cutting interval on agronomic traits and dry matter yield of mulberry among different harvest seasons

Trait	Cutting interval	Spring	Summer	Fall	Winter
PH <sup>†</sup> (cm)	40 d	64.7 ± 1.8 <sup>cC‡</sup>	84.9 ± 1.6 <sup>cA</sup>	78.1 ± 2.4 <sup>cB</sup>	58.1 ± 1.3 <sup>cD</sup>
	60 d	100.0 ± 2.4 <sup>bB</sup>	123.4 ± 2.4 <sup>bA</sup>	120.2 ± 2.3 <sup>bA</sup>	89.7 ± 1.7 <sup>bC</sup>
	80 d	125.2 ± 6.0 <sup>aB</sup>	168.7 ± 5.4 <sup>aA</sup>	165.8 ± 3.9 <sup>aA</sup>	121.5 ± 2.4 <sup>aB</sup>
L/S	40 d	2.5 ± 0.2 <sup>aA</sup>	1.3 ± 0.0 <sup>aC</sup>	1.7 ± 0.1 <sup>aB</sup>	2.8 ± 0.1 <sup>aA</sup>
	60 d	1.7 ± 0.1 <sup>bA</sup>	1.1 ± 0.0 <sup>bB</sup>	0.9 ± 0.0 <sup>bB</sup>	1.7 ± 0.1 <sup>bA</sup>
	80 d	1.2 ± 0.1 <sup>cA</sup>	0.7 ± 0.0 <sup>cB</sup>	0.8 ± 0.1 <sup>bB</sup>	1.3 ± 0.1 <sup>cA</sup>
LDMY (t/ha)	40 d	1.4 ± 0.1 <sup>cB</sup>	1.6 ± 0.0 <sup>cA</sup>	1.5 ± 0.0 <sup>cAB</sup>	1.2 ± 0.0 <sup>cC</sup>
	60 d	2.4 ± 0.1 <sup>bB</sup>	2.8 ± 0.0 <sup>bA</sup>	2.1 ± 0.1 <sup>bC</sup>	2.0 ± 0.1 <sup>bC</sup>
	80 d	3.7 ± 0.2 <sup>aB</sup>	4.1 ± 0.1 <sup>aA</sup>	3.7 ± 0.1 <sup>aB</sup>	3.8 ± 0.2 <sup>aB</sup>
SDMY (t/ha)	40 d	0.6 ± 0.1 <sup>cC</sup>	1.2 ± 0.0 <sup>cA</sup>	0.9 ± 0.1 <sup>cB</sup>	0.5 ± 0.0 <sup>bD</sup>
	60 d	1.5 ± 0.1 <sup>bC</sup>	2.6 ± 0.1 <sup>bA</sup>	2.3 ± 0.1 <sup>bB</sup>	1.2 ± 0.1 <sup>aC</sup>
	80 d	3.2 ± 0.3 <sup>aB</sup>	5.1 ± 0.3 <sup>aA</sup>	5.1 ± 0.2 <sup>aA</sup>	3.1 ± 0.2 <sup>aB</sup>
DMY (t/ha)	40 d	2.0 ± 0.1 <sup>cC</sup>	2.8 ± 0.1 <sup>cA</sup>	2.4 ± 0.1 <sup>cB</sup>	1.7 ± 0.1 <sup>cD</sup>
	60 d	3.9 ± 0.1 <sup>bB</sup>	5.4 ± 0.1 <sup>bA</sup>	4.4 ± 0.1 <sup>bB</sup>	3.1 ± 0.2 <sup>bC</sup>
	80 d	6.9 ± 0.4 <sup>aC</sup>	9.2 ± 0.4 <sup>aA</sup>	8.8 ± 0.2 <sup>aB</sup>	6.9 ± 0.1 <sup>aC</sup>

<sup>†</sup> PH, plant height; L/S, leaf to stem ratio; LDMY, leaf dry matter yield; SDMY, stem dry matter yield; DMY, whole plant dry matter yield.

<sup>‡</sup> Values are means ± standard error. Values within each column (in lowercase letter) and within each row (in uppercase letter) with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

由割期與收穫季節之各別主效應進行白桑農藝性狀與乾物產量的比較（表 3），三種不同割期之間，以 80 天割期之株高、葉片、莖桿及全株乾物產量最高，分別為 147.6 cm、3.8 t/ha、4.2 t/ha 及 8.0 t/ha，但其葉 / 莖比最低，僅 1.0；40 天割期之株高、葉片、莖桿及全株乾物產量最低，分別為 72.9 cm、1.4 t/ha、0.9 t/ha 及 2.3 t/ha，但其葉 / 莖比最高，可達 2.0。不同收穫季節之間以夏季之株高、葉片、莖桿及全株乾物產量最高，分別為 115.4 cm、2.4 t/ha、2.5 t/ha 及 5.0 t/ha，但其葉 / 莖比最低，僅 1.1；冬季之株高、葉片、莖桿及全株乾物產量最低，分別為 83.4 cm、2.0 t/ha、1.3 t/ha 及 3.3 t/ha，但其之其葉 / 莖比最高，可達 2.1。

表 3. 白桑在不同割期與收穫季節之農藝性狀與乾物產量比較

Table 3. Comparisons of agronomic traits and dry matter yield of mulberry among different cutting intervals and harvest seasons.

		PH <sup>†</sup> (cm)	L/S	LDMY (t/ha)	SDMY (t/ha)	DMY (t/ha)
Cutting interval	40 d	72.9 ± 1.7 <sup>cd</sup>	2.0 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.4 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.9 ± 0.1 <sup>c</sup>	2.3 ± 0.1 <sup>c</sup>
	60 d	107.7 ± 2.8 <sup>b</sup>	1.4 ± 0.4 <sup>b</sup>	2.3 ± 0.1 <sup>b</sup>	1.9 ± 0.1 <sup>b</sup>	4.2 ± 0.2 <sup>b</sup>
	80 d	147.6 ± 4.8 <sup>a</sup>	1.0 ± 0.1 <sup>c</sup>	3.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	4.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	8.0 ± 0.2 <sup>a</sup>
Harvest season	Spring	88.6 ± 5.6 <sup>b</sup>	1.9 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.2 ± 0.2 <sup>b</sup>	1.5 ± 0.2 <sup>c</sup>	3.7 ± 0.4 <sup>c</sup>
	Summer	115.4 ± 5.4 <sup>a</sup>	1.1 ± 0.0 <sup>b</sup>	2.4 ± 0.1 <sup>a</sup>	2.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	5.0 ± 0.4 <sup>a</sup>
	Fall	111.3 ± 8.0 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.1 <sup>b</sup>	2.3 ± 0.2 <sup>b</sup>	2.3 ± 0.4 <sup>b</sup>	4.6 ± 0.6 <sup>b</sup>
	Winter	83.4 ± 4.5 <sup>b</sup>	2.1 ± 0.1 <sup>a</sup>	2.0 ± 0.2 <sup>c</sup>	1.3 ± 0.2 <sup>d</sup>	3.3 ± 0.4 <sup>c</sup>

<sup>†</sup> PH, plant height; L/S, leaf to stem ratio; LDMY, leaf dry matter yield; SDMY, stem dry matter yield; DMY, whole plant dry matter yield.

<sup>‡</sup> Values are means ± standard error. Values in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

## II. 割期與收穫季節對芻料化學組成之影響

除了葉的 ADF 之外，白桑葉、莖及全株之 CP、ADF 及 NDF 在割期與收穫季節間存在顯著之交感效應，各芻料化學組成亦顯著受到割期與收穫季節之各別主效應影響（表 4）。分析割期與收穫季節交感效應對白桑芻料化學組成之影響（表 5），葉、莖及全株之 CP 均以 40 天割期在冬季的含量最高，分別為 26.9、13.0 及 23.2%；80 天割期在夏季之 CP 最低，分別為 21.0、5.6 及 12.1%。莖與全株之 ADF 均以 80 天割期在夏季的含量最高，分別為 52.3 與 41.7%；40 天割期在春與冬季之 ADF 最低，分別為 38.3 與 26.4%（春）、37.3 與 25.0%（冬）。葉、莖及全株之 NDF 均以 80 天割期在夏與秋季的含量最高，分別為 40.9 與 40.1%、68.7 與 67.4%、56.9 與 55.3%；40 天割期在冬季之 NDF 最低，分別為 30.5、47.8 及 35.1%。

比較割期與收穫季節之各別主效應對白桑芻料化學組成之影響（表 6），在割期方面，葉、莖及全株均以 40 天割期之 CP 最高，分別為 25.2、10.4 及 19.8%，ADF 與 NDF 最低，分別為 22.7 與 33.4%（葉）、40.2 與 52.7%（莖）、29.0 與 40.4%（全株）；葉、莖及全株均以 80 天割期之 CP 最低，分別為 22.1、6.7 及 14.1%，ADF 與 NDF 最高，分別為 25.3 與 38.4%（葉）、48.9 與 64.5%（莖）、37.5 與 52.0%（全株）。在收穫季節方面，CP 以春與冬季最高，分別為 24.8 與 25.3%（葉）、9.9 與 10.8%（莖）、19.4 與 20.3%（全株），夏季之 CP 最低，分別為 22.7%（葉）、7.1%（莖）及 15.2%（全株）；葉、莖及全株之 ADF 均以夏季最高，分別為 25.5、46.2 及 35.6%，春與冬季之 ADF 最低，分別為 22.1 與 21.4%（葉）、41.2 與 40.7%（莖）、29.1 與 28.2%（全株）；葉、莖及全株之 NDF 亦均以夏季最高，分別為 37.8、60.7 及 49.1%，春與冬季之 NDF 最低，分別為 33.5 與 32.8%（葉）、54.1 與 51.7%（莖）、41.1 與 39.4%（全株）。

## III. 不同割期之全年乾物產量與粗蛋白質產量比較

比較白桑葉片與全株在三種不同割期之全年總乾物產量與總粗蛋白質產量（表 7），葉片與全株之全年總乾物產量均以 80 天割期最高，分別為 9.1 與 19.7 t/ha；40 天割期最低，分別為 7.7 與 12.3 t/ha。在全年總粗蛋白質產量方面，葉片之粗蛋白質產量在三種割期間無顯著差異，介於 1.94 – 1.99 t/ha；全株之粗蛋白質產量以 80 天割期較高，可達 2.65 t/ha，60 與 40 天割期的產量較低，兩者間無顯著差異，分別為 2.49 與 2.38 t/ha。

表 4. 不同割期與收穫季節對於白桑飼料化學組成之綜合變方分析

Mean square										
		CP <sup>†</sup>			ADF			NDF		
Source	DF	leaf	stem	total	leaf	stem	total	leaf	stem	total
Cutting interval (C)	2	90.0**	144.4**	313.8**	61.8**	707.5**	681.8**	232.1**	1260.7*	1229.2**
Harvest season (H)	3	44.0**	90.5**	181.7**	120.4**	218.6**	412.3**	181.0**	532.4**	651.9**
C × H	6	2.0**	7.0**	7.1**	0.3	5.3*	7.3*	5.0**	11.3**	12.4**
rep (C × H)	8	0.2	0.5	1.3	0.2	1.1	1.4	1.0	0.9	0.5
Error	97	0.5	0.6	1.3	1.3	2.0	3.3	1.3	3.1	3.7

† CP: crude protein, ADF: acid detergent fiber, NDF: neutral detergent fiber; total: leaf and stem included.

\*, \*\*: significant at 5% and 1% levels, respectively.

表 5. 割期對於白桑在不同收穫季節之芻料化學組成影響

Table 5. Effect of cutting interval on forage chemical components of mulberry among different harvest seasons.

Trait	Cutting interval	Spring	Summer	Fall	Winter
Leaf CP <sup>†</sup> (%)	40 d	25.5 ± 0.2 <sup>aB‡</sup>	23.8 ± 0.2 <sup>aC</sup>	25.1 ± 0.2 <sup>aB</sup>	26.9 ± 0.2 <sup>aA</sup>
	60 d	24.9 ± 0.2 <sup>aA</sup>	22.4 ± 0.2 <sup>bB</sup>	22.7 ± 0.1 <sup>bB</sup>	25.0 ± 0.3 <sup>bA</sup>
	80 d	23.3 ± 0.3 <sup>bA</sup>	21.0 ± 0.3 <sup>cB</sup>	21.6 ± 0.2 <sup>cB</sup>	22.9 ± 0.3 <sup>cA</sup>
Stem CP (%)	40 d	11.6 ± 0.3 <sup>aB</sup>	7.9 ± 0.2 <sup>aD</sup>	10.3 ± 0.3 <sup>aC</sup>	13.0 ± 0.2 <sup>aA</sup>
	60 d	8.6 ± 0.2 <sup>bB</sup>	6.9 ± 0.2 <sup>bC</sup>	6.1 ± 0.1 <sup>bD</sup>	10.1 ± 0.2 <sup>bA</sup>
	80 d	7.7 ± 0.2 <sup>bA</sup>	5.6 ± 0.2 <sup>cB</sup>	6.0 ± 0.1 <sup>bB</sup>	7.8 ± 0.2 <sup>cA</sup>
Total CP (%)	40 d	21.3 ± 0.5 <sup>aB</sup>	16.8 ± 0.3 <sup>aD</sup>	19.6 ± 0.3 <sup>aC</sup>	23.2 ± 0.2 <sup>aA</sup>
	60 d	18.8 ± 0.2 <sup>bA</sup>	14.9 ± 0.3 <sup>bB</sup>	14.1 ± 0.4 <sup>bB</sup>	19.4 ± 0.4 <sup>bA</sup>
	80 d	16.1 ± 0.4 <sup>cA</sup>	12.1 ± 0.4 <sup>cB</sup>	13.0 ± 0.3 <sup>cB</sup>	16.2 ± 0.5 <sup>cA</sup>
Stem ADF (%)	40 d	38.3 ± 0.4 <sup>cC</sup>	43.0 ± 0.3 <sup>cA</sup>	40.7 ± 0.4 <sup>cB</sup>	37.3 ± 0.2 <sup>cC</sup>
	60 d	42.7 ± 0.3 <sup>bB</sup>	46.3 ± 0.3 <sup>bA</sup>	46.3 ± 0.4 <sup>bA</sup>	41.7 ± 0.5 <sup>bB</sup>
	80 d	45.7 ± 0.7 <sup>aC</sup>	52.3 ± 0.7 <sup>aA</sup>	50.4 ± 0.7 <sup>aB</sup>	45.5 ± 0.4 <sup>aC</sup>
Total ADF (%)	40 d	26.4 ± 0.6 <sup>cC</sup>	32.6 ± 0.4 <sup>cA</sup>	30.0 ± 0.4 <sup>cB</sup>	25.0 ± 0.4 <sup>cC</sup>
	60 d	29.8 ± 0.3 <sup>bB</sup>	35.6 ± 0.3 <sup>bA</sup>	36.3 ± 0.3 <sup>bA</sup>	29.0 ± 0.6 <sup>bB</sup>
	80 d	33.9 ± 0.9 <sup>aC</sup>	41.7 ± 0.8 <sup>aA</sup>	39.6 ± 0.9 <sup>aB</sup>	32.9 ± 0.9 <sup>aC</sup>
Leaf NDF (%)	40 d	32.1 ± 0.3 <sup>bC</sup>	36.0 ± 0.2 <sup>cA</sup>	33.9 ± 0.3 <sup>cB</sup>	30.5 ± 0.3 <sup>cD</sup>
	60 d	34.8 ± 0.2 <sup>aC</sup>	38.3 ± 0.4 <sup>bA</sup>	37.1 ± 0.3 <sup>bB</sup>	33.2 ± 0.3 <sup>bD</sup>
	80 d	35.0 ± 0.4 <sup>aB</sup>	40.9 ± 0.6 <sup>aA</sup>	40.1 ± 0.3 <sup>aA</sup>	36.4 ± 0.5 <sup>aB</sup>
Stem NDF (%)	40 d	51.3 ± 0.3 <sup>cC</sup>	56.6 ± 0.3 <sup>cA</sup>	53.1 ± 0.6 <sup>cB</sup>	47.8 ± 0.3 <sup>cD</sup>
	60 d	53.2 ± 0.2 <sup>bC</sup>	60.8 ± 0.6 <sup>bA</sup>	59.0 ± 0.2 <sup>bB</sup>	51.6 ± 0.6 <sup>bC</sup>
	80 d	60.4 ± 1.0 <sup>aB</sup>	68.7 ± 0.8 <sup>aA</sup>	67.4 ± 1.0 <sup>aA</sup>	59.6 ± 0.3 <sup>aB</sup>
Total NDF (%)	40 d	37.9 ± 0.5 <sup>cC</sup>	45.0 ± 0.4 <sup>cA</sup>	41.1 ± 0.5 <sup>cB</sup>	35.1 ± 0.3 <sup>cD</sup>
	60 d	41.7 ± 0.1 <sup>bB</sup>	49.2 ± 0.6 <sup>bA</sup>	48.5 ± 0.1 <sup>bA</sup>	40.1 ± 0.5 <sup>bB</sup>
	80 d	46.7 ± 1.0 <sup>aB</sup>	56.9 ± 1.0 <sup>aA</sup>	55.3 ± 0.9 <sup>aA</sup>	46.6 ± 1.0 <sup>aB</sup>

<sup>†</sup> CP: crude protein, ADF: acid detergent fiber, NDF: neutral detergent fiber; total: leaf and stem included.

<sup>‡</sup> Values are means ± standard error. Values within each column (in lowercase letter) and within row (in uppercase letter) with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

## 討 論

Boschini (2002) 與 Saddul *et al.* (2004) 研究均顯示，隨著割期延長，白桑葉與莖桿的乾物產量均隨之提升，其中以莖桿的增加幅度尤為顯著，進而造成全株之乾物產量隨著割期延長而增加，但葉/莖比值下降，本研究結果（表3）與此變動趨勢相同。然而，在 60 天割期下，本研究參試白桑之全株乾物產量較前人研究（Boschini, 2002; Saddul *et al.*, 2004; Kabi and Bareeba, 2008）低，又葉/莖比值（1.4）較 Boschini (2002)（1.6）與 Kabi and Bareeba (2008)（2.3）低，但較 Saddul *et al.* (2004)（0.88）高。Boschini (2002) 與 Gonzalez-Garcia and Martin-Martin (2016) 指出，

表 6. 白桑在不同割期與收穫季節之芻料化學組成比較  
Table 6. Comparisons of forage chemical components of mulberry among different cutting intervals and harvest seasons.

		CP <sup>†</sup>			ADF			NDF		
		leaf	stem	total	leaf	stem	total	leaf	stem	total
Cutting interval	40 d	25.2 ± 0.2 <sup>a‡</sup>	10.4 ± 0.3 <sup>a</sup>	19.8 ± 0.4 <sup>a</sup>	22.7 ± 0.3 <sup>c</sup>	40.2 ± 0.4 <sup>c</sup>	29.0 ± 0.5 <sup>c</sup>	33.4 ± 0.3 <sup>c</sup>	52.7 ± 0.5 <sup>c</sup>	40.4 ± 0.6 <sup>c</sup>
	60 d	23.7 ± 0.2 <sup>b</sup>	8.1 ± 0.3 <sup>b</sup>	16.9 ± 0.4 <sup>b</sup>	23.6 ± 0.4 <sup>b</sup>	44.2 ± 0.4 <sup>b</sup>	32.6 ± 0.6 <sup>b</sup>	35.8 ± 0.4 <sup>b</sup>	56.2 ± 0.8 <sup>b</sup>	44.8 ± 0.8 <sup>b</sup>
	80 d	22.1 ± 0.2 <sup>c</sup>	6.7 ± 0.2 <sup>c</sup>	14.1 ± 0.4 <sup>c</sup>	25.3 ± 0.4 <sup>a</sup>	48.9 ± 0.7 <sup>a</sup>	37.5 ± 0.8 <sup>a</sup>	38.4 ± 0.6 <sup>a</sup>	64.5 ± 0.9 <sup>a</sup>	52.0 ± 1.0 <sup>a</sup>
Harvest season	Spring	24.8 ± 0.2 <sup>a</sup>	9.9 ± 0.4 <sup>a</sup>	19.4 ± 0.5 <sup>a</sup>	22.1 ± 0.3 <sup>c</sup>	41.2 ± 0.7 <sup>b</sup>	29.1 ± 0.7 <sup>b</sup>	33.5 ± 0.3 <sup>c</sup>	54.1 ± 0.8 <sup>b</sup>	41.1 ± 0.8 <sup>b</sup>
	Summer	22.7 ± 0.2 <sup>c</sup>	7.1 ± 0.2 <sup>c</sup>	15.2 ± 0.3 <sup>c</sup>	25.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	46.2 ± 0.6 <sup>a</sup>	35.6 ± 0.4 <sup>a</sup>	37.8 ± 0.4 <sup>a</sup>	60.7 ± 0.8 <sup>a</sup>	49.1 ± 0.8 <sup>a</sup>
	Fall	23.6 ± 0.3 <sup>b</sup>	8.2 ± 0.5 <sup>b</sup>	16.6 ± 0.7 <sup>b</sup>	24.6 ± 0.3 <sup>b</sup>	44.5 ± 0.9 <sup>a</sup>	34.0 ± 0.9 <sup>a</sup>	36.3 ± 0.6 <sup>b</sup>	58.2 ± 1.3 <sup>a</sup>	46.5 ± 1.3 <sup>a</sup>
	Winter	25.3 ± 0.3 <sup>a</sup>	10.8 ± 0.4 <sup>a</sup>	20.3 ± 0.5 <sup>a</sup>	21.4 ± 0.2 <sup>c</sup>	40.7 ± 0.6 <sup>b</sup>	28.2 ± 0.6 <sup>b</sup>	32.8 ± 0.5 <sup>c</sup>	51.7 ± 0.8 <sup>b</sup>	39.4 ± 0.7 <sup>b</sup>

<sup>†</sup> CP: crude protein, ADF: acid detergent fiber, NDF: neutral detergent fiber; total: leaf and stem included.  
<sup>‡</sup> Values are means ± standard error. Values in the same column with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

栽培密度、刈割高度、施肥量及栽培地點之氣候等均是影響白桑乾物產量與葉/莖比值之因素。此外，不同桑樹 (*Morus* spp.) 品種在相同割期下具有不同的全株乾物產量與葉/莖比值 (Hutasoit *et al.*, 2017)。本研究參試之臺桑 2 號雖屬白桑 (*Morus alba*)，但為苗栗區農業改良場經選育後作為週年常綠之葉用品種 (張, 2006)，推測參試白桑的全株乾物產量與葉/莖比值和前人研究之差異來自於品種特性、栽培管理模式及氣候環境之不同。

表 7. 白桑葉片與全株在不同割期之全年總乾物產量與總粗蛋白質產量比較

Table 7. Comparisons of annual total dry matter yield and crude protein yield of mulberry leaf and whole plant in different cutting intervals.

Cutting interval	LDMY <sup>†</sup>	DMY	LCPY	CPY
-----t/ha year-----				
40 d	7.7 ± 0.1 <sup>cd</sup>	12.3 ± 0.3 <sup>c</sup>	1.94 ± 0.04 <sup>a</sup>	2.38 ± 0.07 <sup>b</sup>
60 d	8.4 ± 0.1 <sup>b</sup>	15.2 ± 0.3 <sup>b</sup>	1.98 ± 0.04 <sup>a</sup>	2.49 ± 0.05 <sup>b</sup>
80 d	9.1 ± 0.1 <sup>a</sup>	19.7 ± 0.2 <sup>a</sup>	1.99 ± 0.02 <sup>a</sup>	2.65 ± 0.03 <sup>a</sup>

<sup>†</sup> CP: LDMY, leaf dry matter yield; DMY, whole plant dry matter yield; LCPY, leaf crude protein yield; CPY, whole plant crude protein yield.

<sup>‡</sup> Values are means ± standard error. Values in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

對芻料作物而言，割期愈長代表所收穫之植株成熟度愈高，葉/莖比值愈低，動物易消化的細胞內含物比重下降，不易消化的纖維素與木質素比重提升，造成割期愈長芻料之品質愈不理想 (Buxton, 1996)。隨著割期延長，白桑葉、莖及全株之 CP 均隨之降低，ADF 與 NDF 隨之增加 (表 6)，全株芻料品質下降主要來自於葉/莖比值之降低 (表 3)，又莖桿芻料品質顯著低於葉片 (表 6)，此結果與前人研究相符 (Saddul *et al.*, 2004; Kabi and Bareeba, 2008)。此外，若將莖桿分為可食用的嫩枝與木質化枝條，隨著割期愈長，嫩枝的 CP 隨之降低，ADF 與 NDF 隨之增加，但木質化枝條的 CP、ADF 及 NDF 在不同割期間之變化無顯著差異 (Eshetu *et al.*, 2018)。與割期相近之多年生國產盤固草與狼尾草比較，白桑之 CP 顯著較高且 ADF 與 NDF 顯著較低 (陳等, 1999; 王等, 2003)，具有較佳之芻料品質。

氣溫、降雨量、日照輻射量及光週期等氣候因子會隨著季節轉換而變化，是導致芻料產量與品質變動的重要因素 (Buxton, 1996)。本研究顯示，白桑葉、莖及全株乾物產量受到收穫季節主效應、收穫季節與割期之交感效應影響 (表 1)，以 80 天割期在夏季之產量最高，40 天割期在冬季之產量最低 (表 2)，此結果與 Gonzalez-Garcia and Martin-Martin (2016) 相同。然而，Gonzalez-Garcia and Martin-Martin (2016) 指出，白桑葉片與莖桿之乾物產量雖然均以溫暖多雨季節高於冷涼乾燥季節，但葉片之乾物產量在溫暖多雨季節隨著割期延長而下降，在冷涼乾燥季節則隨著割期延長而增加；莖桿之乾物產量則不論季節轉換，隨著割期愈長而產量愈高。季節效應造成葉片產量變動差異的原因來自於溫暖多雨季節下白桑生長速度快，割期愈長植株愈老化，葉片枯萎與掉落愈多而產量下降 (Hutasoit *et al.*, 2017)，本研究與前人之差異推測來自於割期 (40、60、80 天 v.s. 60、90、120 天) 與栽培氣候不同，進而造成葉片產量變動之趨勢不同。

白桑葉、莖及全株芻料化學組成受到收穫季節主效應、收穫季節與割期之交感效應影響 (表 4)，以 40 天割期在冬季之品質最佳，80 天割期在夏季之品質最差 (表 5)，此結果與 Gonzalez-Garcia and Martin-Martin (2016) 相同。雖然白桑的芻料品質受到收穫季節影響之變化情形與前人研究相同，但 CP、ADF 及 NDF 之數值具有差異，來自於白桑芻料品質會受到品種、季節、栽培地點氣候、施肥量、割期及刈割高度等因素之綜效影響 (Liu *et al.*, 2002; Martin *et al.*, 2002; Gonzalez-Garcia and Martin-Martin, 2016)。由不同割期與收穫季節之葉片與全株芻料化學組成顯示 (表 6)，白桑之芻料品質與苜蓿相近 (CP: 14 – 22%, ADF: 28 – 43%, NDF: 38 – 56%) (Dunham, 1998)，屬於高品質之芻料。

Saddul *et al.* (2004) 研究顯示，以 3、5、7 及 9 週為割期進行全年性收穫，白桑葉片與全株之全年總粗蛋白質產量均在不同割期之間無顯著差異。然而，Kabi and Bareeba (2008) 研究顯示，以 1、2、4 及 6 個月為割期進行全年性收穫，白桑葉片之全年總粗蛋白質產量以 2 個月最高 (2.8 t/ha)，1 個月次之 (2.5 t/ha)，4 與 6 個月則顯著下降 (1.0 與 0.9 t/ha)。雖然白桑以愈短割期收穫可獲得愈高之葉/莖比與芻料品質，但以短於 30 天的割期進行全年性收穫，將導致其刈割耐受性差而再生後之產量下降，因此 Saddul *et al.* (2004) 與 Kabi and Bareeba (2008) 分別認為 5 週與 2 個月是較適合白桑作為多年生芻料的割期。此外，Kabi and Bareeba (2008) 指出，白桑收穫時之葉/莖比應大於 1 才具有優良之芻料品質，又植株成熟度較低除了葉/莖比值高且葉片具有較佳之芻料品質，白桑可食用之嫩枝比



例也較高 (Gonzalez-Garcia and Martin-Martin, 2016)。本研究參試白桑之葉片與全株全年總乾物產量雖均隨著割期延長而增加 (表 7)，但考量葉 / 莖比與芻料品質之關係、葉片與全株之全年總粗蛋白質產量，白桑以 40 天割期作為灌木型芻料具有較高之營養價值。

## 結 論

白桑為生長速度快、環境適應性佳且營養價值高之植物，適合以灌木型式栽培作為芻料。經由不同割期的週年性試驗評估後，以 80 天割期在夏季收穫的葉、莖及全株乾物產量最高，但芻料品質最不理想；40 天割期在冬季收穫的芻料品質最佳，但葉、莖及全株乾物產量最低。為獲得較高之營養價值，考量葉 / 莖比與芻料品質之關係、葉片與全株之全年總粗蛋白質產量，白桑適合以 40 天割期作為灌木型芻料利用。

## 參考文獻

- 王紓愍、陳嘉昇、陳文、顏素芬、成游貴。2003。割期、季節及地區對狼尾草粗蛋白質、中洗纖維及酸洗纖維含量的影響。畜產研究 36：357-367。
- 行政院農業委員會農業試驗所。作物病蟲害與肥培管理技術。1999。
- 陳嘉昇、黃耀興、王紓愍、成游貴。1999。盤固草酸洗纖維、中洗纖維及粗蛋白質與氣象因子的關係。畜產研究 32：255-265。
- 張哲嘉。2006。台灣桑樹之分類及品種改良。臺灣園藝 52：377-392。
- 楊深玄、蘇安國、王勝德。2010。利用有機乾桑葉生產有機山羊之研究。畜產研究 43：351-360。
- Assen, E., A. Getachew, U. Mengistu, and H. Aklilu. 2016. Nutritional value of mulberry (*Morus alba*) forage harvested during dry and wet seasons in northern Ethiopia. Indian J. Anim. Res. 33: 45-53.
- A. O. A. C. 2019. Official Methods of Analysis. 21st ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Benavides, J. 2002. Utilisation of mulberry in animal production systems. In: Mulberry for animal production (M. D. Sanchez). Animal Health and Production Paper No. 147. FAO, Rome, Italy. pp. 291-327.
- Boschini, C. F. 2002. Establishment and management of mulberry for intensive forage production. In: Mulberry for animal production (M. D. Sanchez). Animal Health and Production Paper No. 147. FAO, Rome, Italy. pp. 115-122.
- Buxton, D. R. 1996. Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. Anim. Feed Sci. Tech. 59: 37-49.
- Delgado, D. C., J. Galindo, R. Gonzalez, N. Gonzalez, I. Scull, L. Dihigo, J. Cairo, A. I. Aldama, and O. Moreira. 2012. Feeding of tropical trees and shrub foliages as a strategy to reduce ruminal methanogenesis: studies conducted in Cuba. Trop. Anim. Health Prod. 44: 1097-1104.
- Dunham, J. R. 1998. Relative feed value measures forage quality. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, Manhattan.
- Eshetu, T., T. Negesse, and A. Nurfeta. 2018. Biomass yield, chemical composition, in vitro organic matter digestibility and gas production of morphological fractions of mulberry (*Morus alba*) plant harvested at three cutting stages. Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 18: 173-184.
- Gonzalez-Garcia, E. and G. Martin-Martin. 2016. Biomass yield and nutrient content of a tropical mulberry forage bank: effects of season, harvest frequency and fertilization rate. Grass Forage Sci. 72: 248-260.
- Han, H., L. Zhang, Y. Shang, M. Wang, C. J. C. Phillips, Y. Wang, C. Su, H. Lian, T. Fu, and T. Gao. 2022. Replacement of maize silage and soybean meal with mulberry silage in the diet of Hu lambs on growth, gastrointestinal tissue morphology, rumen fermentation parameters and microbial diversity. Animals 12: 1406.
- Hutasoit, R., S. P. Ginting, J. Sirait, and A. Tarigan. 2017. Effect of cutting interval on yield, nutrient composition and digestibility of several species of mulberry. In: Proc. Int. Sem. Livest. Prod. Vet. Technol. Denpasar, Bali, Indonesia. pp. 476-485.
- Liu, J. X., J. Yao, B. Yan, J. Q. Yu, Z. Q. Shi, and X. Q. Wang. 2002. The nutritional value of mulberry leaves and their use as supplement to growing sheep fed ammoniated rice straw. In: Mulberry for animal production (M. D. Sanchez). Animal Health and Production Paper No. 147. FAO, Rome, Italy. pp. 1-13.

- Kabi, F. and F. B. Bareeba. 2008. Herbage biomass and nutritive value of mulberry foliage (*Morus alba*) and *Calliandra calothyrsus* harvested at different cutting frequencies. *Anim. Feed Sci. Technol.* 140: 178-190.
- Martin, G., F. Reyes, F. Reyes, I. Hernandez, T. Gonzalez, and M. Milera. 2002. Agronomic studies with mulberry in Cuba. In: *Mulberry for animal production* (M. D. Sanchez). Animal Health and Production Paper No. 147. FAO, Rome, Italy. pp. 103-114.
- Saddul, D., Z. A. Jelan, J. B. Liang, and R. A. Halim. 2004. The potential of mulberry (*Morus alba*) as a fodder crop: the effect of plant maturity on yield, persistence and nutrient composition of plant fractions. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 17: 1657-1662.
- Salinas-Chavira, J., O. Castillo-Martinez, J. E. Ramirez-Bribiesca, and M. Mellado. 2011. Effect of increasing levels of white mulberry leaves (*Morus alba*) on ruminal dry matter degradability in lambs. *Trop. Anim. Health Prod.* 43: 995-999.
- Sanchez, M. D. 2000. Mulberry: an exceptional forage available almost worldwide. *World Anim. Rev.* 93: 1-1.
- SAS Institute. 2013. *SAS/STAT User's guide: Statistics*. Version 9.4th ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Vogel, K. P., J. F. Pedersen, S. D. Masterson, and J. J. Toy. 1999. Evaluation of a filter bag system for NDF, ADF, and IVDMD forage analysis. *Crop Sci.* 39: 276-279.
- Vu, C. C., M. W. A. Verstegen, W. H. Hendriks, and K. C. Pham. 2011. The nutritive value of mulberry leaves (*Morus alba*) and partial replacement of cotton seed in rations on the performance of growing Vietnamese cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24: 1233-1242.

# Effect of cutting interval and harvest season on mulberry as forage shrub<sup>(1)</sup>

Ming-Hung Chu <sup>(2)(3)(4)</sup> and Wen-Shin Lin <sup>(3)</sup>

Received: Apr. 9, 2023; Accepted: Aug. 31, 2023

## Abstract

Mulberry (*Morus alba*) is characterized by fast growth, strong environmental adaptability and mowing resistance. Except for its highly lignified trunk, leaves and tender branches of mulberry are well-palatable and highly-nutritive to herbivore, which is suitable as perennial shrub forage. To determine the fluctuation of forage yield and quality of mulberry in different harvest seasons and cutting intervals, this study was conducted to harvest mulberry at 40, 60 and 80 days of cutting intervals annually. The experimental design was a completely randomized with three replications. By 80 days cutting interval in summer, plant height (PH, 168.7 cm), dry matter yield (DMY) of leaf (4.1 t/ha), stem (5.1 t/ha), and whole plant (9.2 t/ha), ADF and NDF (leaf, 27.2 and 40.9%; stem, 52.3 and 68.7%; whole plant, 41.7 and 56.9%) were all the highest, but leaf to stem ratio (L/S, 0.7) and CP (leaf, 21.0%; stem, 5.6%; whole plant, 12.1%) were both the lowest. By 40 days cutting interval in winter, PH (58.1 cm), DMY of leaf (1.2 t/ha), stem (0.5 t/ha), and whole plant (1.7 t/ha), ADF and NDF (leaf, 20.5 and 30.5%; stem, 37.3 and 47.8%; whole plant, 25.0 and 35.1%) were all the lowest, but L/S (2.8) and CP (leaf, 26.9%; stem, 13.0%; whole plant, 23.2%) were both the highest. Comparing the annual total CP yield of leaf and whole plant, there was no significant difference in the yield of leaf among the three cutting intervals. The annual total CP yield of whole plant was higher under 80 days of cutting interval (2.7 t/ha), but were lower under 40 and 60 days of cutting intervals (2.5 and 2.4 t/ha), which there was no significant difference between each other. In the same harvest season, the longer the cutting interval, the higher the PH and DMY, the worse the L/S and forage quality. Under the same cutting interval, PH and DMY were both highest in summer and lowest in winter, but L/S and forage quality were both highest in winter and lowest in summer. Considering the relationship between L/S and forage quality, and the annual total CP yield of leaf and whole plant, mulberry has higher nutritional value as a perennial shrub forage under 40 days of cutting interval.

Keywords: Cutting interval, Forage shrub, Harvest season, Mulberry.

---

(1) Contribution No. 2762 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Southern Region Branch, MOA-TLRI, Pingtung 94644, Taiwan, R. O. C.

(3) Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology, Neipu 912301, Taiwan, R. O. C.

(4) Corresponding author, E-mail: mmchu@mail.tlri.gov.tw.

# 不同週齡商用黑羽土雞之屠體和肉質性狀分析<sup>(1)</sup>

李孟儒<sup>(2)</sup> 吳郁潔<sup>(2)</sup> 陳文賢<sup>(2)</sup> 林德育<sup>(3)</sup> 鄧學極<sup>(4)</sup> 吳瀚<sup>(4)</sup> 朱家德<sup>(3)(5)</sup>

收件日期：112 年 4 月 26 日；接受日期：112 年 8 月 25 日

## 摘 要

為瞭解不同週齡商用黑羽土雞（cockerel of black-feathered Taiwan Country chicken）之屠體與肉質性狀，本研究以商用黑羽土雞進行 3 批次的試驗，每批次黑羽土雞於飼養 10、14、18 和 22 週齡時，隨機各取樣 5 隻公雞與母雞進行屠宰和分切，並分析其屠宰率、胸肉之一般組成分、pH 值、色澤、剪切值、滴水失重和蒸煮失重等項目。試驗結果顯示，10 週齡黑羽土雞公雞與母雞的屠宰率雖顯著最低，但分別達 84.3 與 83.4%，胸肉與腿肉占屠體百分比達 40.2 – 41.5%。於 14 週齡後，公雞與母雞胸肉水分含量顯著降低，公雞胸肉粗蛋白質含量顯著提高，且 14 – 22 週無顯著差異，而母雞胸肉之粗脂肪含量則隨週齡增加而顯著上升。10 週齡之公、母雞胸肉蒸煮失重最高（ $P < 0.05$ ），於 14 – 22 週齡間無顯著差異。公、母雞胸肉之滴水失重、剪切值及色澤並未隨週齡增加而有一致趨勢。綜上，近年黑羽土雞屠宰率顯示已較提升，而胸肉品質性狀約於 14 週齡後趨於穩定。

關鍵詞：黑羽土雞、週齡、肉質。

## 緒 言

1980 年代國內作為雞肉來源之雞種，有白肉雞、仿土雞與土雞三種，不過現今肉用雞之分類已改變甚多，主要以白肉雞和商用土雞為大宗。白肉雞是國外引進的商業雞種，由歐美國家育種改良而成，生長快且體型規格整齊，而國內飼養量最多的商用土雞為黑羽土雞和紅羽土雞，國內土雞之雞種來源已不可考，一般推測由華南、日本及其他雞種演變而來，土雞外觀具有鉛色腳脛、單冠及黑喙等特徵。此外，國內亦有烏骨雞、鬥雞和閩雞等特有雞種，以及珍珠雞母、鹿野土雞、皇金雞、古早雞、文昌雞等特殊雞種。

自從禁宰活禽政策實施後，家禽屠宰走向電宰作業，導致傳統土雞生產與消費習慣受到影響，同時亦促使許多商業種雞場借鏡白肉雞，開始投入雞隻體型規格化的生產模式，目前除了國立中興大學與農業部畜產試驗所選育出的土雞，如興大土雞、畜試土雞、高畜土雞等，係經過系譜選育並建立土雞品系外（林，2004），近年來許多業者亦已陸續建立自有土雞品牌，以提供國人更多優質選擇。

隨著飲食習慣及加工技術之演變，分切肉逐漸成為市場主流，分切部位之比例亦為育種業者選拔之目標（王，2017）。家禽市場如屠宰重量、外觀或胸肉產量等標準，通常取決於零售業者和消費者之需求，同時也是育種和加工業者評估經濟價值之重要指標（Baéza *et al.*, 2022）。陳等（2007）指出以往土雞因飼養方式及飼養期不同，使土雞體型仍具差異較難有效應用於電宰流程，故該研究進行臺灣土雞最適屠宰週齡評估，推測臺灣黑羽土雞（中型，上市活體重 4 – 5 台斤）達最適屠宰週齡約為 12 週，此時屠宰率、胸腿部精肉量佔屠體百分率與 6 週齡之白肉雞相當。

由於國內各地方業者自行育成的特色雞種來源多且各具特色，但相關基礎資料尚未完整建立。為瞭解臺灣大宗商用土雞的現況，本試驗選定具有完整土雞供應鏈的供應商，針對不同性別及週齡之商用黑羽土雞，進行屠體性狀及肉質理化分析，瞭解不同週齡和性別之間的差異性，並可提供試驗結果予相關研究人員做為未來育種改進之方向，加工業者亦能參考應用，最終期望協助家禽業者建立產銷供應鏈，進而提昇國產土雞消費市場。

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2763 號。

(2) 農業部畜產試驗所畜產加工組。

(3) 農業部畜產試驗所遺傳生理組。

(4) 坤諦生技股份有限公司。

(5) 通訊作者，E-mail: mrlr@mail.tlri.gov.tw

## 材料與方法

### I. 雞隻來源及試驗設計

本試驗選定國內商用黑羽土雞為試驗動物（坤諦生技股份有限公司，雲林，臺灣），以商用飼料配方進行 3 批次飼養，並採逢機完全區集設計（randomized complete block design），以批次為區集消除批次影響效應，觀察不同飼養週齡間所測定性狀之差異。孵化後之雛雞經公母鑑別，將選取健康且活力良好公雛雞與母雛雞區隔飼養，第 1、2 批次公、母雞飼養數量各約 100 隻，第 3 批次公、母雞約 40 隻。黑羽土雞飼養於傳統開放式雞舍，飼養期第一批次為 109 年 2 月至 7 月，第二批次為 109 年 12 月至 110 年 6 月，第三批次為 111 年 11 月至 5 月，試驗期間光照採 14 小時光照 10 小時黑暗，並提供雞隻自由採食飼糧與飲水，試驗為期 22 週，分為育雛期（0－4 週齡）、生長期（4－8 週齡）及肥育期（8－22 週齡），於飼養週齡 10、14、18 和 22 週時量測活體重，並隨機挑選黑羽土雞公雞與母雞各 5 隻體重相近（體重達族群平均值  $\pm$  一個標準差為基準）之雞隻進行屠體分切，包括測量屠前體重、去內臟屠體重、頭頸、翅、雞胸、小里肌、清腿、前胸骨、背軀、腳等部重量，並取其胸肉（breast meat of cockerel and pullet）進行肉品質試驗分析。

### II. 分析方法

#### (i) 屠體性狀

1. 屠宰率（dressing, %）：（放血、脫毛及取出內臟後之屠體重量 / 活體重） $\times 100$  (1)

2. 屠體部位比例（%）：經放血、脫毛及取出內臟後之屠體，進行頭頸、胸（去除胸骨）、翅膀、腿（去除腿骨）及小里肌等部位之分切與秤重。

$$\text{屠體部位比例} = (\text{屠體部位重} / \text{屠體重}) \times 100 \quad (2)$$

#### (ii) 一般組成分

依據 A.O.A.C. (2005) 之方法進行。秤取絞碎樣品 3－4 g 置於已乾燥至恆重之坩鍋中，移入烘箱，以 105℃ 加熱 4－5 hr，取出秤重，再移入烘箱中 1－2 hr 後取出秤重，直至恆重為止，計算乾燥前後之失重量換算百分比即得水分百分比含量。精秤絞碎樣品 2.0－3.0 g，放入圓筒濾紙（Advantec No.84, Advantec, Japan）中，利用 Soxhlet 裝置使用乙醚連續萃取 16 hr 後，測定粗脂肪含量。取絞碎樣品 1.0 g 利用凱氏法進行含氮量分析，將含氮量  $\times 6.25$ ，即得粗蛋白質量。取 4.0－5.0 g 乾燥樣品置於坩鍋中，移入高溫灰化爐中（Furance 6038C, Thermolyne, USA），升溫至 105℃ 維持 1 hr，再升溫至 600℃ 維持 6 hr，隨後冷卻至 105℃ 取出秤重，計算灰化前後之重量差異，換算百分比即為灰分含量。

#### (iii) pH 值

將冷藏於 4℃ 下之胸肉取出回溫後，利用金屬穿刺器於肌肉預備測定點，鑽至肉塊中心處，使用微電腦 pH 測定器（pH meter PH 400, Spectrum, U.S.A）插入肌肉中心處，待測定數據穩定後，記錄 pH 值。

#### (iv) 色澤

利用色差儀（Color and Color Difference Meter TC-1, Tokyo Denshoku Co., Japan）測定樣品之亮度值（L\*）、紅色度（a\*）和黃色度（b\*），將雞胸樣品表面置於測試孔，每個樣品皆測定 3 處不同部位（胸肉上、中、下部位），記錄其平均值。

#### (v) 剪切值（shear force）

將樣品裝入真空袋中以 80℃ 水浴加熱 30 min，冷卻至室溫後，順著肌纖維走向切成長、寬、高為 3  $\times$  1  $\times$  1 cm 之長方體，並利用物性測定儀（TA-XT-plus, Stable Micro Systems, UK）測定剪切值，測試套組使用 HDP / BS 切刀和 HDP / 90 模具（TA-XT-plus, Stable Micro Systems, UK），將長方體肉條穩固於模具平面，測定速度為 5.0 mm / sec，下壓距離 5.0 mm，系統自動計算記錄堅實度（firmness）和韌度（toughness）。

#### (vi) 滴水失重（drip loss）

依據 Saelin et al. (2017) 方法修正後進行測定，雞隻屠體分切後取胸、腿肉秤重，放入密封袋後以 4℃ 冷藏保存 24 hr 後，取出秤得樣品冷藏後重量，並以下列公式計算失重百分率：

$$\text{Drip loss (\%)} = [(W1 - W2) / W1] \times 100 \quad (3)$$

W1：樣品冷藏前重量

W2：樣品冷藏 24 hr 後重量

#### (vii) 蒸煮失重（cooking loss）

依 Van der Wal et al. (1993) 方法進行測定。將完整樣品裝入真空袋中以 80℃ 水浴加熱 40 min，測定樣品



滲出汁液重與蒸煮前樣品原始重量之百分率。

### III. 統計分析

本試驗樣品完成後進行各項性狀測定，將所得數據利用 SAS 統計套裝軟體（SAS, 2012）之一般線性模式程序（GLM procedure）進行變方分析，再以 Tukey' s multiple comparison test 比較各組平均值之差異顯著性（ $P < 0.05$ ）。

## 結果與討論

### I. 公、母黑羽土雞之屠體性狀分析

不同週齡公、母黑羽土雞之屠宰率、屠體部位百分比如表 1 和表 2 所示。公雞之活體重和屠體重隨週齡增加而上升，公雞屠宰率於 10 週齡時顯著最低，14、18 和 22 週齡之間則無顯著差異。而母雞活體重和屠體重隨週齡增加而上升，不過第 18 和 22 週齡無顯著差異，母雞屠宰率和公雞一樣，10 週齡顯著最低，14、18 和 22 週之間無顯著差異。

表 1. 不同週齡商用公黑羽土雞之屠體性狀分析

Table 1. The analysis of carcass characteristics of the cockerels of black-feathered Taiwan Country chickens at different weeks of age.

Items	Cockerel			
	10 wk	14 wk	18 wk	22 wk
Live body weight, kg	$2.6 \pm 0.2^{d*}$	$3.4 \pm 0.3^c$	$3.8 \pm 0.5^b$	$4.5 \pm 0.7^a$
Carcass weight, kg	$2.2 \pm 0.2^d$	$3.0 \pm 0.3^c$	$3.3 \pm 0.5^b$	$4.0 \pm 0.6^a$
Dressing percentage, %	$84.3 \pm 3.3^b$	$87.0 \pm 2.0^a$	$86.7 \pm 3.1^a$	$87.4 \pm 2.1^a$
Head and neck weight, %	$14.8 \pm 2.1$	$16.0 \pm 1.2$	$14.7 \pm 2.2$	$14.9 \pm 1.1$
Wings weight, %	$11.1 \pm 0.7^a$	$9.9 \pm 0.7^b$	$9.6 \pm 0.5^{bc}$	$9.3 \pm 0.4^c$
Breast weight**, %	$14.4 \pm 1.3$	$14.4 \pm 0.8$	$15.5 \pm 1.4$	$14.7 \pm 1.7$
Tenderloins weight, %	$3.4 \pm 0.4$	$3.6 \pm 0.3$	$3.7 \pm 0.8$	$3.6 \pm 0.3$
Leg weight**, %	$25.8 \pm 1.7^c$	$29.5 \pm 1.1^b$	$30.0 \pm 1.3^{ab}$	$30.8 \pm 1.2^a$
Feet weight, %	$5.3 \pm 0.5^a$	$4.6 \pm 0.5^b$	$4.3 \pm 0.5^b$	$4.3 \pm 0.5^b$

\* Mean  $\pm$  standard deviation.

\*\* Breast weight and leg (including thigh and drumstick) weight were boneless.

<sup>a,b,c,d</sup> Means within the same row bearing different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

屠體頭頸部位百分比方面，隨飼養週齡增加，公雞無顯著差異，而母雞頭頸部位百分比於第 10 和 14 週齡顯著高於第 18 和 20 週齡。翅和腳爪百分比方面，公、母雞皆於第 10 週齡顯著最高，而後隨週齡增加而降低。胸肉百分比方面，公雞約為 14.4 — 15.5%，於各週齡間皆無顯著差異，母雞約為 16.4 — 18.3%，隨週齡增加胸肉百分比略為上升。公雞腿肉百分比隨飼養週齡增加而上升，於第 10 週齡顯著最低（25.8%），第 22 週齡顯著最高（30.8%），母雞腿肉百分比於各週齡間則無顯著差異，約 25.1 — 26.4%。

探討較具經濟價值之胸、腿部位，公雞胸肉、母雞胸肉和母雞腿肉百分比在不同週齡間並無顯著差異，而公雞腿肉百分比於 14 週齡後顯著增加。若以同週齡公、母雞之間比較，公雞具有較高之腿肉百分比，而母雞具有較高之胸肉百分比。參考周（2006）和鍾（2008）之試驗結果同樣指出，母雞具有較高之胸肉、腹脂和肝臟的比例，公雞具有顯著較高之頭、腿、腳、雞冠、肉垂等比例，主要是因為與內分泌素有關，公雞生長以促進肌肉發育且減少脂肪的蓄積為主（周，2006）。

陳等（2007）指出，臺灣黑羽土雞（中型，上市活體重 4 — 5 台斤）於 12 週齡時，屠宰率約 79.4%、胸腿部精肉量達 34.03%，於 16 週齡時，公雞胸腿精肉量上升到 37.15%，母雞則由 12 週齡之 34.23% 降至 31.46%。周（2006）研究中指出，11 週齡後大型黑羽土雞（上市活體重 5 台斤以上）增重速率有下降趨勢，其胸肉屠體百分

比於 12 – 13 週（約 14.22%）達平緩狀態，而腿肉於 14 – 16 週（腿和大腿肉合計最高約 21.32%）仍稍有上升趨勢。鍾（2008）曾綜合其試驗所測得之生長效率、增重等各項結果，建議大型黑羽土雞飼養至 11 – 12 週齡（活體重 2.2 – 2.5 kg）即可上市。

表 2. 不同週齡商用母黑羽土雞之屠體性狀分析

Table 2. The analysis of carcass characteristics of the pullets of black-feathered Taiwan Country chickens at different weeks of age.

Items	Pullet			
	10 wk	14 wk	18 wk	22 wk
Live body weight, kg	2.0 ± 0.2 <sup>a*</sup>	3.0 ± 0.3 <sup>b</sup>	3.6 ± 0.6 <sup>a</sup>	3.8 ± 0.4 <sup>a</sup>
Carcass weight, kg	1.7 ± 0.1 <sup>c</sup>	2.5 ± 0.3 <sup>b</sup>	3.1 ± 0.5 <sup>a</sup>	3.1 ± 0.4 <sup>a</sup>
Dressing percentage, %	83.4 ± 2.3 <sup>b</sup>	85.5 ± 2.1 <sup>a</sup>	85.0 ± 2.2 <sup>a</sup>	84.2 ± 1.9 <sup>a</sup>
Head and neck weight, %	13.8 ± 2.4 <sup>a</sup>	13.6 ± 1.2 <sup>a</sup>	12.2 ± 1.9 <sup>b</sup>	11.7 ± 2.4 <sup>b</sup>
Wings weight, %	11.2 ± 0.6 <sup>a</sup>	9.1 ± 1.3 <sup>b</sup>	8.9 ± 0.8 <sup>b</sup>	8.8 ± 0.4 <sup>b</sup>
Breast weight <sup>**</sup> , %	16.4 ± 1.5 <sup>b</sup>	17.2 ± 1.1 <sup>ab</sup>	18.3 ± 2.4 <sup>a</sup>	17.2 ± 2.2 <sup>ab</sup>
Tenderloins weight, %	3.7 ± 0.3	3.8 ± 0.2	3.6 ± 0.4	3.9 ± 0.5
Leg weight <sup>**</sup> , %	25.1 ± 3.2	26.4 ± 0.7	26.3 ± 2.0	26.0 ± 1.3
Feet weight, %	4.6 ± 0.4 <sup>a</sup>	3.6 ± 0.4 <sup>b</sup>	3.2 ± 0.5 <sup>c</sup>	3.1 ± 0.4 <sup>c</sup>

\* Mean ± standard deviation.

\*\* Breast weight and leg (including thigh and drumstick) weight were boneless.

<sup>a,b,c,d</sup> Means within the same row bearing different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

本試驗雞隻屬大型黑羽土雞，於 10 週齡之公、母雞活體重分別為 2.6 和 2.0 kg，屠宰率分別為 84.3 和 83.4%，胸和腿之精肉百分比已達 40.2 – 41.5%，最高為 18 週齡之 44.6 – 45.5%。對照前述文獻資料，本試驗黑羽土雞於活體重、屠宰率與胸腿精肉量皆較快達到上市體重，推測近年黑羽土雞飼養效率應有顯著提升，且透過肉雞系統性選育策略，經人工選拔方式漸進改變，使具經濟價值部位的肌肉蓄積能力更佳。

## II. 黑羽土雞之一般組成分和 pH 值分析

本試驗進行不同週齡之公、母黑羽土雞胸肉之一般組成分和 pH 值分析（表 3 和表 4）。公、母雞胸肉皆於第 10 週齡之水分含量顯著最高（74.01 和 73.80%），第 14 – 22 週齡之雞胸肉水分顯著降低且週齡間無顯著差異，與 Katemala *et al.*（2021）飼養之 Korat 雜交土雞之胸肉水分含量，隨飼養週齡（8 – 20 週齡）增加而逐漸降低之試驗結果相似，於第 8 – 10 週齡顯著最高、第 20 週齡顯著最低。

公雞胸肉之粗蛋白質含量於第 14 週齡後顯著提高，第 14 – 22 週則無顯著差異，介於 24.93 – 25.11% 之間，母雞胸肉之蛋白質含量則未隨週齡增加而有顯著差異。Panpipat *et al.*（2022）進行 Ligor 雜交土雞試驗結果表明，14 週齡之胸肉蛋白質含量高於腿肉（ $P < 0.05$ ），且公、母雞之間無顯著差異，並於文中提到蛋白質含量會隨週齡增加而上升。而 Díaz *et al.*（2010）之 20 – 24 週齡閩雞試驗結果顯示，其胸、腿肉蛋白質和灰分含量無顯著差異；Katemala *et al.*（2021）之雞胸肉蛋白質含量則於 10 週齡後顯著上升，但直至 20 週齡皆無顯著差異。對比本試驗結果，本試驗黑羽土雞之雞胸蛋白質含量於 14 週齡顯著上升後趨於穩定，與前述文獻所敘述胸肉蛋白質含量約在第 10 或 14 週齡之後，較無顯著變化之趨勢類似。

公雞胸肉粗脂肪含量以第 14 週齡最高（ $P < 0.05$ ），但未隨週齡增減而有一致變化；母雞胸肉之粗脂肪含量則隨週齡增加而上升，第 10 週齡為 0.42% 最低，於第 22 週齡時顯著最高（1.53%）。鍾（2008）指出，黑羽土雞肌肉的生長主要是在 6 – 11 週齡，脂肪的蓄積則主要在 10 週齡以後，母雞之體脂蓄積量較公雞多，在性成熟時期，脂肪的增加速度會變快，且母雞脂肪快速增加的日齡有較公雞早的趨勢。Panpipat *et al.*（2022）試驗指出，14 週齡 Ligor 雜交母雞胸、腿肉脂肪含量皆顯著高於公雞，而屠體脂肪含量，亦會隨著年齡的增加而上升（鍾，2008; Díaz *et al.*, 2010），相關文獻與本試驗結果一致。

本試驗公、母雞之胸肉粗灰分含量與 pH 值於各測定週齡間無顯著變化。Pateiro *et al.*（2018）飼養 20 週之

Sasso 和 Mos 土雞 pH 值為 5.69 – 5.93。Katemala *et al.* (2021) 試驗結果指出，週齡越高之雞隻肌肉內含有較多肝醣，可能導致屠後胸肉 pH 值隨週齡增加而下降，但其 8 – 20 週之雞胸肉 pH 值並無顯著差異。

表 3. 不同週齡公黑羽土雞之胸肉一般組成分 (%) 和 pH 值分析

Table 3. The proximate analysis (%) and pH value of the breast meat of cockerels in black-feathered Taiwan Country chickens at different weeks of age.

Items	Cockerel			
	10 wk	14 wk	18 wk	22 wk
Moisture	74.01 ± 1.02 <sup>a*</sup>	72.94 ± 1.15 <sup>b</sup>	72.87 ± 0.76 <sup>b</sup>	73.20 ± 0.70 <sup>b</sup>
Crude protein	23.99 ± 0.68 <sup>b</sup>	25.11 ± 0.70 <sup>a</sup>	25.11 ± 0.62 <sup>a</sup>	24.93 ± 0.65 <sup>a</sup>
Crude fat	0.15 ± 0.12 <sup>b</sup>	0.48 ± 0.28 <sup>a</sup>	0.22 ± 0.16 <sup>b</sup>	0.21 ± 0.17 <sup>b</sup>
Crude ash	1.39 ± 0.25	1.30 ± 0.19	1.34 ± 0.22	1.31 ± 0.14
pH value	5.89 ± 0.16	5.98 ± 0.14	5.92 ± 0.07	5.99 ± 0.14

\* Mean ± standard deviation.

<sup>a,b,c</sup> Means within the same row bearing different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

表 4. 不同週齡母黑羽土雞之胸肉一般組成分 (%) 和 pH 值分析

Table 4. The proximate analysis (%) and pH value of the breast meat of pullets in black-feathered Taiwan Country chickens at different weeks of age.

Items	Pullet			
	10 wk	14 wk	18 wk	22 wk
Moisture	74.01 ± 1.02 <sup>a*</sup>	72.94 ± 1.15 <sup>b</sup>	72.87 ± 0.76 <sup>b</sup>	73.20 ± 0.70 <sup>b</sup>
Crude protein	23.99 ± 0.68 <sup>b</sup>	25.11 ± 0.70 <sup>a</sup>	25.11 ± 0.62 <sup>a</sup>	24.93 ± 0.65 <sup>a</sup>
Crude fat	0.15 ± 0.12 <sup>b</sup>	0.48 ± 0.28 <sup>a</sup>	0.22 ± 0.16 <sup>b</sup>	0.21 ± 0.17 <sup>b</sup>
Crude ash	1.39 ± 0.25	1.30 ± 0.19	1.34 ± 0.22	1.31 ± 0.14
pH value	5.89 ± 0.16	5.98 ± 0.14	5.92 ± 0.07	5.99 ± 0.14

\* Mean ± standard deviation.

<sup>a,b,c</sup> Means within the same row bearing different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

### III. 肉質性狀分析

表 5 和表 6 為公、母黑羽土雞胸肉肉質性狀分析結果。保水性方面，本試驗 10 週齡之公、母雞胸肉之蒸煮失重皆顯著最高，第 14 – 22 週則無顯著差異，而滴水失重於各週齡公、母雞之間，皆無顯著差異。周 (2006) 指出，黑羽土雞胸肉保水性 (water holding capacity, WHC) 於公、母間無顯著差異；鍾 (2008) 試驗結果指出 WHC 於大型黑羽公、母雞之間無顯著差異，除了公、母雞於第 7 – 9 週齡時有較佳之保水性之外，其餘各週差異不大。Díaz *et al.* (2010) 試驗指出，隨閹雞年齡增加 (5 – 8 月齡)，其雞肉滴水失重較低、WHC 較高，而蒸煮失重無顯著差異。Katemala *et al.* (2021) 同樣指出較老的雞隻 (20 週齡) 有較佳的 WHC。本試驗之公黑羽土雞胸肉於 14 週齡後蒸煮失重較低 ( $P < 0.05$ )，以及滴水失重有較低之現象 ( $P > 0.05$ )，不過參考前述文獻研究結果，整體觀察保水性仍可能受到品種、性別、屠宰環境條件或飼養條件等多種因素影響，致使保水性仍無明顯與週齡增加而有一致變化之情形。

許多文獻皆說明 (周, 2006; 鍾, 2008; Díaz *et al.*, 2010; Panpipat *et al.*, 2022) 公雞腿肉及胸肉剪力值顯著高於母雞，並隨年齡有增加現象，主要因為肌肉中的總膠原蛋白含量以公雞較母雞高，其強度乃透過纖維分子交叉連結形成，鏈結程度及含量會隨年齡增加 (楊, 2016; Panpipat *et al.*, 2022)。然而本試驗公、母雞胸肉剪切值中，堅實度 (firmness) 並未隨週齡增加而上升，且公、母雞胸肉皆於第 10 週齡時，堅實度分別為 6.20 和 4.15 kg ( $P < 0.05$ )，亦為各週齡間之最高值。

探究相關原因，Panpipat *et al.* (2022) 研究提到，保水性、脂肪含量、肌肉纖維等性狀皆會影響剪切值，

Baéza *et al.* (2022) 亦指出，雞肉組織質地受到年齡、基因、飼養系統、屠宰條件和屠後加工等因素影響。此外，受到 pH 值影響而產生 pH > 6.0 之暗乾肉 (dark firm dry) 和 pH < 5.7 之水樣肉 (pale soft exudative) 等極端樣態，雖然一般認為會顯著影響肉的組織質地，但可能僅指生鮮肉階段，如 Alnahhas *et al.* (2014) 研究顯示，試驗選育 2 種品系的雞肉屠後 24 小時之 pH 值分別為 6.09 和 5.67，但剪切值為 10.9 和 16.0 N / cm<sup>2</sup>，低 pH 值之雞肉並未符合預期之低硬度，推測可能與雞肉經蒸煮處理有關。而本試驗進行物性測定之樣品，同樣先經過蒸煮處理，尤其公、母雞胸肉第 10 週齡之蒸煮失重皆顯著最高，胸肉受熱後水分流失較多，或許亦為造成堅實度及韌度較高的原因之一。此外，本試驗結果亦可能受到文獻提及之相關因素影響，而未能明顯顯現出剪切值隨週齡增加而上升之趨勢性。

表 5. 不同週齡公黑羽土雞之胸肉肉質性狀分析

Table 5. The analysis of meat quality traits of the breast meat of cockerels in black-feathered Taiwan Country chickens at different weeks of age.

Items	Cockerel			
	10 wk	14 wk	18 wk	22 wk
Cooking loss, %	22.32 ± 5.75a <sup>**</sup>	18.60 ± 2.29 <sup>b</sup>	18.57 ± 2.62 <sup>b</sup>	18.69 ± 1.58 <sup>b</sup>
Drip loss, %	1.16 ± 1.18	0.67 ± 0.47	0.90 ± 0.42	0.84 ± 0.76
Firmness, kg	6.20 ± 4.34 <sup>a</sup>	4.17 ± 1.03a <sup>b</sup>	4.83 ± 1.74 <sup>ab</sup>	3.84 ± 0.89 <sup>b</sup>
Toughness, kg × sec	10.54 ± 6.80	7.42 ± 1.70	9.63 ± 3.40	6.95 ± 1.61
L <sup>*</sup>	57.74 ± 5.86	55.61 ± 5.16	51.44 ± 3.12	60.38 ± 4.91
a <sup>*</sup>	4.74 ± 1.03	4.94 ± 0.96	4.77 ± 1.11	5.10 ± 1.41
b <sup>*</sup>	2.22 ± 1.24 <sup>b</sup>	1.99 ± 1.11 <sup>b</sup>	4.85 ± 1.86 <sup>a</sup>	4.63 ± 1.76 <sup>a</sup>

\* Mean ± standard deviation.

<sup>a,b</sup> Means within the same row bearing different superscripts differ significantly (P < 0.05).

表 6. 不同週齡母黑羽土雞之胸肉肉質性狀分析

Table 6. The analysis of meat quality traits of the breast meat of pullets in black-feathered Taiwan Country chickens at different weeks of age.

Items	Pullet			
	10 wk	14 wk	18 wk	22 wk
Cooking loss, %	21.87 ± 2.13a <sup>**</sup>	19.29 ± 1.59 <sup>b</sup>	20.64 ± 2.08 <sup>ab</sup>	20.51 ± 2.16 <sup>ab</sup>
Drip loss, %	0.97 ± 0.66	1.37 ± 0.48	1.21 ± 0.41	1.44 ± 0.67
Firmness, kg	4.15 ± 1.47 <sup>a</sup>	2.41 ± 0.77 <sup>b</sup>	2.94 ± 1.51 <sup>ab</sup>	3.86 ± 1.91 <sup>a</sup>
Toughness, kg × sec	8.08 ± 2.67 <sup>a</sup>	4.69 ± 1.68 <sup>c</sup>	5.23 ± 2.74 <sup>bc</sup>	7.29 ± 3.81 <sup>ab</sup>
L <sup>*</sup>	59.91 ± 3.26	57.24 ± 1.23	59.18 ± 1.08	56.98 ± 1.37
a <sup>*</sup>	4.62 ± 1.92	4.32 ± 0.55	4.86 ± 0.86	4.08 ± 0.74
b <sup>*</sup>	3.62 ± 1.90 <sup>c</sup>	7.60 ± 1.40 <sup>a</sup>	6.77 ± 0.96 <sup>ab</sup>	5.11 ± 0.72 <sup>bc</sup>

\* Mean ± standard deviation.

<sup>a,b,c</sup> Means within the same row bearing different superscripts differ significantly (P < 0.05).

本試驗雞肉色澤方面，L<sup>\*</sup> 值和 a<sup>\*</sup> 值並未隨週齡增加而有顯著差異，b<sup>\*</sup> 值方面，公雞雞胸於第 18 和 22 週齡顯著增加，母雞雞胸肉則以第 10 週齡最低、第 14 週齡最高 (P < 0.05)。Díaz *et al.* (2010) 指出，L<sup>\*</sup> 值受到品種和週齡影響，隨週齡增加而下降，a<sup>\*</sup> 和 b<sup>\*</sup> 值則不受週齡影響。Katemala *et al.* (2021) 試驗之 L<sup>\*</sup> 值則隨週齡增加，b<sup>\*</sup> 值則呈現下降趨勢。Panpipat *et al.* (2022) 試驗中，14 週齡公、母雞之 L<sup>\*</sup>、a<sup>\*</sup>、b<sup>\*</sup> 值無顯著差異。由於影響肌肉色澤之因素相當複雜，除品種、年齡外，飼糧中天然存在或額外補充之類胡蘿蔔素含量、屠後 pH 值、肌紅素、



脂肪含量、屠宰方式等亦為影響因素之一（梁等，2016；Baéza *et al.*, 2022），相關文獻對於色澤分析亦呈現不同結果，因此本試驗不同週齡和性別之黑羽土雞雞胸肉色澤，可能受到相關因素綜合影響之下，而未有明顯隨週齡變化之情形。

## 結 論

本試驗分析 10 – 22 週齡之國產商用黑羽土雞之屠體與肉質性狀，公、母雞之活體重、屠宰率與胸腿百分比皆較以往研究資料有所提升。14 週齡後胸肉之一般組成分較為穩定，而保水性、剪切值與色澤等性狀，因受許多外在因素影響，較無明顯隨週齡增加而有上升或下降之趨勢。

## 參考文獻

- 王敬智。2017。應用活體測量選拔紅羽土雞之屠體性狀。國立中興大學動物科學系，碩士論文，臺中市。第 2 頁。
- 林德育。2004。土雞品種 - 台灣畜產種原資訊網。<https://www.angrin.tlri.gov.tw/chicken/poultry2004/LC.htm>
- 周淑敏。2006。不同雞種與禽舍型式對雞隻生長和發育之影響。國立屏東科技大學畜產系，碩士論文，屏東縣。第 108-112、126 頁。
- 梁筱梅、林德育、林正鏞、康獻仁、梁桂容、許岩得、洪國祥。2016。臺灣商用紅羽土雞公雞之生長性能、屠體性狀及肌肉色澤分析。畜產研究 49：99-104。
- 陳怡兆、涂榮珍、林旻蓉、陳文賢、吳祥雲、郭卿雲、紀學斌、王政騰。2007。臺灣土雞最適屠宰週齡之評估。畜產研究 40：109-118。
- 楊曉媛。2016。不同嫩度及多汁性台灣土雞胸大肌之蛋白質差異表現。國立中興大學動物科學系，碩士論文，臺中市。第 24 頁。
- 鍾怡君。2008。不同季節、畜舍、性別和週齡對黑羽土雞之生長發育、屠體性狀和脂肪酸組成之影響。國立屏東科技大學畜產系，碩士論文，屏東縣。第 22、148-157 頁。
- A.O.A.C. 2005. Official methods of analysis, 18th ed. Association of official analytical chemistry, Washington, DC, USA.
- Alnahhas, N., C. Berri, M. Boulay, E. Baéza, Y. Jégo, Y. Baumard, M. Chabault, and E. Le Bihan-Duval. 2014. Selecting broiler chickens for ultimate pH of breast muscle: analysis of divergent selection experiment and phenotypic consequences on meat quality, growth, and body composition traits. J. Anim. Sci. 92: 3816-3824.
- Baéza, E., L. Guillier, and M. Petracci. 2022. Production factors affecting poultry carcass and meat quality attributes. Anim. 16: 100331.
- Díaz, O., L. Rodríguez, A. Torres, and A. Cobos. 2010. Chemical composition and physico-chemical properties of meat from capons as affected by breed and age. Span. J. Agric. Res. 8: 91-99.
- Katemala, S., A. Molee, K. Thumanu, and J. Yongsawatdigul. 2021. Meat quality and Raman spectroscopic characterization of Korat hybrid chicken obtained from various rearing periods. Poult. Sci. 100: 1248-1261.
- Panpipat, W., M. Chaijan, S. Karnjanapratum, P. Keawtong, P. Tansakul, A. Panya, N. Phonsatta, K. Aoumtes, T. H. Quan, and T. Petcharat. 2022. Quality characterization of different parts of broiler and Ligor hybrid chickens. Foods 11: 1929.
- Pateiro, M., D. Rois, J. M. Lorenzo, J. A. Vázquez, and D. Franco. 2018. Effect of breed and finishing diet on growth performance, carcass and meat quality characteristics of Mos young hens. Span. J. Agric. Res. 16: 1-13.
- Saelin, S., S. Wattanachant, and W. Youravong. 2017. Evaluation of water holding capacity in broiler breast meat by electrical conductivity. Int. Food Res. J. 24: 2593-2598.
- SAS. 2012. SAS/STAT User's Guide, Version 9.4. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Van der Wal, P. G., G. Mateman, A. W. De Vries, G. M. A. Vonder, F. J. M. Smulders, G. H. Geesink, and B. Engel. 1993. "Scharrel" (Free range) pigs: carcass composition, meat quality and test-panel studies. Meat Sci. 34: 27-37.



# The carcass and meat quality traits analysis of commercial black-feathered Taiwan Country chicken at different ages<sup>(1)</sup>

Meng-Ru Lee<sup>(2)</sup> Yu-Chieh Wu<sup>(2)</sup> Wen-Shyan Chan<sup>(2)</sup> Der-Yuh Lin<sup>(3)</sup> Hsueh-Chi Teng<sup>(4)</sup>  
Han Wu<sup>(4)</sup>, and Chia-Te Chu<sup>(3)(5)</sup>

Received: Apr. 26, 2023; Accepted: Aug. 25, 2023

## Abstract

To realize the carcass and meat qualities of commercial black-feathered Taiwan Country chicken at different ages, this experiment was conducted in three batches. In each batch, Five cockerels and five pullets were randomly selected for sampling and then slaughtered at 10, 14, 18 and 22 wk. The dressing percentage was calculated, and proximate analysis, pH value color, shear force, drip loss and cooking loss of the breast meat were analyzed. The results showed the dressing percentage was lowest for cockerels and pullets at 10 wk, reaching 84.3% and 83.4%, respectively. The percentage of breast and leg meats also ranged between 40.2 to 41.5%. At 14 wk, the moisture contents of breast meat in both cockerels and pullets significantly decreased, while the crude protein content significantly increased. Moreover, there were no significant differences between 14 to 22 wk. The crude fat content of breast meat of pullets increased significantly with age ( $P < 0.05$ ). The cooking loss in breast meat of cockerels and pullets were the highest at 10 wk ( $P < 0.05$ ), but there were no significant differences between 14 to 22 wk. Drip loss, shear force, and color of breast meat did not show a consistent trend with age. In conclusion, the dressing percentage of black-feathered Taiwan Country chickens had shown improvement in recent years, and the quality of breast meat tended to stabilize after 14 wk.

Key words : Black-feathered chicken, Age, Meat quality.

---

(1) Contribution No. 2763 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Animal Products Processing Division, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(3) Genetics and Physiology Division, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(4) Quantum Life Biotechnology Co., Ltd., Yunlin 640102, Taiwan.

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

# 酪農觀點：導入自動擠乳系統後對 擠乳人工、生乳品質及水電用量之影響<sup>(1)</sup>

葉亦馨<sup>(2)</sup> 楊明桂<sup>(2)</sup> 蕭振文<sup>(2)</sup> 涂柏安<sup>(2)(3)</sup>

收件日期：112 年 6 月 13 日；接受日期：112 年 9 月 23 日

## 摘 要

臺灣乳牛場平均規模擴增，但生乳產業面臨人口老化、缺工等問題，酪農養牛作業流程應逐漸機械化與自動化，朝向省工經營模式邁進。乳牛場導入自動擠乳系統（automatic milking system, AMS）緩解牧場勞動人力不足、極度缺工的困境。本調查酪農使用 AMS 的經驗，探討臺灣乳牛場導入 AMS 前後，人工數、乳產量、體細胞數、總生菌數、水電費及維護費用等項目的變化，並計算單位生乳擠乳工資及單日單泌乳牛擠乳工資之改變。本調查以線上問卷形式，邀請已使用 AMS 之酪農戶填寫，或以電話及親自訪問已使用 AMS 之酪農戶，全臺灣約 10 戶牧場使用 AMS 中，參與問卷調查之牧場共計 8 戶。各項調查數值敘述統計以中位數及四分位數計算。各項問題的成對樣本中位數差異檢定以魏克生符號檢定（Wilcoxon signed-rank test）無母數方法進行分析。結果顯示，使用 AMS 後每次人工擠乳所需時間極顯著降低（ $P < 0.01$ ）；每次擠乳人工數顯著降低（ $P < 0.05$ ）；每日每人可擠乳牛頭數顯著上升（ $P < 0.05$ ）；每月擠乳工資顯著降低（ $P < 0.05$ ）；每公斤生乳所需擠乳工資顯著降低（ $P < 0.05$ ）；每日擠乳頻率極顯著上升（ $P < 0.01$ ）；牧場每月乳產量極顯著提升（ $P < 0.01$ ）。此外，每增加擠乳頻率 1 次可增加平均每日乳產量 5.2 kg（ $P < 0.01$ ）；AMS 服務牛機比（cows per robot）每增加 1 則降低平均每日乳產量 1.1 kg（ $P < 0.05$ ）；導入 AMS 的時間與平均總乳總生菌數呈負相關的趨勢（ $P < 0.1$ ）。使用後牧場每月水費極顯著上升（ $P < 0.01$ ）；使用後每年擠乳設備維護費用極顯著上升（ $P < 0.01$ ）。使用 AMS 之後，不論冬季或夏季，總生菌數及體細胞數沒有顯著改變。本研究顯示，使用 AMS 後牧場總工作人數僅稍微減少，大多數牧場將節省的擠乳時間調整進行其他工作。

關鍵詞：自動擠乳系統、人工、生乳品質、水電用量。

## 緒 言

2015 年全世界約有 25,000 個牧場使用自動擠乳系統（automatic milking system, AMS）（Barkema *et al.*, 2015），研究指出 AMS 可替代部分牧場勞動力（Bentley *et al.*, 2013; Woodford *et al.*, 2015），因此，牧場勞動力不足及改善乳牛場經營者之家庭生活品質成為歐美地區廣泛使用 AMS 之主因（Mathijs, 2004; Heikkilä *et al.*, 2010; Tse *et al.*, 2018）。使用 AMS 可促進牛隻健康以增加乳產量（de Koning, 2010），同時提高牧場收益（Tse *et al.*, 2018）。於此同時，也有研究發現在美國的中小型牧場，使用 AMS 比起傳統擠乳（Conventional milking system, CMS）方式能增加更多收益（Salfer *et al.*, 2017）。

使用 AMS 對減少勞動力貢獻來自於乳房清潔、擠乳及分辨異常乳等工作項目，均可整合進自動化設備中，但勞動力也非完全被取代，目前尚需要人工調整及清潔 AMS，亦需要維持值班人員，當系統發出警報、出現異常狀況，人員須進行系統維護，日常工作則包含將牛群數據例如新生仔牛號、母牛分娩日期、配種日期等資料登打進系統之中（Butler *et al.*, 2012）。歐洲研究顯示使用 AMS 約可節省 18% – 46% 的勞動（Rotz *et al.*, 2003; Mathijs, 2004; Bijl *et al.*, 2007），但同時需要提升人力素質成為 AMS 操作人員，以發揮 AMS 的潛在優點。

Matson *et al.* (2021) 調查結果顯示，加拿大使用 AMS 的牧場中，平均飼養 110 頭泌乳牛，平均每間牧場有 2.4 臺 AMS，一臺 AMS 平均可服務 47.5 頭牛，每頭牛每日平均乳產量 36.7 公斤，乳脂肪率 4.13%，乳蛋白質率 3.4%，平均體細胞數 186,400 cells/mL。從乳質方面探討使用 AMS 後乳脂肪與乳蛋白質含量的變化，研究結果尚未有定論，部分研究表示 AMS 不改變乳脂肪與乳蛋白質含量（Svennersten-Sjaunja *et al.*, 2000; Hovinen and Pyörälä, 2011），

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2764 號。

(2) 農業部畜產試驗所北區分所。

(3) 通訊作者，E-mail: tpa@mail.tlri.gov.tw

部分研究則顯示使用 AMS 的乳脂肪含量較 CMS 方式低，乳蛋白質含量則無顯著差異（Shoshani and Chaffer, 2002）。芬蘭的研究甚至顯示使用 AMS 後乳脂肪提升（Salovuoto *et al.*, 2005）。Tousova *et al.*（2014）表示捷克佛萊克維乳牛使用 AMS 後乳脂肪與乳蛋白質含量增加。Tse *et al.*（2017）的研究中指出，使用 AMS 的牧場經歷轉換期需要兩年以上的時間，生產之生乳品質才能趨於穩定，牧場從 CMS 成功轉型使用 AMS 平均需經過 30 個月的時間適應，更有研究表示導入 AMS 的過渡期是 6 個月亦或是 1 – 3 年，且生乳品質如冰點、游離脂肪酸及總生菌數均高於傳統擠乳模式（Meskens *et al.*, 2001; van der Vorst *et al.*, 2002）。

近 20 年來臺灣乳牛場平均規模擴增 50%，但生乳產業面臨人口老化、缺工等問題，2017 年行政院農業委員會畜產試驗所推動「智慧農業生乳領航產業」計畫，導入五大動線機器人，從擠乳、餵養、整潔、健康到分娩等面向，舒緩牧場勞動人力，改善現場極度缺工的困境。種牛場因家庭成員工作量負荷過重、缺工及例假日補班等問題，於 2017 年 9 月 20 日率先裝置第一臺荷蘭製 AMS（Lely Astronaut 4）。2019 及 2020 年於畜產試驗所北區分所及總所啟用新型 AMS（Lely Astronaut 5），建置南、北兩處臺灣智慧農業生乳產業示範場域。北區分所示範場域初期使用的成果顯示，比較 7 頭牛使用 AMS 前後 7 日的日乳產量，提升 1.7 – 20.7%，乳脂肪 3.9%，乳蛋白 3.18%；22 頭乳牛於 AMS 擠乳，每月使用約 6,500 公升自來水清洗設備，AMS 每月耗電約 938 度電。每日可節省 14 小時的人力擠乳工時，每年約可節省 105 萬元工資支出，使用 AMS 的乳款收入會高於使用 CMS，平均每頭牛每月會多出 9,000 元收入。

酪農戶養牛作業流程逐漸機械化、自動化，朝向省工經營模式邁進，同時搭配使用多種自動化設備，例如自動推料機、小牛自動餵飼系統及自動吸糞機等。牧場經營規模愈大愈需協同人機以進行牛乳生產管理與資訊管理，減少勞動成本並讓酪農更靈活地安排生活行程，兼顧健康、工作與生活品質。至 2022 年底臺灣已啟用 16 臺 AMS，有必要對於 AMS 導入前後各項乳牛場生產指標進行更完整的調查與統計，因此本試驗藉由調查臺灣乳牛場使用 AMS 情形，包含人工數變化、乳產量、體細胞數、總生菌數、水電費用等項目，以評估臺灣乳牛場應用 AMS 前後之改變。

## 材料與方法

### I. 牧場選擇及牧場基本資訊

自 2007 年至 2022 年止，國內計 10 戶牧場裝設共 16 臺 AMS。本研究自 111 年 8 月 1 日至 111 年 10 月 30 日，以線上問卷進行已使用 AMS 之酪農戶填寫，或以電話及親自訪問已使用 AMS 之酪農戶。參與本調查 AMS 應用情形問卷之牧場分別來自彰化縣、雲林縣、嘉義縣、臺南市及臺東縣共 8 場，牧場資訊如表 1，牧場飼養頭數 200 – 1000 頭，使用 AMS 牛頭數 20 – 200 頭，使用 CMS 牛頭數 20 – 350 頭，牧場面積 0.8 – 8.0 公頃，CMS 形式：圓盤式 1 臺、賽馬式 2 臺、箱式 2 臺、魚骨式 3 臺，場內已裝設 1 – 4 臺 AMS（Boumatic 品牌為 1 臺雙拼形式，可服務 120 頭牛；Delaval 品牌及 Lely 品牌則為 1 臺服務 60 頭牛），Boumatic 品牌 1 戶、Delaval 品牌 3 戶、Lely 品牌 4 戶，使用 AMS 時間分布於 0.5 – 5.0 年之間。

### II. 問卷調查內容

問卷設計為單選題、複選題及簡答題，選擇題最後一選項為其他，可依照個別牧場狀況進行填寫。問卷內容調查項目包含以下問題：（1）牧場規模（總頭數、使用 AMS 泌乳牛頭數、使用傳統擠乳系統泌乳牛頭數）、（2）牧場面積（公頃）、（3）傳統擠乳系統類型、（4）AMS 數量（臺）及廠牌、（5）工作人員人數（n）、（6）導入 AMS 的日期、（7）AMS 牛群平均每日擠乳次數（n）、（8）導入 AMS 前後每次人工擠乳的時間（h/day）與人工數（n）、（9）導入 AMS 前後每次非人工擠乳的時間（h/day）與人工數（n）、（10）導入 AMS 前後每月擠乳工資支出（新臺幣元）、（11）導入 AMS 前後冬夏季總乳總生菌數（ $\times 10^3$  cfu/mL）、（12）導入 AMS 前後冬夏季總乳體細胞數、（13）導入 AMS 前後平均月乳產量（公噸）、（14）導入 AMS 前後每月水電費、（15）導入 AMS 及 CMS 每月的保養、耗材費用（新臺幣元）。經計算後取得（16）導入 AMS 前後每日每人可擠乳牛頭數、（17）導入 AMS 前後每公斤生乳所需擠乳工資、（18）導入 AMS 前後每日每頭泌乳牛所需擠乳工資、（19）AMS 服務牛機比，計算方式如下：

$$\text{每日每人可擠乳牛頭數} ((\text{頭}/\text{人})/\text{日}) = \text{總泌乳牛頭數} / \text{擠乳人工數} \cdots \cdots (16)$$

$$\text{每公斤生乳所需擠乳工資} (\text{新臺幣元}/\text{kg}) = \text{每月擠乳工資支出} / \text{平均月乳產量} \cdots \cdots (17)$$

$$\text{每日每頭泌乳牛所需擠乳工資} (\text{新臺幣元}/\text{head}) = (\text{每月擠乳工資支出} / 30) / \text{AMS 與 CMS 泌乳牛總頭數} \cdots \cdots (18)$$

$$\text{AMS 服務牛機比} = \text{使用 AMS 泌乳牛頭數} / \text{每場 AMS 數量} \cdots \cdots (19)$$

表 1. 參與本調查 AMS 應用情形問卷之牧場基礎資訊  
Table 1. Characteristics of the participating in the survey of AMS farms.

Characteristics	Farm code							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Herd size (head)	240	1000	156	200	180	267	450	300
Number of lactating cows using AMS (head)	60	200	50	70	20	90	95	105
Number of lactating cows using CMS* (head)	50	350	60	20	40	10	100	20
Area of land (hectare)	1	2.2	0.8	0.8	3.4	1.14	2	8
Employees (milking labor)								
Before AMS	3	5	3	4	3	3	3	3
Current	3	5	2	2	3	2	2	3
CMS type	Rotary	Rapid exit parallel	Tandem	Herringbone	Tandem	Herringbone	Rapid exit parallel	Herringbone
Number of AMS	1	4	1	2	1	2	2	2
AMS brand	Boumatic	Delaval	Delaval	Lely	Lely	Lely	Lely	Delaval
Operation time (year)	3	1	0.5	5	2	1.5	1	1

\* CMS: Conventional milking system.

### III. 統計分析

試驗數據輸入 Excel 試算表軟體 (Microsoft Inc.) 彙整後，採用 R 軟體 (版本 3.2.2, The R Foundation for Statistical Computing Platform, 2015) 進行分析，以  $P < 0.05$  為顯著水準。各項調查數值敘述統計以中位數及四分位數計算，各項問題的成對樣本中位數差異檢定以 Wilcoxon signed-rank test 無母數方法進行分析。為進行各牧場導入 AMS 後平均每日乳產量 (kg/day/head)、冬季及夏季平均總乳體細胞數與冬季及夏季平均總乳總生菌數相關影響因子評估，調查數據並經對數轉換後符合統計假設，並以簡單線性迴歸評估其與擠乳頻率 (visit/day)、泌乳牛群頭數 (n)、AMS 服務牛機比與導入 AMS 的時間 (年) 之關係。

## 結 果

### I. 勞工及勞力需求

安裝使用 AMS 前後勞工及勞力需求變化如圖 1，每次人工擠乳所需時間中位數分別為 2 及 1 小時 (圖 1a)，每次擠乳人工數中位數分別為 3.0 及 2.5 人 (圖 1b)，皆有顯著降低 ( $P < 0.05$ )；非擠乳勞工人數中位數均皆為 3 人 (圖 1c)，無顯著差異；每日每人可擠乳牛頭數中位數分別為 36.7 及 47.5 頭 (圖 1d)，有顯著提升 ( $P < 0.05$ )。

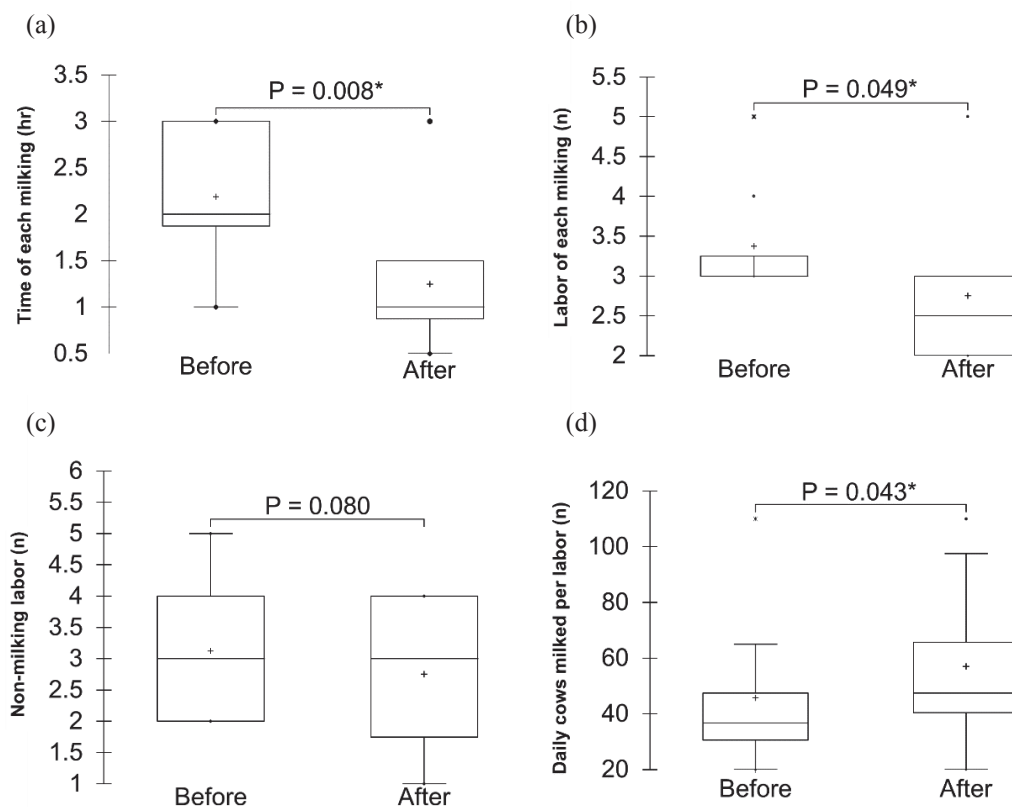


圖 1. 安裝使用 AMS 前後勞工及勞力需求變化，(a) 每次人工擠乳所需時間；(b) 每日牧場人工擠乳所需人數；(c) 每日牧場非擠乳所需人數；(d) 每日每人可擠乳牛頭數。\* 表示顯著差異 ( $P < 0.05$ )。+ 表示平均值。方框中的橫線為中位數。

Fig. 1. Labor changes before and after AMS installation. (a) Time of each milking; (b) Labor of each milking; (c) Non-milking labor; (d) Daily cows milked per labor. \* indicates a significant difference before and after AMS installation ( $P < 0.05$ ). + indicates means. The horizontal line in the box indicates the median.

### II. 擠乳工資支出變化

安裝使用 AMS 前後擠乳工資支出變化如圖 2，每月擠乳工資中位數分別為 126,000 及 105,000 元 (圖 2a)，每公斤生乳所需擠乳工資中位數 1.75 及 1.27 元 (圖 2b)，皆有顯著降低 ( $P < 0.05$ )；每日每頭泌乳牛所需擠乳工資中位數 38.19 及 25.56 元 (圖 2c)，有降低之趨勢 ( $P < 0.1$ )。



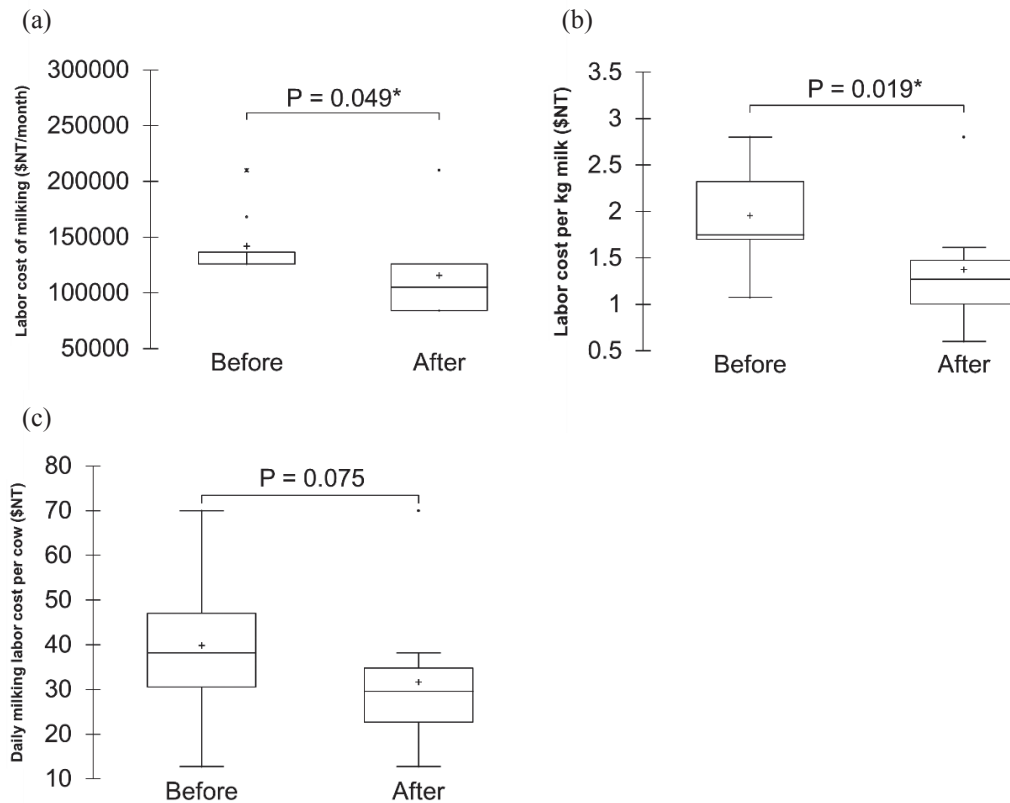


圖 2. 安裝使用 AMS 前後擠乳工資支出變化，(a) 每月擠乳工資；(b) 每公斤生乳所需擠乳工資；(c) 每日每頭泌乳牛所需擠乳工資。\* 表示顯著差異 ( $P < 0.05$ )。+ 表示平均值。方框中的橫線為中位數。

Fig. 2. Financial changes before and after AMS installation. (a) Monthly labor cost of milking; (b) Labor cost per kg milk; (c) Daily milking labor cost per cow. \* indicates a significant difference before and after AMS installation ( $P < 0.05$ ). + indicates means. The horizontal line in the box indicates the median.

### III. 乳產量及乳品質

安裝使用 AMS 前後乳產量及乳品質之變化如圖 3，總乳冬季總生菌數中位數分別為  $8 \times 10^3$  及  $1 \times 10^4$  cfu/mL (圖 3a)，總乳夏季總生菌數中位數分別為  $1 \times 10^4$  及  $2 \times 10^4$  cfu/mL (圖 3b)，總乳冬季體細胞數中位數分別為 18 及 16 萬 /mL (圖 3c)，總乳夏季體細胞數中位數分別為 23 及 22 萬 /mL (圖 3d)，皆無顯著差異；每日擠乳頻率中位數分別為 2.00 及 2.85 次 (圖 3e)，牧場每月乳產量中位數 73 及 95 噸 (圖 3f)，皆有顯著提升 ( $P < 0.05$ )。

以簡單線性迴歸進行各牧場導入 AMS 後平均每日乳產量 (kg/day/head)、冬季及夏季平均總乳體細胞數與冬季及夏季平均總乳總生菌數與擠乳頻率 (visit/day)、泌乳牛群頭數 (n)、AMS 服務牛機比與導入 AMS 的時間 (年) 之關係。結果顯示，每增加擠乳頻率 1 次可增加平均每日乳產量 5.2 kg ( $P = 0.007$ )；AMS 服務牛機比每增加 1 則降低平均每日乳產量 1.1 kg ( $P = 0.036$ )；導入 AMS 的時間 ( $P = 0.414$ )、泌乳牛群頭數 ( $P = 0.86$ ) 與平均每日乳產量無顯著相關。擠乳頻率與冬季 ( $P = 0.142$ ) 及夏季 ( $P = 0.780$ ) 平均總乳體細胞數無顯著相關；泌乳牛群頭數與冬季 ( $P = 0.188$ ) 及夏季 ( $P = 0.229$ ) 平均總乳體細胞數無顯著相關；AMS 服務牛比例與冬季 ( $P = 0.258$ ) 及夏季 ( $P = 0.135$ ) 平均總乳體細胞數無顯著相關；導入 AMS 的時間與冬季 ( $P = 0.932$ ) 及夏季 ( $P = 0.973$ ) 平均總乳體細胞數無顯著相關。導入 AMS 的時間與冬季 ( $P = 0.065$ ) 及夏季 ( $P = 0.076$ ) 平均總乳總生菌數呈負相關的趨勢，在導入 0.5 至 3 年的時間區間中，每增加 1 年使用時間可分別顯著降低冬季  $5.3 \times 10^3$  cfu/mL 及夏季  $1.6 \times 10^3$  cfu/mL 平均總乳總生菌數；擠乳頻率與冬季 ( $P = 0.815$ ) 及夏季 ( $P = 0.342$ ) 平均總乳總生菌數無顯著關係；泌乳牛群頭數與冬季 ( $P = 0.635$ ) 及夏季 ( $P = 0.972$ ) 平均總乳總生菌數無顯著關係；與 AMS 服務牛比例與冬季 ( $P = 0.878$ ) 及夏季 ( $P = 0.845$ ) 平均總乳總生菌數無顯著關係。

### IV. 水電使用及維護保養費用

安裝使用 AMS 前後水電使用及維護保養費用之變化如圖 4，牧場每月水費中位數分別為 3,260 及 3,800 元 (圖 4a)，有顯著提升 ( $P < 0.05$ )；牧場每月電費中位數分別為 60,000 及 62,000 元 (圖 4b)，無顯著差異；每年擠乳設備維護費用中位數分別為 185,333 及 587,857 元 (圖 4c)，有顯著提升 ( $P < 0.05$ )；不計入 AMS 導入 0.5 的場，

每年擠乳設備消耗品費用中位數分別為 225,000 及 350,000 元（圖 4d），有增加之趨勢（ $P < 0.1$ ）。

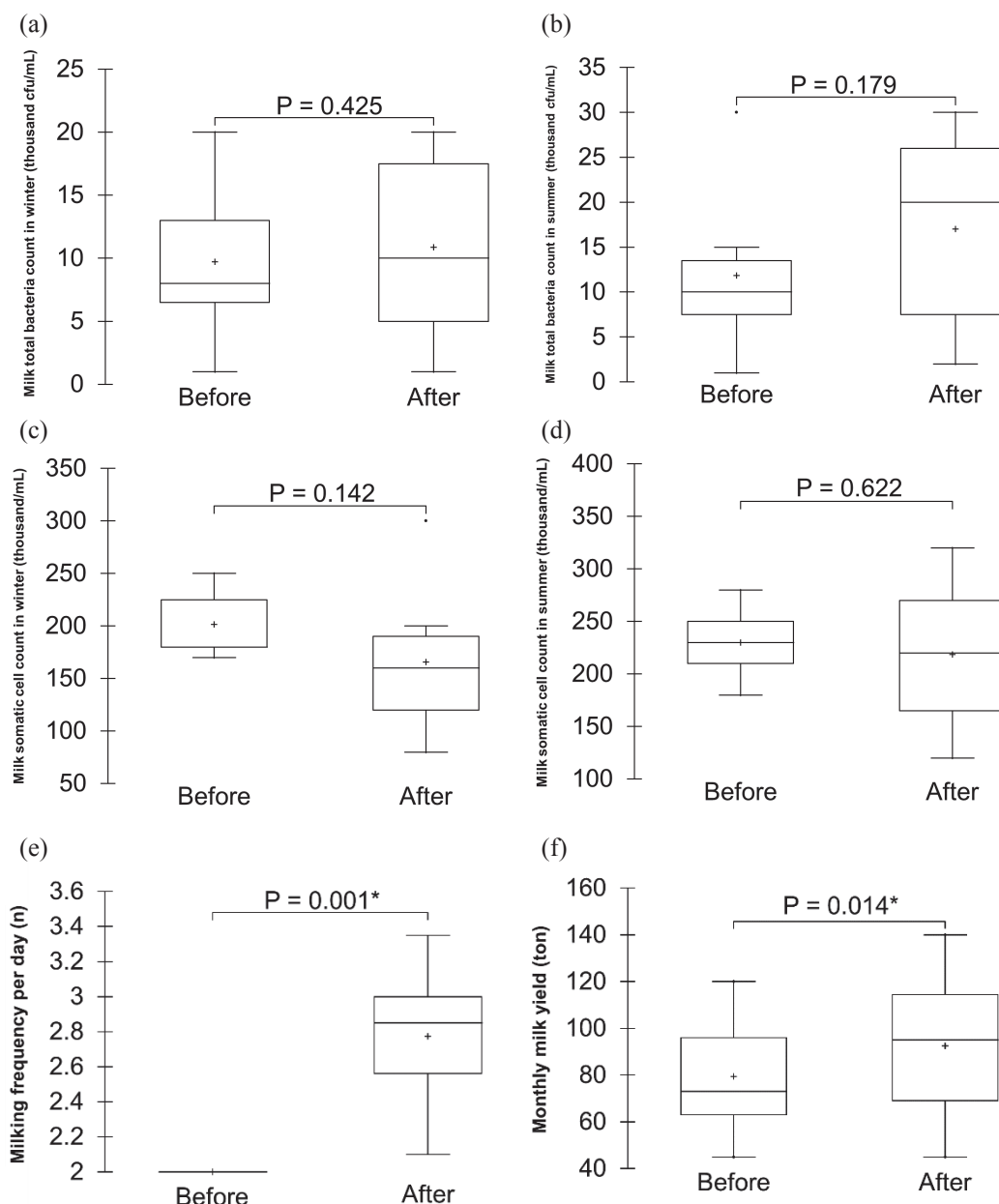


圖 3. 安裝使用 AMS 前後乳產量及乳品質之變化，(a) 總乳冬季總生菌數；(b) 總乳夏季總生菌數；(c) 總乳冬季體細胞數；(d) 總乳夏季體細胞數；(e) 每日擠乳頻率；(f) 牧場每月乳產量。\* 表示顯著差異（ $P < 0.05$ ）。+ 表示平均值。方框中的橫線為中位數。

Fig. 3. Milk production and quality changes before and after AMS installation. Milk total bacteria count in (a) winter and (b) summer; Milk somatic cell count in (c) winter and (d) summer; (e) Milking frequency per day; (f) Monthly milk yield for each farm. \* indicates a significant difference before and after AMS installation ( $P < 0.05$ ). + indicates means. The horizontal line in the box indicates the median.

## 討 論

本研究顯示使用 AMS 前後每次人工擠乳所需時間，因多數牧場將泌乳牛移至 AMS 擠乳，需人工擠乳的泌乳牛頭數下降 50%，在泌乳牛頭數不變的狀況下，擠乳人工數顯著下降，則每日每人可擠乳牛頭數增加了 22.7%。Bentley *et al.* (2013) 及 Tse *et al.* (2018) 均與本研究有相似結果，Tse *et al.* (2018) 研究顯示，530 間導入 AMS 的加拿大牧場，導入後與擠乳相關的工作時間從每日 5.2 小時降至 2.0 小時，減少了 62%。因擠乳工作量減少而減少每次擠乳人力 16%，此結果與 Tse *et al.* (2018) 研究顯示牧場擠乳相關的平均人力由 2.5 人減少至 2.0 人相同。但非擠乳勞工包

含配料、餵小牛、環境清潔等工作事項，此部分工作量未減少，勞工人數中位數並未改變。本試驗調查的工作人員總人數異動微幅減少與 Tse *et al.* (2018) 結果相似，參與本調查的 8 間牧場中，有半數牧場無論擠乳或非擠乳工作人數均未因使用 AMS 而改變，原因包含使用 AMS 為改善生活品質或擴大飼養規模等，另外 4 間牧場則因工作量減少，些微調整部分人力。Tse *et al.* (2018) 推論在減少雇員之前，牧場會優先考量減少家庭成員的工作量再進行多餘人力調整，因此如同在問卷調查的結果中，我們並無看見受雇人員數量大幅減少的狀況。類似的結果在 Bijl *et al.* (2007) 的研究中也可看到，非家庭成員的工作人員數量有小幅減少，但在統計上無顯著差異。另有研究表示 (Butler *et al.*, 2012)，這些勞動力被轉變工作內容，例如管理 AMS 的電腦文書登打作業等。因此雖使用 AMS 後每次擠乳人力下降，每月擠乳工資中位數顯著降低了 16.7%，且因使用 AMS 平均每月乳產量增加，每公斤生乳所需擠乳工資中位數顯著降低了 27.4%，但換算每日每頭泌乳牛所需擠乳工資僅有降低之趨勢。

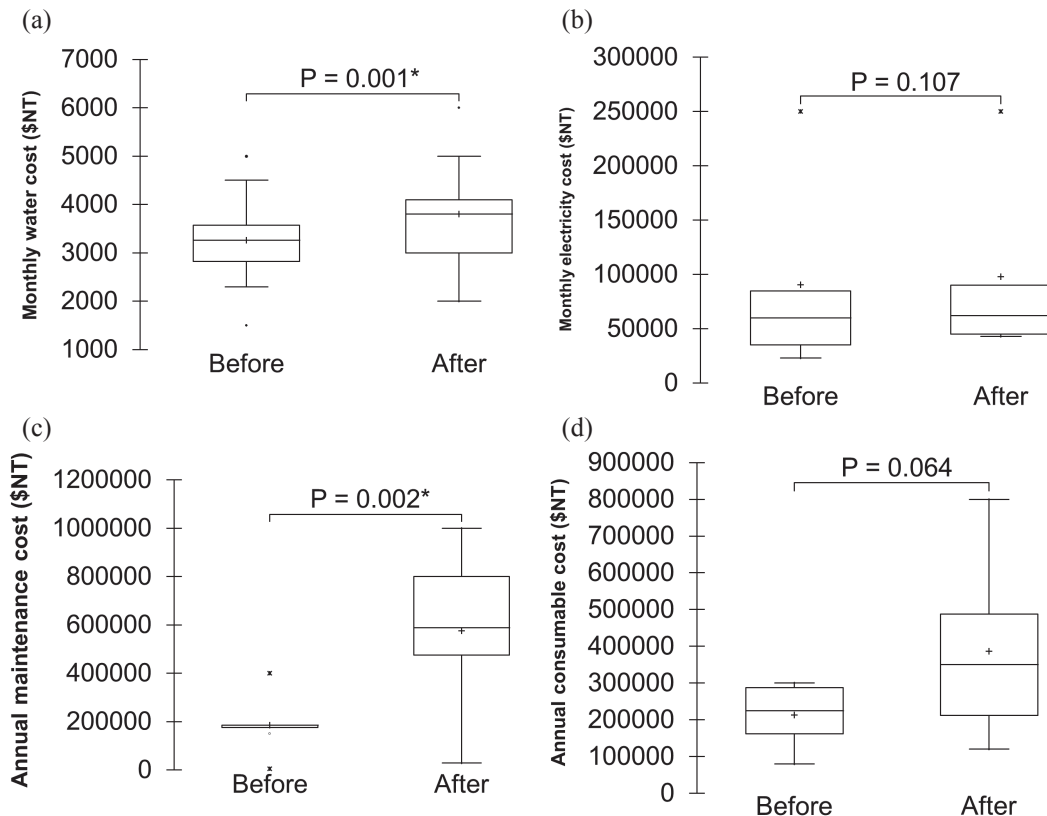


圖 4. 安裝使用 AMS 前後擠乳工資支出變化，(a) 每月擠乳工資；(b) 每公斤生乳所需擠乳工資；(c) 每日每頭泌乳牛所需擠乳工資。\* 表示顯著差異 ( $P < 0.05$ )。+ 表示平均值。方框中的橫線為中位數。

Fig. 4. Financial changes before and after AMS installation. (a) Monthly labor cost of milking; (b) Labor cost per kg milk; (c) Daily milking labor cost per cow. \* indicates a significant difference before and after AMS installation ( $P < 0.05$ ). + indicates means. The horizontal line in the box indicates the median.

使用 AMS 的總生菌數方面，冬季及夏季使用 AMS 前後的總生菌數中位數均無顯著差異，在 8 個牧場中，1 個牧場冬季及夏季使用前後的總生菌數持平，1 個牧場的冬季及夏季總生菌數則是使用後比使用前略低，此顯示 AMS 的使用不一定會造成總生菌數上升，影響總生菌數的因子除了季節性影響牛隻健康，還有設備的配置方式等。受調查的牧場中，大部分的擠乳站距離儲乳桶較遠，牛乳管線長，加上牛乳管線未搭配降溫措施，一旦生乳停留在管線中的時間拉長，容易造成生菌數較高的現象。因此推論在本調查的牧場中，大多數使用 AMS 生菌數比使用前稍高的原因並非設備本身造成。另分析導入 AMS 的時間與總乳總生菌數呈負相關的趨勢，顯示在導入的三年內使用 AMS 愈久總生菌數較低，此結果與 Tse *et al.* (2017) 的研究接近，使用 AMS 的牧場經歷轉換期達到運作穩定需要兩年以上的時間。

使用 AMS 後的體細胞數中位數於冬季及夏季均無顯著差異，由於 AMS 能在每次擠乳時檢測導電度，並以導電度推估牛隻體細胞數的變化，可以及時將需要照護的牛隻進行分群；Tse *et al.* (2018) 與 Svennersten-Sjaunja *et al.* (2000) 的研究亦表示，使用 AMS 後總乳中體細胞數下降或是呈現持平。但 Touseva *et al.* (2014) 研究捷克佛萊克維乳牛使用 AMS 的變化，結果顯示，總乳中體細胞數下降。另一項在以色列的研究表示，使用 AMS 的總乳體細

胞數較傳統擠乳方式低 (Shoshani and Chaffer, 2002)。本調查的體細胞數結果與以上研究相似。但也有不同的試驗結果，芬蘭的研究表示，使用 AMS 後總乳體細胞數由 142,000 cells/mL 微幅增加到 208,000 cells/mL (Salovuoto *et al.*, 2005)。另有研究指出，使用 AMS 的總乳體細胞數約 193,000 到 302,000 cells/mL 之間，且比傳統擠乳高 (Rasmussen *et al.*, 2002; de Koning *et al.*, 2003; Hiitiö *et al.*, 2017)。van der Vorst *et al.* (2002) 表示，在丹麥、德國及荷蘭，剛開始使用 AMS 的 1-2 年，總乳體細胞數會增加到 202,000 – 312,000 cells/mL，但此情況會逐漸改善，下降至 191,000 - 277,000 cells/mL。在 Tse *et al.* (2017) 的研究中，亦顯示使用 AMS 的牧場經歷轉換期需要兩年以上的時間，生產之生乳品質始趨於穩定。Tremblay *et al.* (2016b) 表示，早期的試驗研究結果顯示使用 AMS 的總乳體細胞數較 CMS 高，但相關的技術與機械問題可能已被解決，新機型的 AMS 系統已有所改善，因此近年的研究則認為使用 AMS 的總乳體細胞數不改變。

每日擠乳頻率因 AMS 不限制牛隻擠乳時間，一天中可以超過 CMS 的 2 次以上，顯著提升每月乳產量。許多研究均顯示 (Wagner-Storch and Palmer, 2003; Hansen, 2015; Woodford *et al.*, 2015; Tse *et al.*, 2018)，從傳統擠乳方式轉換成 AMS 之後乳產量有所提升，平均可增加約 2 – 25% (de Koning and Rodenburg, 2004; Bernier-Dodier *et al.*, 2010)。北美使用 AMS 的牧場中，每頭牛每日平均乳產量為 32 公斤 (Tremblay *et al.*, 2016a)。Tse *et al.* (2018) 及 DeVries *et al.* (2011) 的研究均顯示乳產量與擠乳次數呈現正相關。臺灣研究不同擠乳系統對荷蘭泌乳牛的乳產量顯示 (王等, 2022)，使用 AMS 牛隻平均日產乳量 33.67 公斤，使用傳統擠乳的牛隻平均日產乳量 25.76 公斤，使用 AMS 的乳產量較使用傳統擠乳高出 30.7%，產乳量增加因平均擠乳次數高達 3.1 次。一個使用 AMS 的牧場，其設置為控制門搭配開放式等待區的配置，擠乳次數由每日 2.1 次增加到 3.2 次時乳產量可提升 9% (Melin *et al.*, 2005)，本研究之結果與此相似。但也有學者認為乳產量增加並非受到擠乳次數影響，試驗透過改變餵飼槽裡提供的飼料口味與口感增加牛隻擠乳次數，因此乳產量未因擠乳次數增加而提高 (Migliorati *et al.*, 2005)。Spolders *et al.* (2004) 則認為使用 AMS 的牧場中，只有第一胎次的牛隻會因為擠乳次數增加而提升乳產量。

使用 AMS 後牧場每月水費中位數顯著高於使用前 (圖 4a)，部分牧場導入 AMS 前地下水為主要水源，但 AMS 管線細小，為防止水垢堵塞管線的狀況發生，改使用自來水清洗管線，增加自來水使用，設備用水的改變讓水費有顯著差異。使用 AMS 後牧場每年擠乳設備維護費用中位數顯著高於使用前，經了解多數牧場的傳統擠乳設備無定期保養，牧場傾向設備有狀況或故障時，進行緊急維修後產生相關費用，AMS 則是必須依照原廠建議於固定期間內進行不同項目的保養，再加上緊急維修費用，因此 AMS 每年擠乳設備維護費用顯著較高之原因。調查的 8 間牧場均同時維持使用 AMS 與 CMS 兩套擠乳系統，這兩種系統部分消耗品不可共用，需同時準備兩套不同廠牌或型號的備品，因此使用 AMS 後每年擠乳設備消耗品費用中位數有較高的趨勢。

## 結 論

未導入 AMS 前許多人擔心自動化、機械化可能取代勞力減少工作機會，本研究調查牧場酪農的觀點及經驗，結果顯示部分牧場總工作人數未大幅度改變，牧場將節省的擠乳時間調整進行其他工作，大大提高牧場裡擠乳工作的效能。生乳品質方面，使用 AMS 之後，不論冬季或夏季，總生菌數及體細胞數沒有顯著改變。但在乳產量上，確實隨著擠乳次數增加，有更高的乳產量。能源使用與維護費用上，由於 AMS 需使用自來水清洗管線，並且須定期進行維護保養，CMS 則可選擇使用地下水，保養維護費視酪農戶需求始產生費用，因此使用 AMS 後自來水費及保養維護費，兩項費用顯著較高。每個牧場因面臨不同挑戰，希望藉由本調查充分呈現目前臺灣導入 AMS 後牧場各項經營及生產指標之改變，作為未來其他牧場考量是否需導入後續 AMS 機型之考量，建議牧場及酪農可以從人員勞力配置、乳產量品質改善、增加維護成本等方面，評估 AMS 導入後之效益及使用策略，以達成改善酪農生活品質及創造牛乳收入之雙贏目標。

## 參考文獻

- 王思涵、廖曉涵、林宗毅、蕭振文。2022。不同擠乳系統對荷蘭種泌乳牛群之產乳量及乳成分影響調查。畜產研究 55：300-308。
- Barkema, H.W., M. A. G. von Keyserlingk, J. P. Kastelic, T. J. G. M. Lam, C. Luby, J. P. Roy, S. J. LeBlanc, G. P. Keefe, and D. F. Kelton. 2015. Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *J. Dairy Sci.* 98: 7426-7445.
- Bentley, J., L. Tranel, L. Timms, and K. Schulte. 2013. Automatic milking systems (AMS) - Producer surveys. Iowa State



University Animal Industry Report 2013.

- Bernier-Dodier, P., L. Delbecchi, G. F. Wagner, B. G. Talbot, and P. Lacasse. 2010. Effect of milking frequency on lactation persistency and mammary gland remodelling in mid-lactation cows. *J. Dairy Sci.* 93: 555-564.
- Bijl, R., S. R. Kooistra, and H. Hogeveen. 2007. The profitability of automatic milking on Dutch dairy farms. *J. Dairy Sci.* 90: 239-248.
- Butler, D., L. Holloway, and C. Bear. 2012. The impact of technological change in dairy farming: Robotic milking systems and the changing role of the stockperson. *Royal Agricultural Society of England* 173: 1-6.
- de Koning, C. J. A. M. 2010. Automatic milking—Common practice on dairy farms. *Proc. First North Am. Conf. Precis. Dairy Manag.*, Toronto, Canada. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands. Accessed Jan. 3, 2017. <http://www.precisiondairy.com/proceedings/s3dekoning.pdf>.
- de Koning, C. J. A. M., and J. Rodenburg. 2004. Automatic milking: state of the art in Europe and North America. In *Automatic milking - a better understanding*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands. pp. 27-40.
- de Koning, K., B. Slaghuis, and Y. van der Vorst. 2003. Robotic milking and milk quality: effects on bacterial counts, somatic cell counts, freezing point and free fatty acids. *Ital. J. Anim. Sci.* 2: 291-299.
- DeVries, T. J., A. J. Deming, J. Rodenburg, G. Seguin, K. E. Leslie, and H. W. Barkema. 2011. Association of standing and lying behavior patterns and incidence of intramammary infection in dairy cows milked with an automatic milking system. *J. Dairy Sci.* 94: 3845-3855.
- Hansen, B.G. 2015. Robotic milking-farmer experiences and adoption rate in Jaeren, Norway. *J. Rural Stud.* 41: 109-117.
- Heikkilä, A. M., L. Vanninen, and E. Manninen. 2010. Economics of small-scale dairy farms having robotic milking. *The First North American Conference on Precision Dairy Management 2010*.
- Hiitio, H., J. Vakkamäki, H. Simojoki, T. Autio, J. Junnila, S. Pelkonen, and S. Pyörälä. 2017. Prevalence of subclinical mastitis in Finnish dairy cows: changes during recent decades and impact of cow and herd factors. *Acta Vet. Scand.* 59: 22.
- Hovinen, M. and S. Pyörälä. 2011. Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. *J. Dairy Sci.* 94: 547-562.
- Mathijs, E. 2004. Socio-economics aspects of automatic milking. In *Automatic milking-a better understanding*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands. pp. 46-55.
- Matson, R. D., M. T. M. King, T. F. Duffield, D. E. Santschi, K. Orsel, E. A. Pajor, G. B. Penner, T. Mutsvangwa, and T. J. DeVries. 2021. Benchmarking of farms with automated milking systems in Canada and associations with milk production and quality. *J. Dairy Sci.* 104: 7971-7983.
- Melin, M., K. Svennersten-Sjaunja, and H. Wiktorsson. 2005. Feeding patterns and performance of cows in controlled cow traffic in automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 88: 3913-3922.
- Meskens, L., M. Vandermersch, and E. Mathijs. 2001. Implication of the Introduction of Automatic Milking on Dairy Farms - Literature Review on the Determinants and Implications of Technology Adoption. Report within the EU project Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms (QLK5-2000-31006).
- Migliorati, L., M. Speroni, S. Lolli, and F. Calza. 2005. Effect of concentrate feeding on milking frequency and milk yield in an automatic milking system. *Ital. J. Anim. Sci.* 4: 221-223.
- Rasmussen, M. D., M. Bjerring, P. Justesen, and L. Jepsen. 2002. Milk quality on Danish farms with automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 85: 2869-2878.
- Rotz, C. A., C. U. Coiner, and K. J. Soder. 2003. Automatic milking systems, farm size, and milk production. *J. Dairy Sci.* 86: 4167-4177.
- Salfer, J. A., K. Minegishi, W. Lazarus, E. Berning, and M. I. Endres. 2017. Finances and returns for robotic dairies. *J. Dairy Sci.* 100: 7739-7749.
- Salovuuo, H., P. Ronkainen, A. Heino, A. Suokannas, and E. L. Ryhänen. 2005. Introduction of automatic milking system in Finland: Effect on milk quality. *Agric. Food Sci.* 14: 346-353.
- Shoshani, E., and M. Chaffer. 2002. Robotic milking: a report of a field trial in Israel. *Proceedings of the First North American Conference on Precision Dairy Management*, 20 March 2002, Toronto, Ontario, Canada, pp. 56-61.
- Spolders, M., U. Meyer, G. Flachowsky, and M. Coenen. 2004. Differences between primiparous and multiparous cows in voluntary milking frequency in an automatic milking system. *Ital. J. Anim. Sci.* 3: 167-175.
- Svennersten-Sjaunja, K., I. Berglund, and G. Pettersson. 2000. The milking process in an automatic milking system, evaluation of milk yield, teat condition and udder health. In *Robotic Milking Proceedings of the International Symposium*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands. pp. 277-288.



- Tousova, R., J. Duchacek, L. Stadnik, M. Ptacek, and J. Beran. 2014. The comparison of milk production and quality in cows from conventional and automatic milking systems. *J. Cent. Eur. Agric.* 15: 100-114.
- Tremblay, M., J. P. Hess, B. M. Christenson, K. K. McIntyre, B. Smink, A. J. van der Kamp, L. G. de Jong, and D. Döpfer. 2016a. Factors associated with increased milk production for automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 99: 3824-3837.
- Tremblay, M., J. P. Hess, B. M. Christenson, K. K. McIntyre, B. Smink, A. J. van der Kamp, L. G. de Jong, and D. Döpfer. 2016b. Customized recommendations for production management clusters of North American automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 99: 5671-5680.
- Tse, C., H. W. Barkema, T. J. DeVries, J. Rushen, and E. A. Pajor. 2017. Effect of transitioning to automatic milking systems on producers' perceptions of farm management and cow health in the Canadian dairy industry. *J. Dairy Sci.* 100: 2404-2414.
- Tse, C., H. W. Barkema, T. J. Devries, J. Rushen, and E. A. Pajor. 2018. Impact of automatic milking systems on dairy cattle producers' reports of milking labor management, milk production and milk quality. *Animal* 12: 2649-2656.
- van der Vorst, Y., K. Knappstein, and M.D. Rasmussen. 2002. Milk quality on farms with an automatic milking system: Effects of automatic milking on the quality of produced milk. EU project: Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms. Available at: [www.automaticmilking.nl](http://www.automaticmilking.nl).
- Wagner-Storch, A. M., and R. W. Palmer. 2003. Feeding behavior, milking behavior, and milk yields of cows milked in a parlor versus an automatic milking system. *J. Dairy Sci.* 86: 1494-1502.
- Woodford, K. B., M. H. Brakenrig, and M. C. Pangborn. 2015. New Zealand case studies of automatic-milking-systems adoption. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production.* 75: 127-131.

# Producers' perceptions: The impact of automatic milking system (AMS) on milking labor management, milk quality, and water and electricity consumption<sup>(1)</sup>

Yi-Hsin Yeh<sup>(2)</sup> Ming-Kuei Yang<sup>(2)</sup> Jen-Wen Shiau<sup>(2)</sup> and Po-An Tu<sup>(2)(3)</sup>

Received: Jun. 13, 2023; Accepted: Sep. 23, 2023

## Abstract

In Taiwan, dairy farms have increased their herd size, but labor shortages and aging are causing problems. These issues could be resolved by using an automatic milking system (AMS). Mechanization and automation will be the future management model for dairy farms. Our study examined 8 dairy farmers' experiences with AMS, discussing labor management, milk production, somatic cell count, total bacterial count, water and electricity costs, maintenance costs, and other items. In addition, we calculated the changes in labor cost per kg milk and daily milking labor cost per cow before and after AMS adoption. In order to collect data, we used an online questionnaire, a telephone interview, or an in-person interview. A total of 8 out of 10 AMS users participated in the survey. Means, standard deviations, medians, and quartiles were calculated for each item. The Wilcoxon signed Rank test was used to compare two medians of variables. Labor significantly decreased before and after installation of AMS, including time of each milking ( $P < 0.01$ ) and labor of each milking ( $P < 0.05$ ); however, daily cows milked per labor increased ( $P < 0.05$ ). After AMS installation, monthly labor cost of milking ( $P < 0.05$ ) and labor cost per kg milk ( $P < 0.05$ ) significantly decreased. Daily milking frequency ( $P < 0.01$ ) and monthly milk yield for each farm ( $P < 0.05$ ) significantly increased. Each milking visit increased average daily milk yield by 5.2 kg per cow ( $P < 0.01$ ), whereas each increased cow/robot reduced average daily milk yield by 1.1 kg per cow ( $P < 0.05$ ). Installation time period had a tendency of negatively correlating with average total bacterial count for bulk tank milk ( $P < 0.1$ ). Water consumption ( $P < 0.01$ ) and maintenance costs ( $P < 0.01$ ) increased significantly after AMS installation. The installation of an AMS does not influence the somatic cell count or the total bacterial count significantly either in the summer or the winter. Overall, the number of workers decreased only slightly after AMS installation. Those workers were usually assigned other tasks by the farm owner.

Key words: Automatic milking system, Labor, Milk quality, Water and electricity consumption.

---

(1) Contribution No. 2764 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Northern Region Branch, MOA-TLRI, Miaoli 36843, Taiwan, R. O. C.

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

# 聲紋辨識用於輔助母豬分娩照護系統之研究<sup>(1)</sup>

賴佑宜<sup>(2)(6)</sup> 王斌永 林正斌<sup>(3)</sup> 李秀蘭<sup>(4)</sup> 沈煜棠<sup>(5)</sup>

收件日期：111 年 11 月 16 日；接受日期：112 年 9 月 25 日

## 摘 要

為避免母豬分娩後壓死剛出生的仔豬，本研究利用聲紋及影像之收集及分析，期待能開發出讓仔豬有時間避開將躺下的母豬且提醒母豬之智慧型母豬分娩照護系統。本試驗於母豬分娩舍建置母豬分娩收音監測設備，並依母豬鳴聲聲紋特性，開發出豬鳴聲訊號擷取軟體，收集即將分娩母豬、剛出生仔豬隻叫聲及仔豬被壓前的叫聲，並透過網際網路將聲紋資料傳輸至儲存之資料庫中進行分析及運用。所收集的聲紋經偵測後採梅爾倒頻係數（Mel-Frequency Cepstral Coefficient, MFCC）進行特徵向量比對及辨識演算，去除非上述擬收集的三種聲紋。結果顯示：經 MFCC 系統篩選出之 8,000 筆豬聲紋資料中，顯示母豬分娩前之聲頻均集中在 4,000 Hz 以下，剛出生仔豬叫聲聲頻則為 4,000 – 8,000 Hz，仔豬被壓時叫聲的聲頻則介於 2,000 – 4,000 Hz 間。綜合上述，母豬分娩聲頻及仔豬被壓之聲頻仍有重疊。因此，未來可利用影像之辨識區分二者聲頻及母豬將壓到仔豬之行為，進而開發出母豬分娩仔豬防壓之照護系統。

關鍵詞：豬場、機器人、人工智慧、分娩。

## 緒 言

2010 年全球養豬頭數約 9.7 億頭，至 2015 年達 9.9 億頭後，均維持在 9.7 億頭左右的在養頭數，惟 2019 年爆發非洲豬瘟疫情，全球養豬頭數頓時降至 8.5 億頭，大幅減少約 12%，截至 2021 年，全球約有 7.5 億頭豬（Statista, 2022），豬肉亦是消費量第二大的肉類，隨著人口增長，豬肉需求將持續增加，為滿足日益增長的肉品需求，及解決逐漸增加的人力成本，近年養豬產業積極發展精準畜牧飼養（Precision livestock farming, PLF），透過非侵入式監控設備、行為偵測及數據分析應用，發展即時監測或自動化設備，以增加生產效率、提升動物健康以協助農民管理牧場。

農業朝向集約化發展，導致對於經濟動物質量控制和重視動物福利的需求增加，可追溯性的動物識別日趨重要，個別自動識別是落實個體化管理在疾病檢測、控制和提升產品質量的重要步驟（Marsot *et al.*, 2020）。在改善動物福利和提高養殖效率方面，利用物聯網（Internet of Things, IoT）、邊緣計算（Edge Computing）、雲端計算（Cloud Computing）和數據驅動（Data Driven）等技術，已經可以將物聯網傳感器所獲得的畜禽生物和環境信息串連到管理系統（Iwasaki *et al.*, 2019）。所以養豬生產系統自動化與智能化為全球養豬 30 大國（臺灣位居第 19 名）必然趨勢，如同丹麥、德國與荷蘭等國應用自動感知、辨識、偵測、監控、自動控制以及數據推演等智慧化系統，建構智能化豬舍，提升養豬生產效率。

我國農業特性與勞動力環境，包括農業環境條件不佳、工作時段不固定、農工薪資所得低、農事操作具有專業技術、經營規模小及勞動環境倚賴農工等因素，以致青壯年從農意願低、勞動力老化，農業缺工問題叢生（曾及張，2019）。養豬產業面臨國內養豬場人力老化的問題（從業人員平均年齡超過 62 歲），在智能化豬舍環境感測、精準管理及決策系統建置下，針對生長豬的精準飼養管理、種豬發情配種分娩哺乳、保育豬生長追蹤系統以及人工智慧化的養豬專家系統等方向，可以解決產業缺工與人力老化等問題。

根據 Research and Markets（2020）報告指出，2020 年全球畜牧養殖智慧化市場規模約 31 億美元，預計以年複

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2765 號。

(2) 農業部畜產試驗所北區分所。

(3) 農業部畜產試驗所飼料作物組。

(4) 農業部畜產試驗所技術服務組

(5) 財團法人工業技術研究院智慧微系統科技中心。

(6) 通訊作者，E-mail: laiyyi@mail.tlri.gov.tw

合成長率 (Compound annual growth rate, CAGR) 9.0% 成長, 2025 年市場規模將達到 48 億美元。主要促進因素包含對於物聯網、智慧化監測設備、人力替代及自動化之需求增加, 以及日益重視即時監測和早期疾病檢測, 對蛋白質需求不斷增長等。至於 COVID-19 疫情對於全球畜牧養殖智慧化市場的影響主要在 2020 年第 1 至第 3 季, 主因係各領域的業主缺乏添購新設備之意願, 然而此現象在 2020 年底開始復甦, 並於 2021 年下半年逐步回復常態。

畜牧產業在全球經濟產業鏈當中扮演相當重要的角色, 由傳統的自然放牧與圈養, 直到現代因科學技術進步, 在生物學、遺傳學以及工業機械的蓬勃發展之下, 家畜的養殖、繁衍、數量管理等均有突破性的發展, 但在家畜之健康管理當中, 往往須透過人力來做初步的監控, 而根據研究指出, 家畜之鳴叫聲也可反映其生理狀況 (Jahns *et al.*, 1998)。

Shen *et al.* (2021) 之研究報告指出, 豬咳嗽被認為是呼吸系統疾病最常見的臨床癥狀, 因此通過監測和建立豬呼吸系統疾病的早期預警系統識別其咳嗽音是很重要。該研究提出了一種新的融合特徵, 即梅爾頻率倒譜係數卷積神經網路 (Mel-frequency cepstral coefficients-convolutional neural network, MFCC-CNN), 用以提高豬咳嗽的識別準確率, 研究人員分別使用歸一化指數函數 (softmax) 和線性 (linear) 支援向量機 (SVM) 分類器進行分類。結果顯示, 使用 MFCC-CNN 特徵的分類器性能明顯優於使用 MFCC 特徵的分類器。Softmax 和 SVM 分類器的 F1 得分 (機器學習模型精確度指標分數) 分別提高了 10.37% 和 5.21%, 咳嗽準確率分別提高了 7.21% 和 3.86%。

Wu *et al.* (2022) 認為豬的聲音可以反映饑餓、疼痛或情緒等各種狀態, 是重要標誌之一, 可直接顯示豬隻生長和健康情況。現有的聲音辨識方法通常從頻譜特徵 (Spectrum Signature) 開始, 使用頻譜圖 (Frequency Spectrum) 來對應不同的分類, 雖然效果很好, 但或許並非解決具有一維特徵輸入的此類研究的最佳方法。為了更準確掌握豬的情況, 及時採取措施保證豬的健康情況, Wu *et al.* (2022) 提出了一種基於信號頻譜和聲紋 (Voiceprint) 雙重作用的豬聲音分類方法。頻譜圖可以可視化有關不同時間段下聲音特徵的資訊, 引入音訊數據, 將模型輸入的頻譜圖特徵和音訊時域特徵相互補充, 傳遞至預先設計的併行網路結構中, 再選擇結果最好的網路模型和分類器進行組合。結果豬聲音分類的準確率達到 93.39%, 曲面下面積 (Area under curve, AUC) 也達到 0.99163, 證明該方法的優越性。

Shi (2022) 發表一種改進的豬異常聲音辨識機器學習模型, 作者同樣支持豬的不同聲音信號反映當前生理健康和情緒狀態的觀點, 因此亦以豬咳嗽作為識別標的, 首先, 分析豬叫信號的時域 (time domain) 和頻域 (frequency domain), 搭建了豬音訊採集的硬體系統, 並針對收集到的豬音訊信息進行降噪。活豬聲音端點檢測採用雙閾值終點檢測法 (double threshold endpoint detection method), 然後利用梅爾頻率倒譜係數提取活豬音訊信號的特徵。在豬咳嗽的識別中, 利用隱藏式馬可夫模型 (hidden Markov model) 通過機器學習提高識別精度和效率。實驗顯示, 本研究的識別方法確實能夠準確識別豬咳嗽音。

以牛隻畜養為例, 在牛隻身體異常或是分娩期間, 其鳴聲將產生變化, 因此畜牧業者透過牛隻鳴聲之變化將可以做為健康管理初步監控指標。隨著近年來 AI 人工智慧的興起, 影像辨識、聲紋辨識等演算法迅速發展, 且根據行政院農業委員會 (2016) 推動之智慧農業 4.0 計畫, 將從人、資源以及產業三方面進行優化, 實現「建置農業生產力知識及服務支援體系」之標的。

本研究透過聲紋大數據資料分析, 針對仔豬受壓迫的尖叫聲監測, 若發現異常狀況, 系統主動通報, 以利飼養人員針對突發事件進行處理, 減少損失。。

## 材料與方法

### I. 研究場域

本研究針對母豬分娩舍建置智慧聲音監控系統, 場域為農業部畜產試驗所 (以下簡稱畜試所) 畜產經營組二股母豬分娩舍。

### II. 研究方法

首先利用母豬分娩舍建置收音監測設備, 進行聲音收集及監控, 可以透過網際網路將聲紋資料傳輸至畜試所指定之資料庫進行儲存。在母豬分娩舍所收集的仔豬叫聲聲紋, 經過建構預測分析模型後, 套用於現場即時監控, 當監測到仔豬被壓的情況, 立即驅動分娩舍智慧型機械設施調整母豬姿勢或位置, 使其不致壓斃仔豬, 降低其窒息的風險, 資訊系統規劃架構如圖 1 所示。本研究於系統建置過程中搭配影像系統, 但目前僅作為人工辨識豬隻行為作為聲紋研究使用, 並錄製相關影像資訊資料作為後續影像分析研究使用。



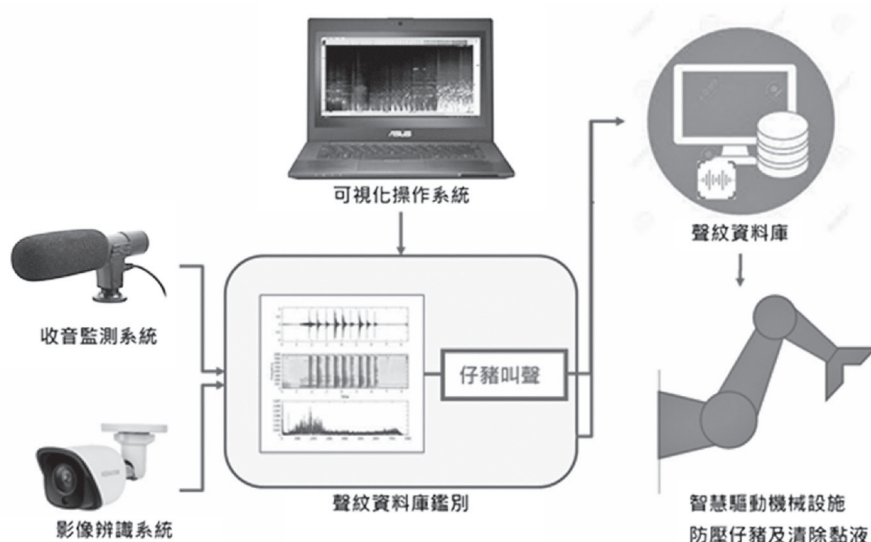


圖 1. 母豬分娩舍智慧型聲音監測系統架構示意圖。

Fig. 1. Schematic diagram of the intelligent monitoring system of the sow farrowing house.



圖 2. 母豬分娩舍聲音監測建置圖。

Fig. 2. Construction diagram of sound monitoring in the sow farrowing house.

母豬分娩舍所建置之仔豬叫聲收集聲紋裝置設備如圖 2 所示，麥克風主要安裝於母豬分娩欄上方（圖 2 圈內），約 15 – 20cm 的地方，方便收集母豬和仔豬的叫聲，而測試的分娩欄位上方均設置一隻麥克風，總共架設 4 隻麥克風進行聲紋相關收集。

豬隻聲紋主要研究步驟為先作端點偵測（Entropy Energy），利用梅爾頻率倒譜係數（Mel-frequency cepstral coefficients, MFCC），最後再進行特徵向量比對，進行辨識。辨識流程如圖 3 所示。

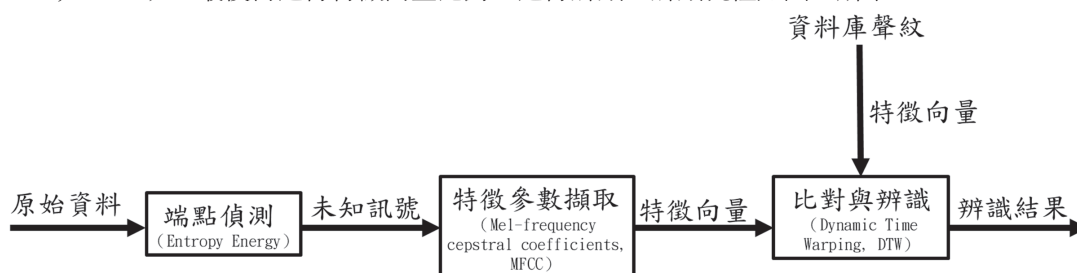


圖 3. 聲紋辨識流程。

Fig. 3. Voiceprint recognition process.



母豬分娩舍之錄音系統自動儲存錄音資料為 (Waveform Audio File Format, wav) 檔，為有效進行自動聲紋資料擷取，首先利用聲音頻譜的能量強度的熵 (entropy) 將有事件的聲音時間段挑出來，entropy 公式如下：

$$H = - \sum_{k=1}^N p_k \log(p_k)$$

H 為聲音頻譜的資訊熵 (information entropy)，也就是能量強度的熵，而 p 為該聲音事件發生的機率，k 為聲音事件種類的數量。當聲音在頻譜上出現事件時 (聲音能量在頻譜上較集中)，所計算出來的熵會較小 (如圖 4 所示)，故可以設定門檻，將低於門檻的聲音挑出來，當作聲音的端點。現階段軟體設計可自動於音訊檔儲存資料夾中自動批次載入檔案並進行聲音事件偵測，偵測得之資料則進行後續頻譜特性確認處理。

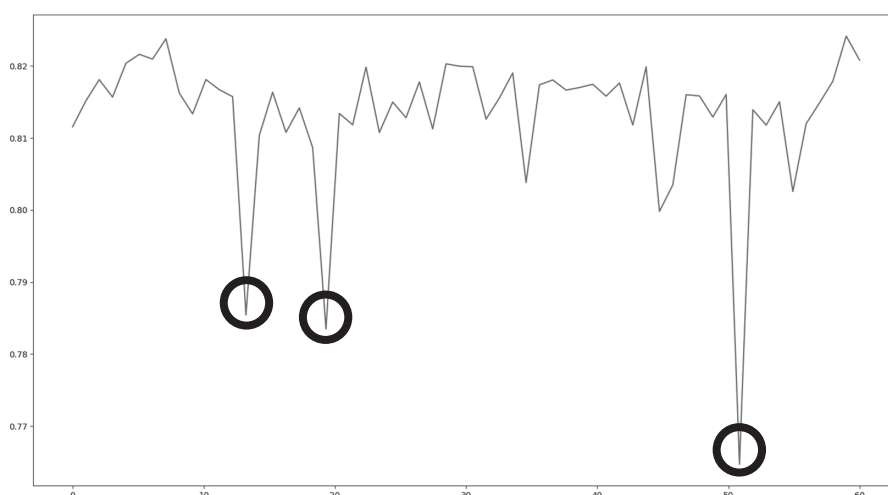


圖 4. 一分鐘內每秒的譜熵 (spectral entropy) 數值範例。

Fig. 4. Examples of spectral entropy values per second for one minute.

在母豬分娩舍之聲音事件，除了背景噪音外主要有母豬、仔豬、人聲、以及敲擊 (撞擊) 脈衝聲，因此針對聲音事件偵測之擷取輸出進行進一步分析，將人聲與敲擊 (撞擊) 脈衝聲排除，最後留下母豬與仔豬之聲訊並加以輸出該段聲訊與時頻譜圖。經過此程序擷取出之資料將用於建置豬鳴聲資料庫，以便進行機器學習及進一步分辨豬鳴聲情境。

本研究所選用的梅爾倒頻譜係數是一種常用的音訊特徵係數，梅爾倒頻譜係數被廣泛的運用在音訊及音樂資料庫的分類決策，除此之外，MFCC 也常應用於語音辨識以及生物聲音的辨識上，而其優點就是 MFCC 的辨識率相當的高，從蔣 (2008) 的研究得知，在語者辨識技術上，採用梅爾倒頻譜參數的方式有最好的辨識結果，即使是處於有噪音干擾導至有雜訊的音訊中，也能維持較佳的辨識率，因 MFCC 採用高頻少取低頻多取的方法，所以大多處於高頻的雜訊，也會因此被過濾掉。因本研究豬舍環境較為吵雜，為有效取得頻譜資料，建置聲紋資料庫，進而分析演算。

## 結果與討論

母豬分娩舍錄音資料存放電腦為主要平台，依豬鳴聲聲紋特性開發豬鳴聲訊號擷取軟體，並於該平台上直接運作進行豬鳴聲訊號擷取，目前已取得超過 8,000 筆豬鳴聲資料，當中以仔豬之豬鳴聲居多，相關豬鳴聲判別如圖 5。黃 (2011) 進行語音辨識相關研究，開發一套適合多種夜行性動物的辨識系統，將各個聲音樣本濾去雜訊、修正高頻，經特徵音訊切割，特徵萃取等程序，作為系統核心辨識之用，進行決策樹與模糊格推論之分類模組建置。本研究利用頻譜係數分析法，建立不同類型豬鳴叫頻譜背景資料，提供後續智慧化判定。

本研究參考 Wu *et al.* (2022) 研究，聲音樣本數據集記錄了四種分類，進食、正常、受驚和焦慮，採樣頻率為 48,000 Hz，及分類出 MFCC 基本特徵。母豬和仔豬同欄，所以收音的過程中會同時收到仔豬和母豬的聲音，因此需要將母豬和小豬的聲音進行分離才可以得到正確的仔豬聲音。於是利用錄影畫面來判斷各種狀態下的母豬和仔豬的聲音，如圖 6。圖 6 (a) 和圖 6 (b) 均為母豬的叫聲，而圖 6 (c) 和圖 6 (d) 為仔豬的聲音，如圖 6 所示，即時在生產前，母豬的叫聲頻率範圍均集中在 4,000 Hz 以下，而仔豬的聲音在 4,000 – 8,000 Hz 會有明顯的聲紋能量，因此，透過頻率響應高低頻的能量密度，可以正確區分出母豬和仔豬的聲音。

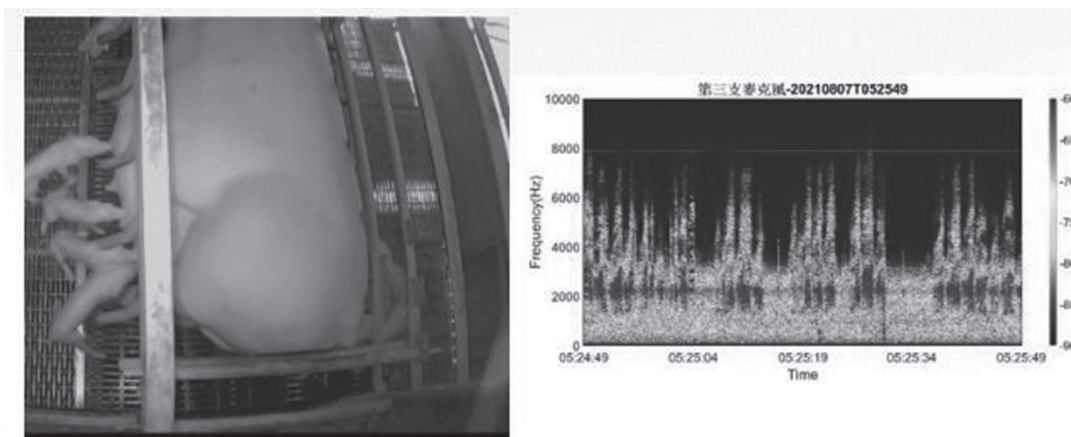


圖 5. 仔豬出生後哺乳之錄影畫面（左）及鳴叫聲之時頻譜圖（右）對照。

Fig.5. Comparison of the video image (left) and the frequency spectrum (right) of the piglet foraging after birth.

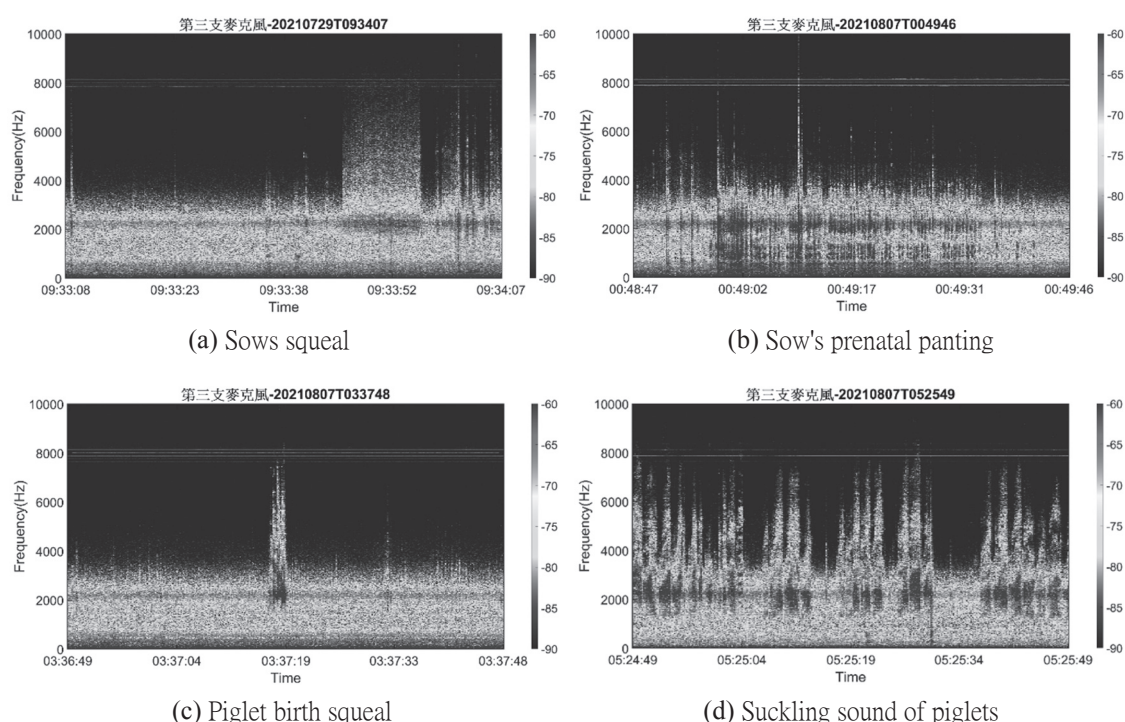


圖 6. 不同情境下母豬和仔豬的聲音。

Fig.6. Sow and piglet sounds in different situations.

在日常養豬過程中，仔豬剛出生的時候，會有少數小豬被母豬壓死，尤其是小豬剛出生 1 – 5 天，小豬行動還不靈活的時候。而有時候飼養不當還會咬死小豬，造成經濟損失。母豬壓死小豬的這種情況一般都是在母豬站起來喝水、排便、排尿後躺下時，或者是母豬翻身時造成的。寒冷的季節母豬壓死小豬的機率也會比往常高許多，這是因為天氣寒冷所以小豬特別喜歡靠在母豬身邊睡覺取暖。

一般仔豬聲紋和仔豬被壓聲紋之時頻譜圖如圖 7 所示，仔豬聲紋多為短促的叫聲，在時頻譜圖尚可看出較為明顯的時間差距，而仔豬被壓時會發出急促且連續的聲音，所以可以判斷為仔豬被壓。在母豬分娩舍所收集的仔豬叫聲聲紋，經過建構預測分析模型後，套用於現場即時監控，當監測到仔豬被壓的情況（圖 7）。當無法以聲音或影像辨識方式偵測到壓到仔豬，而遠端人員透過監控系統覺得需要的時候進行遙控操作，被壓仔豬只有極短黃金時間的拯救機會。

未來將加入影像分析之功能，透過影像與聲紋之收集、辨識，全天候輔助監控、觀察、偵測母豬接近分娩前之臨床徵兆，應用於母豬分娩舍中，即時通知管理人員提供適當協助；於分娩後哺乳階段，透過智慧型作動輕拍裝置（圖 8）將可有效避免壓死仔豬之情況，藉以降低損失、提升仔豬育成率。目前可暫時判定分類之聲紋資料有仔豬聲音、母豬聲音、母豬分娩前喘息聲、人聲、器械敲擊聲音和小豬覓食聲音，而仔豬被壓的聲音和母豬聲

音太過近似，同樣落在 2,000 – 4,000 Hz，相似頻譜，尚無法被有效區分，未來將採影像辨識輔助人工智慧判斷，Jahns *et al.* (1998) 指出可利用聲頻的差異可辨識動物的狀況，Marsot *et al.* (2020) 也指出豬可利用卷積神經網絡 (convolution neural networks) 等辨識系統辨別豬體等外觀之差異。因此，未來透過 AI 大數據分析，透過聲紋及影像辨識雙向管道，增加人工智慧的精準度，母豬及仔豬可得到較好的照護，除促進動物福祉外，亦能增加離乳仔豬存活率。

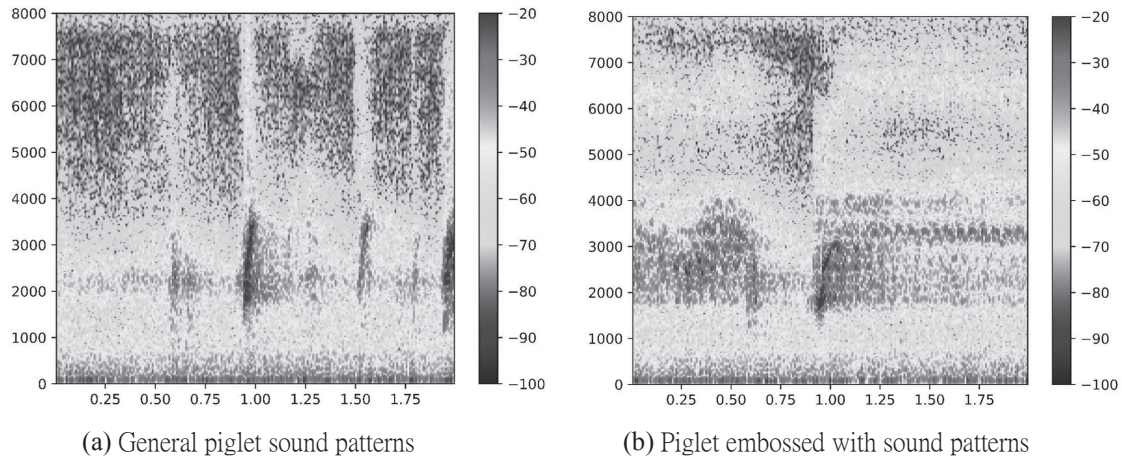


圖 7. 仔豬鳴叫聲頻譜圖。

Fig.7. Spectrogram of piglet chirping sound data.



圖 8. 智慧型作動輕拍裝置圖。

Fig.8. Smart motion tapping device diagram.

## 結 論

本研究針對仔豬不同狀況鳴叫聲提出了基於使用 AI 搭配音訊特徵 (Mel-scale Frequency Cepstral Coefficients, MFCC) 以用作分類的方法，不同於當前的影像辨識分類方法，礙於本系統目前所開發的技術，仔豬被壓的聲音和母豬聲音頻譜太過近似，同樣落在 2,000 – 4,000 Hz 的頻譜，另外目前仔豬被壓的樣本數太少 (目前僅有一有效樣本)，透過訓練學習無法判定為有效，尚無法精準辨識，未來研究必須投入影像研究輔助辨識，因聲音會受雜訊影響，而影



像會有拍攝死角，兩者相輔相成，除強化智慧型聲音監控系統準確度外，未來亦可將兩者整合成物聯網系統之一環，可協同作業，增加管理效率。

## 參考文獻

- 行政院農業委員會。2016。以智慧科技邁向台灣農業 4.0 時代。  
<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2505139>
- 曾康綺、張惠真。2019。農業季節性缺工 2.0 措施之農業人力調度個案研究－以臺中農業技術團為例。臺中區農業改良場研究彙報 144：35-49。
- 黃振榮。2011。夜行性動物聲音收錄與辨識系統。行政院農業委員會林務局保育研究系列 99-21 號。
- 蔣明達。2008。以時間領域濾波方式來計算梅爾倒頻譜參數的語者識別。中華技術學院電子工程研究所碩士班碩士論文，台北市。取自 <https://hdl.handle.net/11296/85v879>。
- Iwasaki, W., N. Morita, and M. P. B. Nagata. 2019. Iot sensors for smart livestock management. Elsevier, pp. 207-221.
- Jahns, G., W. Kowalczyk, and K. Walter. 1998. Sound analysis to recognize individuals and animal conditions. XIII CIGR Congress on Agricultural Engineering, 2-6 February 1998.
- Marsot, M., J. Mei, X. Shan, L. Ye, P. Feng, X. Yan, C. Li, and Y. Zhao. 2020. An adaptive pig face recognition approach using Convolutional Neural Networks. Comput. Electron. Agric. 173: 105386.
- Research and Markets. 2020. Global Precision Livestock Farming Market 2020-2024. <https://www.researchandmarkets.com/reports/5178373/global-precision-livestock-farming-market-2020>.
- Shen, W., D. Tu, Y. Yin, and J. Bao. 2021. A new fusion feature based on convolutional neural network for pig cough recognition in field situations. Inf. Process. Agric. (8): 573-580.
- Shi, Y. M. 2022. An improved machine learning model for pig abnormal voice recognition. J. Computers 33(6): 155-166.
- Statista. 2022. Number of pigs worldwide from 2012 to 2021 (in million head). <https://www.statista.com/statistics/263963/number-of-pigs-worldwide-since-1990/>.
- Wu, X., S. Zhou, M. Chen, Y. Zhao, Y. Wang, X. Zhao, D. Li, and H. Pu. 2022. Combined spectral and speech features for pig speech recognition. PLoS ONE 17(12): e0276778. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276778>.

# Research on voiceprint recognition for assisted sow parturition care system <sup>(1)</sup>

Yui-I Lai <sup>(2)(6)</sup> Bin-Yong Wang Jeng-Bin Lin <sup>(3)</sup> Hsiu-Lan Lee <sup>(4)</sup> and Yu-Tang. Sheen <sup>(5)</sup>

Received: Nov. 16, 2022; Accepted: Sep. 25, 2023

## Abstract

The purpose of this project will be to develop a smart farrowing care system for piglets by collecting the voiceprints of sow farrow, piglet and piglets' cry. The voiceprint data would be transmitted to the database designated by the Mel-frequency cepstral coefficient (MFCC) through the Internet for storage. Those voiceprints of this project were collected in the sow farrowing house and were used for on-site real-time monitoring after constructing a predictive analysis model. The voiceprints of sow farrow, piglet and piglet's cry will be transmitted and tested by MFCC when those voiceprints were collected. The data showed those of the sow farrow and piglets' cry voice points below 4,000 Hz, 4,000 - 8,000 Hz and 2,000 - 4,000 Hz were sow farrow, piglet voice and piglet's cry, respectively. The sound of the piglet being pressed was as similar as the sow farrow voice, which also falls at 2,000 - 4,000 Hz, with a similar frequency spectrum. This research might be to use image recognition to assist artificial intelligent judgment and to develop a smart farrowing care system in the future.

Key words: Pig farm, Robot, Artificial intelligence, Parturition.

---

(1) Contribution No. 2765 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Northern Region Branch, MOA-TLRI, Beidow, Changhua 52149, Taiwan, R. O. C.

(3) Forage Crops Division, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(4) Technical Service Division, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(5) Microsystem Center of the Industrial Technology Research Institute.

(6) Corresponding author, E-mail: laiylui@mail.tlri.gov.tw



# 蘭嶼豬生醫用飼料之研發<sup>(1)</sup>

陳益隆<sup>(2)(5)</sup> 王漢昇<sup>(3)</sup> 黃昱翎<sup>(4)</sup> 李士昕<sup>(2)</sup> 章嘉潔<sup>(2)</sup>

收件日期：112 年 7 月 24 日；接受日期：112 年 10 月 2 日

## 摘 要

本試驗旨在以自行配製之試驗料（test diet）取代實驗用迷你豬成長飼糧（Laboratory Mini-Pig Grower Diet 5081, Labdiet 5081），並探討其對離乳後蘭嶼豬生長性能、飼料效率及血液生理生化值之影響。試驗使用 16 頭離乳後蘭嶼豬，公母各半分兩組，一組餵食 Labdiet 5081，另一組餵飼自行開發之試驗料，兩種飼糧中之代謝能、粗蛋白質及粗脂肪含量相似，餘則互有高低不同，試驗期為 3 至 12 月齡共 42 週。試驗結果顯示，在 0 到 18 週期間，兩組生長性狀無顯著差異；而在 18 到 42 週期間，試驗料組之平均日增重（average daily gain, ADG）及飼料效率（feed efficiency, FE）顯著高於 Labdiet 5081 組，0 至 42 週整體來看，使用試驗料有顯著較高的 FE。血液生理值部分，9 月齡及 12 月齡間的試驗料組雖有顯著較低的紅血球計數（red blood count, RBC），但仍屬正常範圍。而血液生化值方面，6 月齡時的試驗料組有顯著較低的總蛋白（total protein, TP），9 月齡時有較低的肌酸激酶（creatinine kinase, CK），仍屬環境造成的波動。綜上所述，自行配製之蘭嶼豬飼糧可用於替代商業實驗用小型豬生長料 Labdiet 5081，且飼料成本每公斤降低約 3 倍，餵食兩種飼料的豬隻其體重、增重速度及背脂厚度皆相近，不影響血液生理生化性狀，且試驗料有較好飼料效率，可有效降低飼料成本。

關鍵詞：蘭嶼豬、生長性能、生理值。

## 緒 言

豬除了是世界上主要的畜產動物，提供人類所需的動物性蛋白，其解剖及生理構造亦與人類相似，相較於小鼠而言，其基因體相似度與人類較高（Bendixen *et al.*, 2010），因此研究各種人類生理功能和疾病時常以豬為動物模式（Lunney, 2007）。一般商業用豬體型大，作為試驗動物除了操作困難，飼養與試驗成本亦較高，反之體型較小之豬隻擁有操作較容易、食物及空間需求較低且醫藥試驗及麻醉劑劑量需求較少等優點。畜產試驗所於 1970 年代因應「發展豬隻供作醫學研究之用」（臺東種畜繁殖場，1996），自蘭嶼引進 4 公 16 母蘭嶼豬種畜，基於此基礎進行生醫用小型豬培育與選育，成功培育出畜試花斑豬、畜試迷彩豬及賓朗豬（李等，1998；朱，2006）等小型豬，供應全國各研究機構生醫研究使用。

蘭嶼豬為耳小豎立、體型較小、四肢細短、帶有黑毛且性成熟較早之特徵，適合做為生醫研究使用。近年來有許多國內外客戶由於試驗需求，需要了解蘭嶼豬不同階段之基礎生長資訊及所使用之飼糧組成等各項資料，然過往僅使用商業用肉豬飼糧進行飼養，除了可能造成豬隻肥胖影響生醫試驗操作，加上缺乏以專用飼糧配方進行完整的生長評估與生理資訊調查，較難與國外以專用飼糧配方飼養之實驗用小型豬做比較。吳等（2017）指出生醫用小型豬推廣以蘭嶼豬佔較多數，同時以 12 週齡以及 20 週齡以上較多，此時期各國通用之實驗豬商業飼料為實驗用迷你豬成長飼糧（Laboratory Mini-Pig Grower Diet）5081，簡稱 Labdiet 5081（LabDiet, 2020），該飼糧特色為高纖維、低代謝能，在保持豬隻正常生長狀況下，降低豬隻生長速度並減少脂肪堆積，但其僅能從國外進口，價格為商業用肉豬飼糧的 3 倍，且該配方為商業機密無法自行配製，因此需開發可替代之試驗料。近年來，國內許多研究團隊嘗試尋找適合蘭嶼豬生長所需之飼糧配方，以解決實驗豬飼料進口之問題。李等（2003）研究發現，體重 30 至 50 kg 蘭嶼豬每日固定餵飼 1 kg 飼糧及任食狼尾草，可獲得和任食飼料組之小型豬相同的生長及飼料利用效率。陳等（2017）進行之蘭嶼豬最適營養生理探討與專用飼糧開發研究，結果發現，以粗蛋白 16% 飼糧餵飼蘭嶼豬，豬隻之

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2766 號。

(2) 農業部畜產試驗所東區分所。

(3) 新竹縣關西鎮公所。

(4) 農業部動植物防疫檢疫署高雄分署。

(5) 通訊作者，E-mail:l8077606@mail.tlri.gov.tw

增重及飼料轉換率皆優於餵飼粗蛋白質 13% 之飼糧者，而飼料代謝能對蘭嶼豬的飼料攝食量、生長性能及背脂厚度則無影響。劉及林（2019）使用 Göttigen 小型豬推薦飼料配方（USDA 1160）增減 10% 營養濃度進行 8 – 25 公斤之蘭嶼豬固定餵飼量試驗，結果發現以 USDA 1160 之原營養濃度即可滿足蘭嶼豬之正常生長。李與劉（2020）參照 USDA 1160 之小型豬配方，分為額外添加 5% 苜蓿、10% 及 20% 麩皮等三組飼糧，其飼糧粗纖維含量分別為 3.56%、3.23% 及 3.95%，發現三組飼糧並未顯著影響生長性能及背脂厚度，因此麩皮可作為蘭嶼豬飼糧纖維來源之原料選擇，顯見蘭嶼豬可適應高粗纖維含量飼料。

因此，本篇研究以農業部畜產試驗所近十年研究開發之飼糧為基礎（李等，2003；陳等，2017；劉及林，2019；李及劉，2020）優化後作為蘭嶼豬專用飼糧，並與商業用實驗豬飼糧 Labdiet 5081 比較，以優化飼養模式，希望藉此了解目前蘭嶼豬各方面性能以供後續研究之參考，累積與更新我國生醫用小型豬之基礎生長與性能資訊。

## 材料與方法

### I. 試驗動物與飼糧配方

試驗採用離乳後（平均約 54 日齡）體重約 7 公斤蘭嶼豬 16 頭，其分兩組各 8 頭（公母各半），飼養期間一組餵飼 Labdiet 5081，另外一組餵飼自行配製之小型豬試驗料（test diet），前述兩種飼料之粗蛋白質、代謝能、離胺酸及粗纖維含量如表 1 所示。所有豬隻採個飼且皆為限飼，並每週進行秤重，每日餵飼量為當週體重之 2% 至 5%，依其體重給予不同餵飼比例（Bollen *et al.*, 2000），並供應充足之飲水，所使用之動物經過農業部畜產試驗所東區分所（臺東場區）實驗動物照護及使用小組審查同意（同意書號碼：畜試動字 111-05）。

表 1. 試驗飼糧組成

Table 1. The composition of experimental diets

Diet	Test diet	Labdiet 5081
Primary Ingredients	Corn, soybean meal, wheat bran, limestone, choline, molasses, salt, alfalfa pellet, vitamin premix <sup>a</sup> , mineral premix <sup>b</sup> .	Ground oats, wheat middlings, dehydrated alfalfa meal, dehulled soybean meal, dried beet pulp, calcium carbonate, cane molasses, salt, DL-methionine, dicalcium phosphate, monocalcium phosphate, cholecalciferol, folic acid, choline chloride, pyridoxine hydrochloride, vitamin A acetate.
Calculated value		
Metabolizable energy, kcal/kg	2,400	2,410
Analyzed value		
Crude protein,%	13.96	14
Crude fiber,%	9.76	15
Crude fat,%	2.72	2.8
ADF <sup>c</sup> ,%	11.48	18.7
NDF <sup>d</sup> ,%	22.33	36.3
Lysine, %	0.67	0.57
Calcium,%	1.53	0.85
Phosphorus, %	0.63	0.5
Price, NTD/kg <sup>e</sup>	16.4	59.5

<sup>a</sup> Vitamin supplied the following per kilogram of premix: vitamin A, 6000 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 400 IU; vitamin E, 20 IU; vitamin K<sub>3</sub>, 2 mg; vitamin B<sub>1</sub>, 2.6 mg; vitamin B<sub>2</sub>, 2 mg; Niacin, 30 mg; Pantothenic acid, 30 mg; Pyridoxine, 3 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 0.6 mg; Biotin, 0.2 mg

<sup>b</sup> Mineral supplied the following per kilogram of premix: Fe (FeSO<sub>4</sub>•7H<sub>2</sub>O, 20.09% Fe), 80 mg; Cu (CuSO<sub>4</sub>•5H<sub>2</sub>O, 25.45% Cu), 5 mg; Mn (MnSO<sub>4</sub>•H<sub>2</sub>O, 32.49% Mn), 6 mg; Zn (ZnSO<sub>4</sub>, 80.35% Zn), 45 mg; I (KI), 0.2 mg; Se (NaSeO<sub>3</sub>, 45.56% Se), 0.1 mg; Co (CoSO<sub>4</sub>•H<sub>2</sub>O, 32% Co), 0.35 mg

<sup>c</sup> Acid detergent fiber

<sup>d</sup> Neutral detergent fiber

<sup>e</sup> New Taiwan dollar

## II. 生長性能測定

試驗豬隻每週秤一次體重 (body weight, BW)，利用上述體重計算各期間之平均日增重 (average daily gain, ADG)，於試驗開始、6 月齡及 12 月齡以超音波背脂測定儀 (Sono-Grader, RENCO Corporation, U.S.) 測定第四肋 (第一點)、最後肋 (第二點) 及最後腰椎 (第三點) 之三點背脂厚度 (backfat, BF)，飼養期間記錄每欄採食量以計算平均採食量 (average daily feed intake, ADFI) 及飼料效率 (feed efficiency, FE)，本試驗進行試驗料組與 Labdiet 5081 組比較時，皆使用組內所有豬隻不分公母的平均數值。

## III. 血液生理生化值測定

於試驗開始、3 月齡、6 月齡、9 月齡及 12 月齡時，每頭進行前腔靜脈採血，並將血液收集於含抗凝劑 EDTA - K<sub>2</sub> 之紫頭採血管及含促凝劑之黃頭採血管中，血液樣品進行血液細胞生理及生化分析測定。血液生化檢測項目包括肌酸激酶 (creatinase, CK)、鹼性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP)、葡萄糖 (glucose, GLU)、乳酸脫氫酶 (lactate dehydrogenase, LDH)、血清球蛋白 (globulin, GLB)、血清白蛋白 (albumin, ALB)、總蛋白 (total protein, TP)、尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN)、肌酸酐 (creatinine, CREAT)、總膽固醇 (cholesterol, CHOL) 及三酸甘油酯 (triglyceride, TG) 等 11 項，樣品採用全自動生化儀 (Automatic Biochemical Analyzer, Hitachi 7020, Japan) 進行分析，而血液生理檢測項目包括白血球計數 (white blood count, WBC)、紅血球計數 (red blood count, RBC)、血小板 (platelet, PLT)、平均血球容積 (mean corpuscular volume, MCV)、血球容積比 (hematocrit, HCT)、平均血球血紅素量 (mean corpuscular haemoglobin, MCH)、平均血球血紅素濃度 (mean corpuscular hemoglobin concentration, MCHC) 及血紅素 (hemoglobin, HGB) 等 8 項，樣品採用全自動血液分析儀 (Sysmex XT-2000iV, Sysmex Corporation, Japan) 進行檢測。

## IV. 統計分析

收集之試驗資料以 SAS 統計軟體 (SAS, 2014) 進行獨立樣本 t- 檢定分析。

# 結果與討論

## I. 試驗料與 Labdiet 5081 對蘭嶼豬生長性狀之影響

本試驗設計之試驗料與 Labdiet 5081 對蘭嶼豬生長性狀的結果如表 2 所示。結果顯示，試驗 0 到 18 週期間，體重、ADG、ADFI、BF 及 BF 增加量，組間皆無顯著差異；然而，試驗 18 到 42 週期間，給予試驗料之組別其 ADG 及飼料效率顯著高於 Labdiet 5081 組 ( $P < 0.05$ )，其餘性狀無顯著差異；而整個試驗期間 (0 - 42 週)，給予試驗料之蘭嶼豬僅飼料效率顯著高於 Labdiet 5081 組 ( $P < 0.05$ )，其餘性狀亦無顯著差異。ADG 及飼料效率不同的原因可能與飼料纖維含量不同有關，Duncan *et al.* (1983) 指稱高纖維日糧需要較多的咀嚼而致能量攝取降低，Hao *et al.* (2021) 指出在大部分情況下日糧中的纖維會降低消化率並抑制能量的儲存，本次試驗使用之 Labdiet 5081 飼料粗纖維約 15%，而試驗料粗纖維約 10%，因此 Labdiet 5081 組有較低的 ADG 及飼料效率。林等 (2018) 研究中亦表明，肥育期黑豬飼高纖維飼糧會有較差的增重與飼料轉換率，然而本試驗結果顯示，試驗料組在其他生長性狀上的表現，雖有較 Labdiet 5081 組稍高的趨勢，但統計上並無顯著差異。

整個試驗期間蘭嶼豬的體重變化如圖 1 所示。結果顯示，試驗料與 Labdiet 5081 所造成的體重變化是相似的，且無顯著差異。Bollen *et al.* (2000) 指出，成豬體型較小的 Yucatan Micro、Göttingen 及 Sinclair 迷你豬，在任飼情況下，6 月齡體重 12 至 22 公斤間，12 月齡體重 25 至 40 公斤間，而成豬體型較大的 Yucatan 及 Hanford 迷你豬，同樣在任飼情況下，6 月齡體重則在 25 至 40 公斤間，12 月齡體重在 45 至 70 公斤間。本試驗之試驗料組

及 Labdiet 5081 組蘭嶼豬，在 6 個月齡時平均體重分別為 21.3 公斤及 21.8 公斤，而 12 個月齡時平均體重分別為 49.7 公斤及 47 公斤，可發現蘭嶼豬在兩種飼料來源下，皆接近 Yucatan 及 Hanford 之生長水準，顯示蘭嶼豬屬於成豬體型較大的迷你豬。另 Kim *et al.* (2015) 則指出 Yucatan 小型豬經限飼飼養一年後，女豬平均體重約在 44.7 公斤，而公豬平均體重約在 55.2 公斤，公母合計平均體重為 50.0 公斤，亦與本試驗結果相似。試驗結果顯示本試驗所用之試驗料可有效替代 Labdiet 5081，蘭嶼豬使用試驗料 1 年後，其體重可與國際上通用之小型豬品種相似，供給蘭嶼豬隻生長所需養分的同時，可保持低體脂特性，可強化蘭嶼豬於生醫用途之可推廣適期。

表 2. 試驗料與 Labdiet 5081 對蘭嶼豬生長性能的影響

Table 2. Effects of the test diet and Labdiet 5081 on the growth performance of Lanyu pigs

	Test diet	Labdiet 5081
	n = 8	n = 8
Initial BW <sup>c</sup> , kg	6.71 ± 0.99	6.74 ± 0.88
Initial BF <sup>d</sup> thickness, mm	4.71 ± 0.43	4.63 ± 0.66
0-18 <sup>th</sup> wk		
18 <sup>th</sup> wk BW, kg	21.3 ± 3.92	21.80 ± 4.1
ADG <sup>e</sup> , kg	0.12 ± 0.03	0.12 ± 0.03
ADFI <sup>f</sup> , kg	0.50 ± 0.09	0.51 ± 0.09
Gain/Feed	0.23 ± 0.02	0.23 ± 0.02
BF thickness, mm (18 <sup>th</sup> wk)	6.92 ± 1.32	6.75 ± 1.81
Increment of BF thickness, mm (0-18 <sup>th</sup> wk)	2.21 ± 1.33	2.13 ± 1.42
18-42 <sup>th</sup> wk		
42 <sup>th</sup> wk BW, kg	49.7 ± 8.93	47.0 ± 7.17
ADG, kg	0.17 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.03 <sup>b</sup>
ADFI, kg	0.95 ± 0.18	0.91 ± 0.14
Gain/Feed	0.18 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.16 ± 0.02 <sup>b</sup>
BF thickness, mm (42 <sup>th</sup> wk)	15.0 ± 2.25	14.7 ± 4.36
Increment of BF thickness, mm (18-42 <sup>th</sup> wk)	8.08 ± 2.41	7.92 ± 3.43
0-42 <sup>th</sup> wk		
ADG, kg	0.15 ± 0.03	0.14 ± 0.02
ADFI, kg	0.73 ± 0.14	0.72 ± 0.11
Gain/Feed	0.20 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.19 ± 0.02 <sup>b</sup>
Increment of BF thickness, mm (0-42 <sup>th</sup> wk)	10.3 ± 2.15	10.0 ± 4.40

<sup>a,b</sup> Means within the same column with the different superscripts differ significantly (P < 0.05)

Data are presented as the mean ± SD.

<sup>c</sup> Body weight

<sup>d</sup> Backfat

<sup>e</sup> Average daily gain

<sup>f</sup> Average daily feed intake



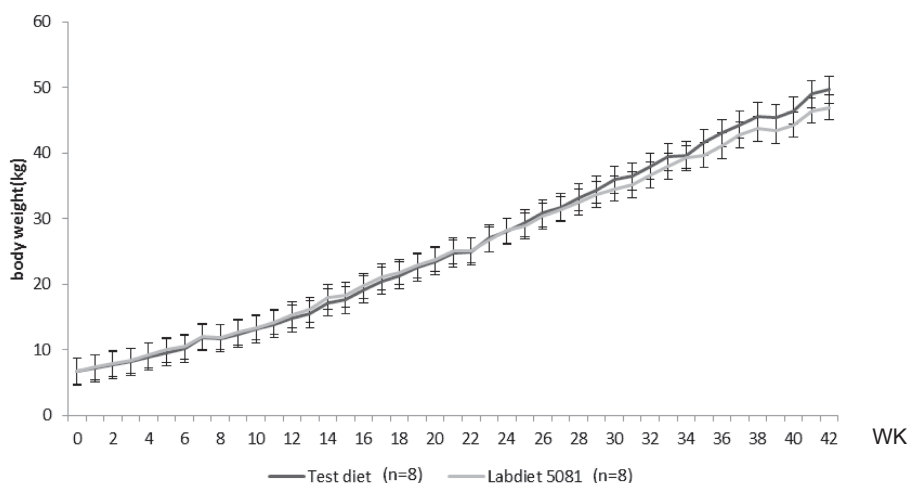


圖 1. 試驗期間蘭嶼豬體重變化情形。

Fig. 1. Changes in body weight of Lanyu pigs during the experimental period.

## II. 蘭嶼豬血液生理生化值之測定

試驗料與 Labdiet 5081 對蘭嶼豬血液生理值的影響如表 3 所示，僅 9 月齡及 12 月齡之試驗料組別之 RBC 數值顯著低於 Labdiet 5081 組 ( $P < 0.05$ )，其餘數值無顯著差異。在 3 月及 6 月齡階段，其指標與吳與章 (2018a) 所測得之範圍接近，且吳與章 (2018a) 研究中亦有將蘭嶼豬與中國實驗用小型豬 (馮等, 2013) 及哥廷根小型豬 (Ellegaard Gottingen minipigs, 2016) 進行比較，結果顯示大多數血液生理值接近，唯 3 月齡 WBC 及血小板有較高之狀況。此血小板與 WBC 數量上升之現象可能與感染及發炎反應有關 (Klinger and Jelkmann, 2002; Tigner *et al.*, 2020)，但隨豬隻年齡增大血小板與 WBC 則逐漸下降，而其餘血液生理值性狀則有隨年齡增長而逐漸提升之趨勢 (Stevanevi *et al.*, 2019)。在 9 月及 12 月齡階段，Labdiet 5081 組 RBC 顯著高於試驗料組，可能因為試驗料中含有約 25% 之麩皮，Newton *et al.* (1983) 指出，飼糧中含 20% 的麩皮將導致減低銅、鋅和鐵之吸收量。而銅及鐵為紅血球合成的重要元素，因此可能導致試驗料組紅血球數量較低，但與之前的研究相比 (行政院農業委員會畜產試驗所, 2010; 吳與章, 2018a, 2019) 仍屬合理範圍。雖 Humann-Ziehank and Ganter (2012) 研究顯示，各項血液數值會受品種、遺傳、飼養管理、氣候條件、生活環境及測定方法等因素的影響而有差異，然本試驗兩組間並未出現數值異常高或低之情況，顯示以此試驗料飼養蘭嶼豬，並未嚴重影響血液數值表現。

血液生化值結果如表 4 所示，結果顯示 6 月齡時餵食試驗料之組別僅 TP 值顯著低於餵飼 Labdiet 5081 之組別 ( $P < 0.05$ )，而 9 月齡時，僅 CK 值顯著低於餵飼 Labdiet 5081 之組別 ( $P < 0.05$ )，其餘無顯著差異。本試驗結果除了與吳與章 (2018b) 進行蘭嶼豬 3 月齡及 6 月齡之血液生化值檢測結果相似，亦與中國實驗用小型豬 (馮等, 2013) 及哥廷根小型豬 (Ellegaard Gottingen minipigs, 2016) 之結果相近，顯示試驗料對於維持蘭嶼豬血液生化值有一定水準。然而 6 月齡時試驗料組 TP 值較 Labdiet 5081 組低，可能原因為 6 月齡時豬隻處於熱季，Aberle *et al.* (1974) 指出於持續熱緊迫狀態下，豬隻會提高呼吸速率以排出熱量，而使血液中二氧化碳過度排出，造成血液 pH 值上升，嚴重可能導致呼吸性鹼中毒，而血液中的蛋白質可做為緩衝物穩定 pH 值，故若有較高熱緊迫狀況的豬隻，可能就會有較高的 TP 濃度。此外，Labdiet 5081 有較高的粗纖維含量，而高纖維會產生較高的食餘熱，可能更容易造成熱緊迫 (Renaudeau *et al.*, 2012)，故產生較高 TP 濃度，以緩解血液 pH 值變化，因此使 Labdiet 5081 組的 TP 值較高。而 9 月齡試驗料組 CK 值較 Labdiet 5081 組低，可能原因與上述相似，9 月齡時豬隻亦處於熱季，有研究指出豬隻處於熱緊迫狀態下，會造成其肌肉損傷使 CK 濃度上升 (Mendoza *et al.*, 2017)，因此 Labdiet 5081 組因飼料纖維含量較高，有較高食餘熱，導致熱緊迫程度較高，因此有較高的 CK 濃度。另 Bjurström *et al.* (1995) 表明豬隻在被固定不動時，因抑制其正常逃跑行為將會產生緊迫，亦可能導致 CK 濃度上升，採血時的保定時間長短不同，因而可能造成差異。

## 結 論

本試驗發現本研究之蘭嶼豬飼糧可用以替代 Labdiet 5081，對豬隻體重、增重速度及背脂厚度皆具相近效果。此外，配製飼料並不影響豬隻血液生理生化性狀，且飼料每公斤成本僅約為 Labdiet 5081 的三分之一，另外自行配



表 3. 試驗料與 Labdiet 5081 對蘭嶼豬血液生理指標的影響  
Table 3. Effects of the test diet and Labdiet 5081 on the hematological parameters of Lanyu pigs

Item	Test diet	Labdiet 5081	Test diet	Labdiet 5081	Test diet	Labdiet 5081	Test diet	Labdiet 5081
	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8
	-----3 months-----		-----6 months-----		-----9 months-----		-----12 months-----	
WBC <sup>c</sup> (109/L)	25.3 ± 9.6	23.9 ± 11.0	17.7 ± 7.1	16.4 ± 9.3	14.8 ± 2.0	14.4 ± 6.6	14.6 ± 6.6	15.4 ± 6.6
RBC <sup>d</sup> (1010/L)	774.9 ± 134.7	753.3 ± 329.2	730.5 ± 179.4	721.4 ± 269.3	735.8 ± 53.3 <sup>a</sup>	776.1 ± 67.8 <sup>b</sup>	717.9 ± 92.8 <sup>a</sup>	776.4 ± 104.2 <sup>b</sup>
HGB <sup>e</sup> (g/L)	127.0 ± 23.5	119.9 ± 52.0	126.0 ± 32.2	132.9 ± 10.3	136.5 ± 17.2	141.4 ± 12.0	140.3 ± 22.1	146.3 ± 14.9
HCT <sup>f</sup> (%)	43.0 ± 8.4	42.0 ± 18.8	47.2 ± 10.8	49.0 ± 10.7	47.0 ± 5.6	48.3 ± 5.1	46.3 ± 7.1	48.5 ± 7.6
MCV <sup>g</sup> (fl)	55.5 ± 5.4	55.9 ± 10.9	64.7 ± 5.1	69.5 ± 19.8	63.9 ± 4.8	62.3 ± 8.5	64.5 ± 3.2	62.6 ± 9.2
MCH <sup>h</sup> (pg)	16.4 ± 1.0	15.9 ± 1.9	17.2 ± 0.68	19.2 ± 10.2	18.5 ± 1.4	18.2 ± 2.0	19.5 ± 1.0	18.9 ± 1.7
MCHC <sup>i</sup> (g/L)	295.5 ± 15.7	285.9 ± 29.2	266.9 ± 17.1	277.6 ± 60.8	290.4 ± 8.8	293.3 ± 20.3	302.8 ± 9.1	302.3 ± 21.3
PLT <sup>j</sup> (109/L)	328.0 ± 254.7	452.0 ± 481.9	133.6 ± 148.9	265.6 ± 380.4	209.4 ± 140.2	268.0 ± 114.6	203.4 ± 141.2	259.0 ± 106.0

<sup>a,b</sup> Means within the same row with the different superscripts differ significantly ( P < 0.05 )

Data are presented as the mean ± SD.

<sup>c</sup>. White blood count

<sup>d</sup> Red blood count

<sup>e</sup> Hemoglobin

<sup>f</sup>. Hematocrit

<sup>g</sup> Mean corpuscular volume

<sup>h</sup>. Mean corpuscular haemoglobin

<sup>i</sup>. Mean corpuscular hemoglobin concentration

<sup>j</sup>. Platelet

表 4. 試驗料與 Labdiet 5081 對蘭嶼豬血液生化指標的影響  
Table 4. Effects of the test diet and Labdiet 5081 on the blood biochemical parameters of Lanyu pigs

Item	Test diet	Labdiet 5081	Test diet	Labdiet 5081	Test diet	Labdiet 5081	Test diet	Labdiet 5081
	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8
	-----3 months-----		-----6 months-----		-----9 months-----		-----12 months-----	
CK <sup>c</sup> (U/L)	718.3 ± 1041.9	1122.9 ± 1780.6	750.9 ± 902.0	808.5 ± 993.2	512.6 ± 461.1 <sup>a</sup>	1808.3 ± 2913.6 <sup>b</sup>	775.0 ± 794.0	741.6 ± 1030.1
ALP <sup>d</sup> (U/L)	132.4 ± 77.4	122.9 ± 59.9	108.6 ± 62.1	87.4 ± 44.6	154.1 ± 88.3	129.0 ± 50.1	117.8 ± 51.1	107.4 ± 38.8
LDH <sup>e</sup> (U/L)	379.3 ± 102.9	404.8 ± 111.6	374.1 ± 89.8	381.0 ± 53.2	557.5 ± 248.2	677.5 ± 305.8	555.8 ± 106.4	533.6 ± 125.1
GLU <sup>f</sup> (mg/L)	995.0 ± 590.0	875.0 ± 256.3	1165.0 ± 895.0	961.3 ± 467.6	707.5 ± 151.8	837.5 ± 422.3	758.8 ± 262.0	806.3 ± 253.0
ALB <sup>g</sup> (mg/L)	35.8 ± 3.8	36.1 ± 6.5	42.5 ± 8.1	42.9 ± 6.0	44.3 ± 10.9	45.5 ± 4.3	49.3 ± 4.0	50.3 ± 7.0
GLB <sup>h</sup> (mg/L)	28.1 ± 4.5	25.9 ± 5.1	27.3 ± 3.7	31.9 ± 14.1	29.1 ± 22.0	29.1 ± 9.6	21.3 ± 5.4	22.6 ± 5.1
TP <sup>i</sup> (mg/L)	63.9 ± 7.0	62.0 ± 9.6	69.8 ± 6.3 <sup>a</sup>	74.8 ± 9.6 <sup>b</sup>	73.4 ± 11.9	74.6 ± 7.5	70.5 ± 4.1	72.9 ± 8.4
BUN <sup>j</sup> (mg/L)	123.8 ± 34.0	147.6 ± 79.5	183.1 ± 85.2	173.9 ± 69.4	71.5 ± 21.9	81.3 ± 26.5	77.8 ± 28.0	82.3 ± 31.7
CREAT <sup>k</sup> (mg/L)	11.0 ± 1.6	11.2 ± 2.9	12.8 ± 4.0	13.5 ± 2.6	10.4 ± 3.4	11.2 ± 3.0	8.9 ± 2.1	9.6 ± 4.4
CHOL <sup>l</sup> (mg/L)	858.8 ± 199.6	821.3 ± 143.6	907.5 ± 183.8	891.3 ± 331.8	828.8 ± 184.7	787.5 ± 269.1	870.0 ± 148.9	913.8 ± 226.0
TG <sup>m</sup> (mg/L)	300.0 ± 150.0	407.5 ± 267.0	511.3 ± 366.7	430.0 ± 302.2	410.0 ± 274.2	351.3 ± 182.5	537.5 ± 302.5	542.5 ± 144.5

<sup>a,b</sup> Means within the same row with the different superscripts differ significantly (P < 0.05)  
Data are presented as the mean ± SD. creatinine  
<sup>c</sup> Creatine kinase, <sup>d</sup> Phosphatase, <sup>e</sup> Lactate dehydrogenase, <sup>f</sup> Glucose, <sup>g</sup> Albumin, <sup>h</sup> Globulin, <sup>i</sup> Total protein, <sup>j</sup> Blood urea nitrogen, <sup>k</sup> Creatinine  
<sup>l</sup> Cholesterol, <sup>m</sup> Triglyceride

製試驗料還有較好飼料效率，可有效降低飼料成本，此結果可供蘭嶼豬飼糧配方參考，建構更符合生醫用蘭嶼豬之飼養模式，更可以此基礎開發不同營養飼糧建立不同生長資料，以符合未來生醫使用目標。

## 參考文獻

- 行政院農業委員會畜產試驗所。2010。實驗用小型豬生產與供應。<http://minipigs.angrin.tlri.gov.tw/modules/tinyd0/index.php?id=20>。
- 林正鏞、王漢昇、黃憲榮、張以恆、張仲彰、李秀蘭。2018。餵飼高纖維飼糧對肥育期黑豬之生長性能、屠體性狀、屠肉滴水失重及蒸煮失重之影響。畜產研究 51(4)：224-233。
- 朱賢斌。2006。畜產遺傳資源 - 小型豬。科學發展。405：34-39。
- 吳昇陽、朱賢斌、鄭裕信、章嘉潔。2017。生醫研究用小型豬推廣之調查。畜產研究 50(4)：288-293。
- 吳昇陽、章嘉潔。2018a。小型豬血液生理指標檢測。畜產研究 51(1)：1-7。
- 吳昇陽、章嘉潔。2018b。蘭嶼豬血液生化性狀之分析。畜產研究 51(3)：157-165。
- 吳昇陽、章嘉潔。2019。不同小型豬血液生化值與品種間之差異。畜產研究 52(4)：198-205。
- 李恒夫、劉芳爵。2020。飼糧中粗纖維來源及含量對蘭嶼豬生長性能、背脂厚度及血液生化值之影響。畜產研究 53(3)：159-168。
- 李啟忠、陳文誠、曾晉郎、張秀鑾、吳明哲。1998。蘭嶼豬近親品系之白色斑和棕色斑體色選拔。中畜會誌 27(4)：485-497。
- 李啟忠、廖宗文、黃政齊、曾穎玉、朱賢斌、陳文誠、鄭連春。2003。蘭嶼豬餵飼飼料及狼尾草對其生長及屠體性能之影響。畜產研究 36(2)：157-164。
- 陳亮君、楊凌緯、黃敏雄、朱賢斌、廖宗文。2017。飼糧不同粗蛋白質及代謝能含量在涼季和熱季對蘭嶼豬生長性能及背脂厚度的影響。畜產研究 50(1)：45-51。
- 馮媛媛、白雪源、賀津、葉建華、陳香美。2013。中國實驗用小型豬血液指標正常參考值分析。中國畜牧獸醫 40(6)：139-141。
- 臺東種畜繁殖場。1996。小型豬。臺灣省畜產試驗所臺東種畜繁殖場編印。pp. 1-16。
- 劉芳爵、林幼君。2019。不同飼糧粗蛋白質含量對蘭嶼豬體增重與血液生化值之影響。畜產研究 52(2)：66-71。
- Aberle, E. D., R. A. Merkel, J. C. Forrest, and C. W. Alliston. 1974. Physiological responses of stress susceptible and stress resistant pigs to heat stress. J. Anim. Sci. 38: 954-959.
- Bendixen, M., M. Danielsen, K. Larsen, and C. Bendixen. 2010. Advances in porcine genomics and proteomics: a toolbox for developing the pig as a model organism for molecular biomedical research. Brief. Funct. Genomics 9: 208-219.
- Bjurström, S., J. Carlsten, K. Thorén-Tolling, and L. Jönsson. 1995. Distribution and morphology of skeletal muscle lesions after experimental restraint stress in normal and stress-susceptible pigs. J. Vet. Med. A. 42: 575-587.
- Bollen, P. J. A., A. K. Hansen, and H. J. Rasmussen. 2000. The Laboratory Swine. Boca Raton, FL: Taylor and Francis group.
- Duncan, K. H., J. A. Bacon, and R. L. Weinsier. 1983. The effects of high and low energy density diets on satiety, energy intake, and eating time of obese and nonobese subjects. Am. J. Clin. Nutr. 37: 763-769.
- Ellegaard Gottingen minipigs. 2016. <https://minipigs.dk/about-gottingen-minipigs/background-data>. Pdf.
- Hao L., Y. Jie, T. Bie, C. Jiashun, Z. Haihan, L. Zhiqing, and M. Xiaokang. 2021. Physiological function and application of dietary fiber in pig nutrition: A review. Anim. Nutr. 7: 259-267.
- Humann-Ziehank, E. and M. Ganter. 2012. Pre-analytical factors affecting the results of laboratory blood analyses in farm animal veterinary diagnostics. Animal 6: 1115-1123.
- Kim, H., K. D. Song, H. J. Kim, W. Park, J. Kim, T. Lee, D. H. Shin, W. Kwak, Y. J. Kwon, S. Sung, S. Moon, K. T. Lee, N. Kim, J. K. Hong, K. Y. Eo, K. S. Seo, G. Kim, S. Park, C. H. Yun, H. Kim, K. Choi, J. Kim, W. K. Lee, D. K. Kim, J. D. Oh, E. S. Kim, S. Cho, H. K. Lee, T. H. Kim, and H. Kim. 2015. Exploring the genetic signature of body size in Yucatan miniature pig. PLoS One 10: e0121732.
- Klinger, M. H. F. and W. Jelkmann. 2002. Role of blood platelets in infection and inflammation. J. Interferon Cytokine Res. 22: 913-922.
- LabDiet. 2020. Product Sheet 5081. <https://www.labdiet.com/product/detail/5081-laboratory-mini-pig-grower-diet#panel1>.
- Lunney, J. K. 2007. Advances in swine biomedical model genomics. Int. J. Biol. Sci. 3: 179-184.
- Mendoza, S. M., R. D. Boyd, P. R. Ferket, and E. van Heugten. 2017. Effects of dietary supplementation of the osmolyte

- betaine on growing pig performance and serological and hematological indices during thermoneutral and heat-stressed conditions. *J. Anim. Sci.* 95: 5040-5053.
- Newton, G. L., O. M. Hele, and C. O. Plank. 1983. Effect of wheat bran in practical diets on mineral absorption by pigs at two ages. *Can. J. Anim. Sci.* 63: 399-408.
- Renaudeau, D., A. Collin, S. Yahav, V. De Basilio, J. L. Gourdine, and R. J. Collier. 2012. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal* 6: 707-728.
- SAS Institute. 2014. *SAS User's Guide: Statistics*, Version 13.2 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA.
- Stevanevi, O., M. Cincovi, R. Ševi, B. Savi, B. Beli, N. Stojanac, I. Laki, and Z. Kovaevi. 2019. Age-associated and breed-associated variations in haematological and biochemical variables in Mangalitsa, Mangalitsa x Duroc and Large White Pig. *Acta. Sci. Vet.* 47: 1679.
- Tigner, A., S. A. Ibrahim, and I. Murray. 2020. *Histology, White Blood Cell*. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).

# Development of a biomedical diet for Lanyu pigs <sup>(1)</sup>

Yi-Long Chen<sup>(2)(5)</sup> Han-Sheng Wang<sup>(3)</sup> Yu-Ling Huang<sup>(4)</sup> Shi-Hsin Li<sup>(2)</sup> and Chia-Chieh Chang<sup>(2)</sup>

Received: Jul. 24, 2023; Accepted: Oct. 2, 2023

## Abstract

This study was conducted to replace the Laboratory Mini-Pig Grower Diet 5081 (Labdiet 5081) with a home-made test diet and to evaluate its effect on the growth performance, feed efficiency, blood hematological and biochemical parameters in weaned Lanyu pigs. Sixteen weaned Lanyu pigs (eight barrows and eight gilts) were divided into two groups with Labdiet 5081 and test diet. The experimental period lasted for 42 weeks from 3 to 12 months of age. The results showed that during the 0 to 18-week period, there were no significant differences in the growth performance between the two groups. However, from 18 to 42 weeks, the test diet group exhibited significantly higher average daily gain (ADG) and feed efficiency (FE) when compared to the Labdiet 5081 group. Overall, from 0 to 42 weeks, using the test diet resulted in significantly higher FE. In the blood physiological study, the test diet group showed significantly lower red blood cell count (RBC) at 9 and 12 months of age, but it still fell within the normal range. In the blood biochemical study, the test diet group showed significantly lower total protein (TP) at 6 months of age and lower creatine kinase (CK) at 9 months of age, but these variations were attributed to environmental influences. In conclusion, this home-made Lanyu pig diet can effectively replace the Laboratory Mini-Pig Grower Diet 5081. Furthermore, the test diet reduces the cost per kilogram of feed by approximately three times. Feeding both types of diets to Lanyu pigs resulted in similar body weight, growth rate, and backfat thickness, and showed no impact on blood physiological and biochemical characteristics. Additionally, the test diet demonstrated better feed efficiency, making it a cost-effective alternative.

Key words: Lanyu Pig, Growth performance, Physiological value.

---

(1) Contribution No. 2766 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Eastern Region Branch, MOA-TLRI, Ilan 268, Taiwan, R. O. C.

(3) Guanxi Township office, Hsinchu county.

(4) Kaohsiung Branch, Animal and Plant Health Inspection Agency, Ministry of Agriculture.

(5) Corresponding author, E-mail : 18077606@mail.tlri.gov.tw.



# 農業部畜產試驗所「畜產研究」稿約

(民國 94 年 3 月修訂)

(民國 108 年 12 月修訂)

(民國 111 年 11 月修訂)

(民國 112 年 8 月修訂)

- I. 本刊為學術性刊物，刊載有關畜產科學原創性研究報告及學術性專題論著。
- II. 本刊為季刊，每年 3 月、6 月、9 月及 12 月底出版。
- III. 文稿之排列順序為標題、摘要、緒言、材料與方法 (學術性專題論著可略)、結果、討論 (結果與討論可合為一節)、結論 (可略)、誌謝 (可略) 及參考文獻。以中文撰寫者，須附英文摘要 (Abstract)，以英文撰寫者，則附中文摘要。中英文摘要以不超過五百字為原則，須列中英文相對應之 3 至 6 個關鍵詞。
- IV. 文稿書寫格式，主要參考 Journal of Animal Science：
  - (i) 文稿請用 Word 檔 A4 紙張格式，內文以 12 號字型繕打，中文採新細明體，英文採 Times New Roman，圖表置於內文之後。行距採用行距 1.5，版面設定中等邊界 (上下 2.54cm，左右 1.91cm)，並編碼連續行號。
  - (ii) 文字敘述之編號依序為 I、(i)、1、(1)、A、(a)。圖表以圖 1、表 1 等順序表示。中文稿件之圖表標題及圖說請中英並列，圖表內文字請以英文呈現。文字敘述用英文者，圖表中之文字僅用英文。
  - (iii) 本刊以黑白印刷為原則，圖表務求印刷後可清楚分辨標示，並請以電腦繪製，以利排版。
  - (iv) 單位及縮寫：
    1. 單位使用公制，習見之符號及縮寫不必另附中文。專門名詞無適當譯名者可從原文。
    2. 以下常用之縮寫可直接撰寫於本刊稿件不須另作定義：
      - (1) 長度：km、m、cm、mm、 $\mu\text{m}$ 。
      - (2) 重量：kg、g、mg、 $\mu\text{g}$ 。
      - (3) 體積：L、mL、 $\mu\text{L}$ 。
      - (4) 時間：wk、d、h、min、s。
      - (5) 其他： $^{\circ}\text{C}$ 、pH、cal、rpm。
  - (v) 統計分析達顯著差異性請以 \*、<sup>a</sup>、<sup>b</sup>、<sup>c</sup> 等上標標示，並於表下方說明。
  - (vi) 參考文獻：
    1. 正文中須書出參考文獻之作者姓氏與年份：
      - (1) 西文文獻之作者僅一人者，書一人之姓如 (Johnson, 1991)；作者為二人者，書二人之姓如 (Johnson and Hobbs, 1991)；作者為三人或以上者，用第一人之姓後再書 *et al.* 如 (Johnson *et al.*, 1991)。
      - (2) 中文文獻之作者僅一人者，書一人之姓氏如 (趙, 1990)；作者為二人者，書二人之姓氏如 (趙及錢, 1990)；作者為三人或以上時，則於第一人姓氏後再加一等字如 (趙等, 1990)。
    2. 參考文獻列示以確經引用者為限，排列次序為作者、年份、題目、發表刊物名稱、卷數、頁數等依次書寫，例如：
      - (1) 期刊類  
王政騰、朱慶誠。1991。土番鴨繫留、電昏、放血、燙毛等屠宰條件之探討。畜產研究 24：133-140。  
胡怡浩、姜延年、陳銘正、潘金水。1991。北京鴨雜交品系與商業品系肉鴨之生長及屠體性能之比較。畜產研究 24：141-148。  
Ayub, M. and M. Shoaib. 2009. Studies on fodder yield and quality of sorghum alone and in mixture with guara under different planting techniques. Pak. J. Agri. Sci. 46: 25-29.  
Hsu, F. H., C. J. Nelson, and A. G. Matches. 1985. Temperature effects on germination of perennial warm-

season forage grasses. Crop Sci. 25: 215-220.

(2) 書本類

朱純燕。2001。水禽類小病毒蛋白基因之分子選殖及抗原性分析。國立中山大學生物科學系，博士論文，高雄市。

李登元。1979。乳牛學。臺灣商務印書館，臺北市，第 300 - 322 頁。

American Oil Chemists Society (AOCS). 1980. Official and Tentative Methods of the American Oil chemists Society. 3rd ed. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, IL, USA.

Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA, USA.

Tai C. 1985. Duck breeding and artificial insemination in Taiwan. Duck Production Science and World Practice, pp. 193-203. University of New England, Armidale, Australia.

Wang, Y. C. 1985. Regrowth ability of Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) in the dry, cold season in Taiwan. Proceedings of the XV International Grassland Congress, pp. 1239-1241. Kyoto, Japan.

(3) 其他類

農業部。2023。農業統計年報。https://agrstat.moa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx。

農業部。2023。農業部農業資料統計查詢。http://agrstat.moa.gov.tw/sdweb/public/maintenance/Announce.aspx。

SAS. 2015. SAS/STAT® 14.1. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.

SPSS. 2008. SPSS Statistics for Windows, Version 17.0. SPSS Inc., Chicago, IL. USA.

3. 中日文文獻以第一作者姓氏筆劃多少為序，西文以第一作者姓氏之拼音先後排列，並按中文、日文、西文之次序排列。

4. 西文期刊名稱請用縮寫，縮寫請參照美國國家醫學圖書館線上資料庫 (NLM Catalog) 之 IOS (Information and documentation) 縮寫。

5. 參考文獻皆不編號。

V. 本刊編輯委員會保有修改與退稿之權利。稿件經本刊接受後，作者進行出刊校稿時，不得擅自更改內容及數據。

VI. 稿件經本刊委員會轉請專家審查，編輯委員會根據專家審查意見通知投稿人，是否接受刊載，或須修改後始可刊載。本刊無提供稿費。

VII. 稿件經本刊接受後，該稿件之全部或部份，不得投稿其他刊物，以不同語文投稿其他刊物亦所不許。本刊具專屬版權，刊登權屬發行單位畜產試驗所所有，非經本所書面同意，不得轉載或轉移他處發表。如有上述情事，相關法律責任由作者自負，本刊有拒絕接受其投稿之權利。

VIII. 自民國 93 年開始實施之計畫，其論文如涉及使用脊椎動物進行科學應用計畫者，請撰稿者檢附該計畫經所屬機構動物實驗管理小組審議認可之文件。

# JOURNAL OF TAIWAN LIVESTOCK RESEARCH

Vol. 57 No. 1

March 2024

## CONTENTS

	Page
1. The changes of yield and moisture contents in stover, ear, and whole plant of forage corn after optimal ensiling stage <i>Chia-Sheng Chen, Jian-Fu Liu, and Shu-Min Wang</i> .....	1
2. Effect of supplementing the stem powder of <i>Lycium chinense</i> Miller into the organic diet on the laying performance and egg quality of ISA Brown laying hens <i>Sheng-Der Wang, Shen-Shyuan Yang, Ching-Chi Hung, An-Kuo Su, Shih-Yi Shen, and Jhin-Syuan Wang</i> .....	10
3. Blood biochemical characteristics of Binlang pigs at different age and gender <i>Sheng-Yang Wu, Shih-Sin Li, Yi-Long Chen, Han-Sheng Wang, Yu-Ling Huang, and Chang-Chia Chang</i> .....	18
4. Effect of cutting interval and harvest season on mulberry as forage shrub <i>Ming-Hung Chu and Wen-Shin Lin</i> .....	27
5. The carcass and meat quality traits analysis of commercial black-feathered Taiwan Country chicken at different ages <i>Meng-Ru Lee, Yu-Chieh Wu, Wen-Shyan Chan, Der-Yuh Lin, Hsueh-Chi Teng, Han Wu, and Chia-Te Chu</i> .....	38
6. Producers' perceptions: The impact of automatic milking system (AMS) on milking labor management, milk quality, and water and electricity consumption <i>Yi-Hsin Yeh, Ming-Kuei Yang, Jen-Wen Shiau, and Po-An Tu</i> .....	46
7. Research on voiceprint recognition for assisted sow parturition care system <i>Yui-I Lai, Bin-Yong Wang, Jeng-Bin Lin, Hsiu-Lan Lee, and Yu-Tang. Sheen</i> .....	57
8. Development of a biomedical diet for Lanyu pigs <i>Yi-Long Chen, Han-Sheng Wang, Yu-Ling Huang, Shi-Hsin Li, and Chia-Chieh Chang</i> .....	65

行政院  
新聞局  
出版事  
業登記  
證局發  
台省誌  
字第六  
七七號  
執登記  
為雜誌  
交寄

ISSN 0253-9209  
DOI: 10.6991/JTLR



9 770253 920004

GPN: 2005200015

定價：新臺幣二〇〇元